Essor Monumental et Dynamiques des Populations : la cité Maya de Naachtun (Guatemala) au Classique Ancien (150-550 apr. J.-C.)

Julien Hiquet

Paris Monographs in American Archaeology 63



Access Archaeology

Archaeopress Access Archaeology

About Access Archaeology

Access Archaeology offers a different publishing model for specialist academic material that might traditionally prove commercially unviable, perhaps due to its sheer extent or volume of colour content, or simply due to its relatively niche field of interest. This could apply, for example, to a PhD dissertation or a catalogue of archaeological data.

All *Access Archaeology* publications are available as a free-to-download pdf eBook and in print format. The free pdf download model supports dissemination in areas of the world where budgets are more severely limited, and also allows individual academics from all over the world the opportunity to access the material privately, rather than relying solely on their university or public library. Print copies, nevertheless, remain available to individuals and institutions who need or prefer them.

The material is refereed and/or peer reviewed. Copy-editing takes place prior to submission of the work for publication and is the responsibility of the author. Academics who are able to supply print-ready material are not charged any fee to publish (including making the material available as a free-to-download pdf). In some instances the material is type-set in-house and in these cases a small charge is passed on for layout work.

Our principal effort goes into promoting the material, both the free-to-download pdf and print edition, where *Access Archaeology* books get the same level of attention as all of our publications which are marketed through e-alerts, print catalogues, displays at academic conferences, and are supported by professional distribution worldwide.

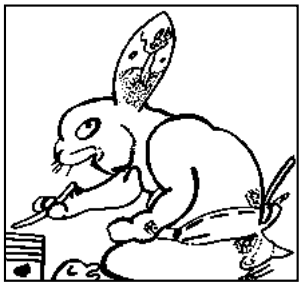
The free pdf download allows for greater dissemination of academic work than traditional print models could ever hope to support. It is common for a free-to-download pdf to be downloaded hundreds or sometimes thousands of times when it first appears on our website. Print sales of such specialist material would take years to match this figure, if indeed they ever would.

This model may well evolve over time, but its ambition will always remain to publish archaeological material that would prove commercially unviable in traditional publishing models, without passing the expense on to the academic (author or reader).



Essor Monumental et Dynamiques des Populations : la cité Maya de Naachtun (Guatemala) au Classique Ancien (150-550 apr. J.-C.)

Julien Hiquet



Paris Monographs in American Archaeology 63

Access Archaeology

Archaeopress Access Archaeology



Archaeopress Publishing Ltd
13-14 Market Square
Bicester
Oxfordshire OX26 6AD
United Kingdom

www.archaeopress.com

ISBN 978-1-80583-078-8
ISBN 978-1-80583-079-5 (e-Pdf)

© Julien Hiquet and Archaeopress 2025

Cover: Sceau orné du glyphe Teotihuacan « oeil de reptile ». (Photo : Proyecto Petén-Norte Naachtun).

All rights reserved. No part of this book may be reproduced, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying or otherwise, without the prior written permission of the copyright owners.

This book is available direct from Archaeopress or from our website www.archaeopress.com

« Estimation of ancient populations and labor investment in public works lies at the core of the comparisons presented here. At least some archaeologists have long been willing to make such estimates, but the task should only be attempted by archaeologists willing to "dare to be inaccurate" ».

Peterson et R. D. Drennan (2011, p. 88)

Avant-propos et remerciements

Ce volume est une version amendée d'une thèse de doctorat effectuée sous la direction de M.-Charlotte Arnauld et le tutorat scientifique de Philippe Nondédéo, soutenue le 13 janvier 2020 devant un jury composé de M.-Charlotte Arnauld, Marcello Canuto, Ann Brysbaert, Gaspar Muñoz Cosme, Eva Lemonnier, Jean-Noël Guyodo et Philippe Nondédéo. Sa publication a été grandement facilitée par l'obtention d'un prix de thèse de la Fondation Martine Aublet : qu'elle soit ici chaleureusement remerciée de son soutien depuis les débuts de mon parcours de chercheur.

Si mes obligations de directeur d'un projet archéologique dans les Basses Terres mayas ont ralenti le processus d'édition de ce travail, il s'avère que depuis l'année 2018, le Projet Archéologique Petén Norte - Naachtun a orienté ses objectifs principaux vers l'étude des sites secondaires de l'arrière-pays révélés par différentes couvertures LiDAR. Depuis, les connaissances sur la cité même de Naachtun -épicentre monumental et zone résidentielle-, n'ont évolué qu'à la marge, aussi, les séquences d'architecture monumentale et d'occupation résidentielle n'ont reçu que d'infimes changements. Un domaine a cependant connu des avancées substantielles, qui n'ont pas été incluses dans ce volume, il s'agit de l'épigraphie. L'application de technologies de modélisation 3D et de traitement informatique des reliefs a permis la découverte et la lecture de plusieurs inscriptions (souvent fragmentaires) du classique ancien. Plusieurs publications de ces avancées ont paru et permettent de compenser aisément les lacunes de la séquence des inscriptions présentée dans le présent ouvrage.

Remerciements

Ce travail a été rendu possible par le soutien académique, financier et humain de nombreuses personnes et de quelques institutions que je tiens à remercier ici.

Ainsi, que soit remercié Eric Taladoire pour son travail d'édition du manuscrit, mais aussi pour sa présence amicale, ses conseils, et pour le rôle majeur qu'il a joué dans ma formation d'américaniste.

Merci également à Elodie Beaulieu pour son appui dans la réalisation des figures de la section 4.2.

Mes remerciements les plus sincères vont bien entendu à M.-Charlotte Arnauld, qui m'a guidé dans le parcours de thèse dont cet ouvrage est issu, avec une infinie patience. Merci pour sa disponibilité sans faille, ses encouragements, son appui, sa compréhension, ses suggestions, ses corrections, et son soutien renouvelé depuis la soutenance.

A Philippe Nondédéo, pour son accompagnement et ses conseils en tant que tuteur scientifique, sa confiance en tant que directeur du Projet Naachtun, le soutien financier qu'il a su trouver chaque fois que j'en ai eu besoin. Merci aussi de m'avoir orienté vers l'étude du Classique ancien.

A Emmanuel Froustey, pour son amitié indéfectible et sa présence dans les bons et les mauvais moments, et pour son investissement dans le développement de l'outil qui a changé le cours de ce travail.

A Dominique Michelet, en qui j'ai toujours trouvé, au-delà du puits de culture mésoaméricaine – qui en douterait - un interlocuteur ouvert et bienveillant. Merci pour ses conseils avisés et ses relectures.

A Eva Lemonnier, avec qui c'est non seulement toujours un véritable plaisir de travailler mais auprès de qui j'ai appris énormément sur les Mayas et leurs maisons.

Je tiens à remercier tous les travailleurs *Peteneros* qui, sur le terrain, ont contribué à ce travail par leurs efforts. Merci de m'avoir accompagné aux confins de Naachtun avec enthousiasme. C'était avant les couvertures LiDAR, et les fouilles à des distances aussi lointaines du campement n'étaient pas chose courante.

Aux membres du Projet Naachtun. Dans le contexte si particulier de ce camp en pleine jungle, ils m'auront, tous sans exception, appris quelque chose sur les Mayas, sur l'archéologie, sur Naachtun, sur le Guatemala ou sur la vie. Même si cela me conduit à répéter quelques noms, ils le méritent bien. Merci, donc, à Silvia Alvarado, Chloé Andrieu, Marie-Charlotte Arnauld, Ernesto Arredondo, Isaac Barrientos, Johann Begel, Benjamin Blaisot, Mylène Bourdely, Ignacio Cases, Cyril Castanet, Mariana Colín, Elsa Cotom, Julio Cotom, Alejandra Díaz, Lydie Dussol, Sylvie Eliès, Paulo Estrada, Mélanie Forné, Alejandro Garay, Aline Garnier, Lilian Garrido, Céline Gillot, Hemmamuthé Goudiaby, Pedro Granados, Renato Juarez, Alfonso Lacadena, parti trop tôt : ce fut un plaisir, une chance et un honneur que de te côtoyer, Hélène Lacomme, Eva Lemonnier, Dilma Lopez, Gustavo Martínez, Evelyn Mejía, Elisa Mencos, Dominique Michelet, Carlos Morales-Aguilar, Philippe Nondédéo, Alejandro Patiño, Julie Patrois, Divina Perla, Sara Portela, Louise Purdue, Jackeline Quiñónez, Ricardo Rodas, Julien Sion, Marc Testé, Lilian Vega de Zea. Je remercie tout particulièrement Miguel-Angel Cano, Giovanni González, Omar Schwendener, Julio Sotz et Ingui Zeceña pour leur implication dans l'Opération II.2 bis. Votre contribution m'a permis de travailler sur des données infiniment plus riches que ce que j'aurais pu espérer.

Merci à Jean-François Cuenot pour ses conseils dans la manipulation du MNT de Naachtun. A Rémi Méreuze ainsi qu'aux animateurs de l'atelier Sitrada, Bruno Desachy, Julie Gravier, Léa Hermenault et Anaïs Pinhède, pour leur énergie, leurs remarques, leurs solutions à tous les problèmes archéologiques. Merci de m'avoir accompagné dans mes tentatives timides et maladroites de traitement statistique des données. Tous les apports obtenus l'ont été grâce à vous, et je reste entièrement responsable de l'insuffisance et des erreurs de mes calculs.

Au CEMCA et à ses directeurs et responsables que j'ai côtoyés : Maya Collombon, Mélanie Forné, Sébastien Hardy, Françoise Lestage, Matthieu Ménager, Delphine Mercier et Bernard Tallet, pour leur accueil, leur soutien et les financements qu'ils m'ont accordés. A l'Institut des Amériques, à l'ED 112 de Paris 1 et à la Fondation Martine Aublet pour leur aide financière et leur soutien sincère tout au long de la thèse et dans les années qui ont suivi. A l'UMR 8096 et à ses directeurs successifs, Véronique Darras, Grégory Pereira, Claire Alix, Nicolas Goepfert, Yan Axel Gomez Coutouly, merci pour le financement des billets d'avion et des formations, et le soutien qui m'a été systématiquement apporté. Je remercie la Fondation Pacunam pour sa confiance et l'important soutien financier reçu au long de mon parcours. A Perenco, pour le financement d'une campagne de datations par Carbone 14 en 2016. Toujours au chapitre financier, un grand merci aux gestionnaires d'Archam, Liliana Stalenq et Anna Fernando, pour votre efficacité et votre bonne humeur dans le traitement de toutes mes demandes, faites à temps ou non.

En ce qui concerne la syntaxe et l'orthographe, le texte est passé par le regard impitoyable et professionnel de mes parents, François Hiquet et Maryse Sibé. Toutes les coquilles restantes sont entièrement de mon fait. Qu'ils soient ici remerciés pour cette tâche ingrate mais surtout pour leur amour et leur soutien inconditionnel, sans lesquels rien de tout cela n'aurait été possible.

Merci également à Claude Etcheverry pour la relecture attentive de plusieurs chapitres.

Je ne saurais conclure ces remerciements sans un mot pour les proches et amis qui ont contribué d'une manière ou d'une autre à mon parcours humain et scientifique. Je les ai sans doute négligés, tout occupé à mes recherches. J'oublie sans doute de citer ici bien des gens qui mériteraient pourtant de figurer dans cette liste, mais je leur adresse mes plus chaleureux remerciements, de même qu'à Elodie Beaulieu, Ludiana Braz, toute la famille Calderon, Laure Capes, Christian Cazedepats, Mariana Colín, Julio Cotom, Charlotte Cubillos, Katherine Cubillos, Emmanuel Froustey, Clément Froustey, Olivier Froustey, Gentiane Gardère, Hemmamuthé Goudiaby, Paul Hiquet, Romuald Housse, Mathilde Jean, Frédéric Livi, Dafné Madrid, Rémi Méreuze, Françoise Nicod, Michelle Pacay, Esther Parpal, Julia Paul Zamour, Carlos Rengifo, Paula Sandoval et Danielle Viana.

Table des matières

Introduction 1
L'architecture maya, entre curiosité et admiration 1
Brève introduction des problématiques 2
Aperçu des résultats 3
Plan du volume 4
Chapitre 1 : Cadres de la recherche et problématique 6
1.1 Cadre géographique de l'étude : les Basses Terres centrales 6
1.1.1 Géologie, topographie, pédologie 7
1.1.2 Climat 8
1.1.3 Hydrographie 10
1.1.4 Flore 11
1.1.5 Faune 12
1.1.6 Agriculture 13
1.2 Cadre culturel : les grandes phases de la séquence maya 14
1.3 Naachtun : présentation du site, antécédents et cadres de la recherche 17
1.3.1 Présentation du site de Naachtun 17
1.3.2 Antécédents de la recherche à Naachtun 25
1.3.3 Proyecto Petén-Norte Naachtun (2010-2018), cadre scientifique de la présente recherche 27
1.4 Problématique 29
1.4.1 Qu'est-ce que la monumentalité ? 31
1.4.2 Peut-on obtenir une correspondance directe entre la monumentalité architecturale et la complexité de l'organisation socio-politique ? 34
1.4.3 Architecture monumentale, formalisation et consolidation de l'autorité politique 36
1.4.4 L'architecture monumentale préside-t-elle à l'émergence de la cité comme communauté politique ? 38
1.4.5 L'architecture monumentale est-elle un facteur dans la dynamique démographique des villes ? 40
1.4.6 Approches quantitatives : apports des approches volumétrique et énergétique 44
1.5 Une étude sur le Classique ancien : gageure méthodologique 46
1.6 Conclusion 47
Chapitre 2 : La définition archéologique du Classique ancien, état des questions 49
2.1 La définition archéologique du Classique ancien : recherches de terrain 49
2.1.1 Holmul, Merwin et Vaillant 49

2.1.2 Uaxactun et les structures enfouies 50
2.1.3 Tikal : Mundo Perdido 51
2.1.4 Une vision du Classique ancien déformée au profit de la région de Tikal ? 51
2.2 Le Classique ancien, royaumes et villes en formation 53
2.2.1 La région de Mirador au Préclassique récent, le Collapse de 150 apr. J.-C. 53
2.2.2 Recomposition régionale, essor des dynasties : 150-378 apr. J.-C. 55
2.2.3 Essor et hégémonie de Tikal 378-556 apr. J.-C. 56
2.2.4 Déclin de Tikal et recomposition politique à partir du VI^{e} siècle apr. J.-C. 57
2.2.5 Synthèse : les limites chronologiques du Classique ancien 58
2.3 Le Classique ancien, une période posant de nombreux problèmes méthodologiques 60
2.3.1 Des vestiges souvent invisibles 61
2.3.2 Difficulté d'identification des vestiges classiques anciens en surface 62
2.3.3 Probabilité d'une forte mobilité accompagnée d'abandons rapides de l'habitat 63
2.3.4 Différences de systèmes d'agglomération entre périodes 64
2.3.5 La céramique Tzakol : un « fossile directeur » trop réducteur ? 65
2.3.6 La courbe d'occupation au Classique ancien, dépeuplement, ou problèmes méthodologiques ? 66
2.4 Les synthèses de référence sur le Classique ancien 68
2.4.1 A Consideration of the Early Classic Period in the Maya Lowlands (1985) 68
2.4.2 The Emergence of Lowlands Maya Civilization: the Transition from the Preclassic to the Early Classic (1995) 69
2.4.3 Research Reports in Belizean Archaeology (2005) 71
2.5 Conclusion 73
Chapitre 3 : Quantification de la construction monumentale et estimations de population au Classique ancien, état des questions 75
3.1 État de l'art sur l'approche énergétique de l'architecture monumentale 75
3.1.1 Mise au point de la méthode : l'apport d'Erasmus 75
3.1.2 Mise au point de la méthode : les travaux d'Abrams 79
3.1.3 Méthodologie du calcul de coût énergétique de l'architecture monumentale 81
3.1.4 Antécédents et état de l'art sur les estimations de coûts énergétiques pour la zone maya ... 86
3.1.5 Le cas particulier de Copan 93
3.1.6 La Pyramide du Soleil à Teotihuacan : un édifice mésoaméricain dont l'évaluation du coût de construction pose encore problème 101
3.1.7 Travaux récents 104
3.1.8 Conclusion de la section 106
3.2 Etat de l'art sur les estimations de population pour les Basses Terres mayas 107

3.2.1 Antécédents : travaux marquants dans le domaine des études de populations archéologiques mésoaméricaines et mayas 108
3.2.2 Estimations de la population de grands sites mayas : le Classique récent 114
3.2.3 Traitement de l'estimation des populations du Classique ancien dans les publications principalement dédiées au Classique Récent 115
3.2.4 Études spécifiques dédiées à la quantification de populations antérieures à l'occupation d'apogée 119
3.3 Conclusion 120
Chapitre 4 : Méthodologie du calcul du coût énergétique de la construction monumentale du Classique ancien à Naachtun 122
4.1 Rappel de la méthodologie du calcul de coût énergétique de la construction monumentale 122
4.2 Difficultés de mise en place de la méthodologie de calcul 123
4.2.1 Des structures peu accessibles 129
4.2.2 Des structures à la morphologie complexe 131
4.2.3 Irrégularité du terrain naturel 131
4.3 Kampach : Élaboration d'un logiciel facilitant le calcul du coût de construction de l'architecture monumentale 132
4.3.1 Calculs de volumes et surfaces 133
4.3.2 Calcul en jours-personnes des différentes tâches, y compris le transport 138
4.3.3 Prise en compte des incertitudes 139
4.3.4 Multiplication des simulations 139
4.3.5 Possibilité d'apporter des modifications d'indices de rendement ou de dimensions 140
4.3.6 Enregistrement des calculs 140
4.4 Conclusion 140
Chapitre 5 : Méthodologie du calcul de la population de Naachtun au Classique ancien 142
5.1 Typologies des unités résidentielles et des patios 142
5.1.1 Typologie Morphologique des unités résidentielles de Naachtun 144
5.1.2 Typologie de Croissance des unités résidentielles de Naachtun 152
5.1.3 Typologie des patios 162
5.2 Méthode d'estimation du nombre d'habitants par patio 168
5.2.1 Multiplication des structures résidentielles par un nombre moyen d'occupants 169
5.2.2 Deux indices de surface couverte disponible par habitant 172
5.3 Ajustements 177
5.3.1 Prise en compte des structures non résidentielles 177
5.3.2 Habitat invisible et caché 179
5.3.3 Prise en compte de la non-contemporanéité de l'occupation 184

5.4 Estimation du nombre moyen d'habitants par sous-type de patio 188
5.5 Datation de l'occupation des patios : programme de sondages 189
5.5.1 Méthodologie du programme de sondages 189
5.5.2 Description du programme 195
5.5.3 Données chronologiques complémentaires 198
5.6 Prise en compte du Groupe B 199
5.6.1 Estimation du nombre d'habitants au Classique récent 199
5.6.2 Estimation du nombre d'habitants au Classique ancien 201
5.7 Conclusion 201
Chapitre 6 : Séquence chronologique de Naachtun 204
6.1 Les données de l'épigraphie 204
6.1.1 Les débuts de la dynastie 204
6.1.2 Une dynastie liée à celle de Tikal 205
6.1.3 Les stèles du VI^{e} siècle 206
6.2 Séquence céramique 207
6.2.1 Complexe Kutz' (Préclassique récent) 208
6.2.2 Complexe Balam (Classique ancien) 209
6.3 Séquence des datations par radiocarbone et traitement bayésien 227
6.3.1 Contextes datés et leur âge BP 227
6.3.2 Bornes des sous-phases du Classique ancien 235
6.3.3 Tests d'ordre : indications sur la succession des sous-phases 245
6.4 Séquence architecturale 246
6.4.1 Méthodologie de la datation de l'architecture monumentale 246
6.4.2 La construction monumentale à Naachtun au cours du Préclassique récent (phase Kutz') . 247
6.4.3 La construction monumentale à Naachtun à la transition entre le Préclassique récent et le Classique ancien (sous-phase Balam I) 251
6.4.4 La construction monumentale à Naachtun au milieu du Classique ancien (sous-phase Balam II) 289
6.4.5 La construction monumentale à Naachtun dans la seconde moitié du Classique ancien (sous-phase Balam III) 304
6.4.6 Commentaires sur la séquence de la construction monumentale 315
6.5 Conclusion 317
Chapitre 7 : Estimation quantifiée de la population de Naachtun au Classique ancien 319
7.1 Exploitation des données du programme de sondages dans la Zone résidentielle 319
7.1.1 Résultats bruts du programme de sondage 319

7.1.2 Traitement statistique des datations indéterminées 320
7.1.3 Analyse des dynamiques d'occupation et de construction résidentielle 330
7.2 Taux d'occupation et nombre d'habitants à chaque sous-phase du Classique ancien 333
7.2.1 Phase Kutz' (350 av. J.-C.-150 apr. J.-C.) : taux d'occupation et nombre d'habitants 333
7.2.2 Sous-phase Balam I (150 apr. J.-C.-300 apr. J.-C.) : taux d'occupation et nombre d'habitants 336
7.2.3 Sous-phase Balam II (300 apr. J.-C.-400 apr. J.-C.) : taux d'occupation et nombre d'habitants 338
7.2.4 Sous-phase Balam III (400 apr. J.-C.-550 apr. J.-C.) : taux d'occupation et nombre d'habitants 340
7.2.5 La population du site au Classique récent et terminal 346
7.3 Approche partant de la densité d'occupation 362
7.4 Tentative de validation mathématique à partir de la croissance naturelle 363
7.4.1 Avantages et inconvénients 363
7.4.2 Méthodologie 364
7.4.3 Résultats 366
7.5 La question de l'arrière-pays 371
7.5.1 Un arrière-pays densément peuplé et exploité 372
7.5.2 Données chronologiques sur l'occupation de l'arrière-pays 373
7.5.3 Question de l'extrapolation à l'arrière-pays des dynamiques et taux d'occupation de la Zone résidentielle 374
7.5.4 Tentatives d'évaluation de la population de l'arrière-pays de Naachtun au Classique ancien 375
7.6 Conclusion 378
Chapitre 8 : Coût énergétique de la construction des structures monumentales du Classique ancien à Naachtun 380
8.1 Coût énergétique de la construction monumentale et publique au cours du Préclassique récent et du Classique ancien à Naachtun 380
8.1.1 Coût de la construction publique au Préclassique récent 380
8.1.2 Coût de la construction monumentale durant la Sous-phase Balam I 381
8.1.3 Coût de la construction monumentale durant la Sous-phase Balam II 383
8.1.4 Coût de la construction monumentale durant la Sous-phase Balam III 385
8.1.5 Tendances dans l'investissement énergétique au cours du Classique ancien 386
8.2 Le poids des différents paramètres de la construction 393
8.2.1 La production de chaux : un coût fondamental ou à écarter ? 395
8.2.2 Le gâchage du mortier 398

8.2.3 L'extraction du calcaire 399
8.2.4 Poids de l'imprécision des données sur la taille et la morphologie des édifices 401
8.2.5 Le transport 404
8.2.6 L'approvisionnement en eau 409
8.2.7 Rapport coût/volume 410
8.3 Conclusion 424
Chapitre 9 : Corrélation entre population et coût de l'architecture monumentale et discussion 427
9.1 La mobilisation de la main-d'œuvre et l'organisation du travail chez les Mayas à la période classique 427
9.1.1 Études de l'organisation du travail pour la construction monumentale et/ou publique 427
9.1.2 Recrutement de la main-d'œuvre pour la construction chez les Mayas 430
9.1.3 Question de la spécialisation 436
9.1.4 L'organisation du travail : travail segmenté 438
9.1.5 La durée de la journée de travail 439
9.1.6 Pourquoi travailler ? Coercition, motivation, récompenses 441
9.1.7 L'identité des travailleurs 443
9.1.8 Les implications spatiales de la mobilisation 445
9.1.9 Question de la durée maximale des campagnes, et de leur compatibilité avec les tâches agricoles 446
9.2 La mobilisation en chiffres 451
9.2.1 Proportion de la population susceptible d'être mobilisée 451
9.2.2 La mobilisation à Naachtun 453
9.2.3 Croisement de la main-d'œuvre disponible avec les coûts de construction 459
9.3 La fondation et la croissance de Naachtun vues à travers la construction du Groupe de Type E 464
9.3.1 Première étape de la Place nord 465
9.3.2 Le cas particulier de la Structure XX 466
9.3.3 La Construction de la Structure XXIII 470
9.4 Balam II : gestion de la multiplication des épisodes de construction 472
9.5 De possibles difficultés à la fin du Classique ancien 477
9.6 Discussion et conclusion 479
Conclusion 484
Bibliographie 498
Annexe A : Propriétés physiques des matériaux employés dans la construction monumentale à Naachtun 545
A.1 Masse volumique des matériaux les plus employés à Naachtun 545

A.1.1 Calcaire 545
A.1.2 Sascab 552
A.1.3 Terre végétale ordinaire 552
A.1.4 Argile 553
A.1.5 chaux 554
Annexe B : Indices de rendement des tâches de la construction monumentale 555
B.1 Extraction des matériaux 555
B.1.1 Extraction de pierre calcaire 555
B.1.2 Extraction du sascab 559
B.1.3 Extraction de terre végétale 559
B.1.4 Extraction de l'argile 561
B.1.5 Obtention du bois 563
B.1.6 Obtention de galets 563
B.1.7 Question des assistants 563
B.1.8 Réemploi de matériaux de construction 563
B.2 Transformation des matériaux 564
B.2.1 Production de la chaux 564
B.2.2 Production des mortiers 567
B.2.3 Utilisation de l'eau dans les remblais, les parements et les mortiers 570
B.2.4 Taille des blocs 571
B.2.5 Fabrication de linteaux de bois 572
B.3 Transport des matériaux 572
B.3.1 Formule 572
B.3.2 Paramètres 573
B.4 Construction 577
B.4.1 Les assistants 577
B.4.2 Démantèlement de structures existantes 577
B.4.3 Construction d'un mur de caisson 577
B.4.4 Construction d'un mur maçonné visible 578
B.4.5 Construction d'un mur de parement en talus 578
B.4.6 Construction d'une façade en talud-tablero 579
B.4.7 Construction d'un escalier 579
B.4.8 Construction des remblais 580
B.4.9 Construction d'un toit de palme 581
B.4.10 Application d'enduits 581

B.4.11 Élaboration des décors 582
B.4.12 Construction des échafaudages 582
B.4.13 Creusement dans le calcaire 583
B.4.14 Construction d'une palissade 583
B.5 Comment prendre de la hauteur : rampes, escaliers provisoires, succession des corps 583
B.5.1 Rampes 583
B.5.2 Escaliers de construction 584
B.6 Après la construction 585
Annexe C : Lieux d'extraction des matériaux employés dans la construction monumentale à Naachtun 587
C.1 Zones d'extraction de terre ordinaire 587
C.2 Carrières de pierre 587
C.3 Zones d'extraction du *sascab* 590
C.4 Production de la chaux 591
C.5 Approvisionnement en eau 592
Liste des Figures 595
Liste des Tableaux 602

Introduction

L'architecture maya, entre curiosité et admiration

Depuis que les chroniqueurs espagnols ont exprimé leur admiration au début de la conquête, l'architecture mésoaméricaine n'a jamais cessé de fasciner les esprits occidentaux. On serait bien en peine de proposer une liste exhaustive des comptes rendus de voyageurs et de scientifiques soulignant la majesté des vestiges de l'architecture maya, et donnant un avis, plus ou moins éclairé, sur les implications de leur construction en matière de population ou de politique. L'exemple suivant synthétise, à lui seul, les principales questions qui viennent à l'esprit des observateurs, et qui sont aussi celles qui nous occupent dans ce volume.

« *The solidity of the structure of the pyramid at Chi-Chen*[1]*, the harmony and grandeur of its architecture, must impress every one with an exalted idea of the mechanical skill, and the numbers of those by whom it was originally constructed, and like its elder brethren in Egypt, so long as it stands, it must remain a monumental protest of an oppressed people against the ill-directed ambition and tyranny of those rulers at whose command it was built.*[2] » (Norman 1849, pp. 117-118).

Ce passage de *Rambles in Yucatan*, de Benjamin M. Norman, est l'une des premières descriptions modernes du site de Chichen Itza (visité en 1841). Il rend bien compte, non seulement de l'admiration que suscite fréquemment la visite des ruines, mais aussi des préjugés que de telles constructions peuvent éveiller chez le visiteur quant à la démographie et à la structure politique des sociétés qui les ont menées à bien. L'auteur de l'extrait considère qu'il était nécessaire, pour entreprendre une construction de l'échelle du *Castillo* (qui ne fait pourtant pas partie des structures les plus volumineuses de Mésoamérique), de mobiliser une multitude de travailleurs. De plus, pour Norman, un tel projet ne pouvait être formé que par l'élite politique ou religieuse d'une société profondément inégalitaire. La « preuve », c'était l'analogie avec le parangon, le mètre-étalon de la monumentalité, pour un esprit du XIX^{e} comme du XXI^{e} siècle : les pyramides de l'Egypte antique (plus récemment, voir Renfrew, 1973, p. 542). Le sérieux de Norman a été, sans doute à raison, remis en cause à plusieurs reprises. Avant d'être un scientifique, il était, surtout, un libraire, et son rapport est à replacer dans le contexte éditorial du milieu du XIX^{e} siècle : paru en 1841, *Incidents of Travel in Central America, Chiapas and Yucatan*, de Stephens et Catherwood, avait été un franc succès de librairie, qui suscita de nombreuses vocations. Après une visite pour le moins lapidaire du nord de la Péninsule du Yucatán, Norman retournait rapidement à New York publier son récit, qui lui assura de substantiels revenus. Qu'il ait exagéré ses descriptions pour impressionner ses lecteurs et augmenter le succès commercial de son livre, cela tient plus du fait avéré que du soupçon. Néanmoins, et c'est un aspect qui doit d'ores et déjà attirer notre attention, et servir d'avertissement : ces travers ne sont pas imputables qu'à Benjamin Norman, marchand de livres plus fin connaisseur des goûts des lecteurs de son époque que de l'architecture maya. On les rencontre fréquemment, même sous la plume de chercheurs, dans le domaine de l'étude de l'architecture monumentale. On tentera, modestement, d'y échapper dans ce volume.

[1] Il s'agit du *Castillo*, à Chichen-Itza, structure emblématique, à tort ou à raison, de l'architecture maya, dont les dimensions sont très proches de celles de la Structure XX de Naachtun.

[2] « La solidité de la structure de la pyramide à Chi-Chen, l'harmonie et la grandeur de son architecture, doivent inspirer chez quiconque la voit une haute idée des compétences d'ingénierie et de la multitude de ceux par qui elle a été construite, et, comme ses grandes sœurs d'Égypte, aussi longtemps qu'elle existera, elle restera le témoignage monumental d'un peuple oppressé, de l'ambition démente et de la tyrannie des dirigeants qui en commandèrent la construction. »

La citation de Norman est donc symptomatique d'un certain type, assez courant, de réflexions intuitives concernant l'architecture monumentale ; ces assertions de bon sens pèchent par l'absence d'une base quantifiée. Elles soulèvent pourtant des problèmes intéressants, comme celui des effectifs de travailleurs impliqués dans la construction. Faut-il imaginer des myriades d'ouvriers s'affairant autour des pyramides en chantier ? Selon la même logique intuitive et non quantifiée, puisque la main-d'œuvre nécessaire à la construction serait particulièrement nombreuse, la population des cités devrait l'être tout autant, pour pouvoir libérer de leurs tâches quotidiennes autant de travailleurs durant de longues périodes. Souvent, un corrélat plus ou moins explicite veut que la décision de réunir autant de travailleurs pour l'édification des structures monumentales, et la capacité à organiser les travaux, ne puissent provenir que d'une élite privilégiée à la tête d'une société fortement inégalitaire.

Brève introduction des problématiques

Le but de la présente recherche est de dépasser cette approche intuitive, au moyen de la quantification énergétique de la construction monumentale, afin de questionner le rôle qu'elle a joué dans l'agglomération de la population d'une capitale régionale. Pour ce faire, la grande cité maya classique de Naachtun, au Guatemala, constitue un très bon cas d'étude. A l'instar de la plupart des sites des Basses Terres centrales (D. S. Rice et Culbert 1990), l'apogée du peuplement de Naachtun eut lieu au cours du Classique récent (550-830 apr. J.-C.), sans doute durant la deuxième moitié du VIII^{e} siècle apr. J.-C. En comparaison, la population au Classique ancien (250-550 apr. J. C.) était quantitativement très inférieure. Pourtant, c'est bien au cours du Classique ancien que la grande majorité des structures publiques des Groupes A et C de l'épicentre du site ont été construites. Cette période correspond donc, sans aucun doute, à un moment d'essor de l'architecture monumentale, voire à un moment d'apogée architectural pour Naachtun, avec la construction de plusieurs des structures les plus volumineuses du site, à l'instar de la Pyramide XX, qui dépasse les trente mètres de hauteur. Temples-pyramides, acropole, terrain de jeu de balle, places, chaussée, complexe triadique : tous ces éléments sont bâtis au cours du Classique ancien.
Population relativement faible, effort architectural notable : un paradoxe semble se dessiner. Ce moment d'apogée de l'architecture monumentale ne correspond pas au moment de peuplement maximal du site. Il ne correspond pas, non plus, à la période de plus grande complexité sociale, qui serait, encore une fois, le Classique récent. A Naachtun, l'apogée monumental paraît accompagner le processus de fondation de la cité, il semble contemporain de l'installation sur le site d'une grande partie de ses habitants, mais aussi de l'établissement de la dynastie royale, et de ses premiers succès politiques. Le développement de l'architecture monumentale est l'une des caractéristiques majeures des premiers siècles de l'histoire de Naachtun. C'en est, peut-être, le trait le plus significatif. Il demeure, en tous les cas, le plus manifeste, aujourd'hui encore. L'étude de l'architecture monumentale est donc l'approche qui est adoptée, dans cette recherche, pour tenter d'expliquer l'essor d'une capitale régionale maya de la période classique. La question posée est celle du rôle de la construction monumentale dans le processus d'émergence de Naachtun comme capitale et dans l'installation de la population autour de l'épicentre. Il s'agit donc d'explorer les corrélations possibles entre l'architecture monumentale quantifiée, les effectifs de population, donc de main-d'œuvre disponible, et les fluctuations du système politique, dans le cadre temporel de la séquence chronologique de la cité de Naachtun. A un niveau plus général, c'est toute la question de l'antériorité temporelle, voire de la causalité, qui est ainsi soulevée entre construction monumentale et peuplement de l'établissement, c'est-à-dire urbanisation. Cette dernière notion, moins sujette à débats chez les mayanistes que dans les années 1980, demeure suspecte - il a fallu créer récemment la catégorie d'urbanisme tropical de basse densité pour intégrer ses caractères particuliers - et notre problématique doit contribuer à en cerner la nature par ses origines à la fin du Préclassique et au Classique ancien (250 av. J.-C. à 550 apr. J.-C.).

Aperçu des résultats

Il a été possible de diviser le Classique ancien en trois sous-phases, avec un pas de 100 à 150 ans. Pour chacune de ces trois sous-phases, les dynamiques de la construction monumentale ont été quantifiées, et corrélées à la population disponible estimée, à l'échelle de la cité. Pour ce faire, deux programmes de sondages ont été développés, l'un dans les structures monumentales, l'autre, beaucoup plus conséquent, dans la zone résidentielle de Naachtun ; de cette façon, il a été possible de dater un échantillon de près de 50 % des unités résidentielles visibles actuellement et d'extrapoler les taux d'occupation au restant, par un protocole statistiquement validé ("probabilité d'occurrence des événements au cours d'un pas de temps") ; le nombre d'habitants a été estimé par sous-unité résidentielle sur la base de leur type de croissance classique estimé, lui-même dérivé de la morphologie de l'unité, de la stratigraphie et de la datation céramique. Les opérations visant à déterminer les taux d'occupation par sous-phase sont indépendantes du calcul de population à l'échelle spatiale et sociale de l'unité résidentielle.
En arrière-plan, les résultats des études épigraphiques et des fouilles dans certains lieux de pouvoir offrent une ébauche de l'histoire politique de la cité au Classique ancien, à articuler avec les dynamiques de construction et de démographie mises en évidence. Dans l'état actuel des connaissances, il semble que les premiers éléments d'architecture monumentale soient menés à bien à la période de transition entre le Préclassique récent et le Classique ancien, (Sous-phase Balam I), entre 150 et 300 apr. J.-C. Un investissement certain est alors consenti dans la construction de places et de plates-formes publiques, mais en outre, il est plausible que les pyramides les plus volumineuses datent de la fin de cette sous-phase ; c'est l'hypothèse que nous retenons. Entre 300 et 400 apr. J.- C. (Sous-phase Balam II), d'après les inscriptions, la dynastie locale entre en jeu et ce siècle est certainement caractérisé par la hausse des projets de construction en nombre, sinon en volume. En ce sens, Balam II est l'apogée classique ancien de la construction monumentale à Naachtun, et peut-être (cela reste à vérifier de manière quantifiée pour le Classique récent), l'apogée architectural de Naachtun toutes périodes confondues. Après cette période, une diminution très marquée des projets de construction intervient lors de la Sous-phase Balam III allant de 400 à 550 apr. J.-C. Dans l'état des connaissances, l'entreprise la plus notable consiste en la construction du rempart de ce que l'on appelle à Naachtun le Complexe à enceinte.
Il est improbable que la construction d'une quelconque structure à Naachtun ait jamais demandé la participation de milliers d'ouvriers. Mais même si cela avait été le cas, cela n'aurait pas constitué une demande insurmontable pour la population du site, dans la mesure où l'on peut supposer que l'arrière-pays de la cité aurait fourni des travailleurs pour compléter les effectifs des quelques centaines de personnes disponibles dans la cité au Classique ancien. Il est vrai que l'obtention de l'image LiDAR de la région de Naachtun, qui n'était pas prévue au moment de la définition du sujet de recherche, a élargi notre panorama, en montrant que l'arrière-pays était densément peuplé. On ne peut que tenir compte de ces données, toutefois, en l'absence d'un programme de datations pour ce secteur, il est impossible d'extrapoler précisément à cet arrière-pays les dynamiques de peuplement observées dans la zone résidentielle urbaine de Naachtun. En effet, des tendances d'occupation très différentes ont été observées dans plusieurs régions des Basses Terres. Par exemple, Potter (1985, p. 139), après avoir recoupé les données de prospections régionales, suggérait que « la nucléation autour des centres majeurs et mineurs » était une caractéristique courante de l'occupation au Classique ancien, ce qui impliquerait un certain vide des zones intersites (avec, tout de même, des variations de densité). Cette observation, qui est extrêmement importante pour notre recherche, tend à être validée par les recherches plus récentes, de façon générale (voir la Sous-section 7.5.3). Si c'était le cas autour de Naachtun, une grande partie des nombreuses structures parsemant le paysage de l'arrière-pays n'auraient pas eu d'occupation au Classique ancien.
L'idée que des quantités de travailleurs atteignant plusieurs milliers aient été employées pour la construction de ce type d'édifices (par exemple, les édifices funéraires) ne résiste pas à un examen sérieux. Quant aux estimations de population que nous proposons pour la zone centrale de Naachtun (zone résidentielle plus épicentre), notre sentiment est, à ce jour, qu'elles correspondent à des chiffres

minimaux. Par contre, nos estimations de coûts énergétiques seraient plutôt maximales. Même dans ces conditions, si l'on devait considérer que « des milliers de travailleurs » avaient eu à prendre part à la construction des structures de Naachtun, cela impliquerait que toutes les structures, y compris les plus monumentales, pourraient avoir été menées à bien en quelques semaines, deux mois tout au plus à l'exception de la plus monumentale : la Pyramide XX. La question de la faisabilité posée en termes démographiques n'a pas lieu d'être. Les estimations, aussi précises que possible, du coût de construction des structures monumentales du Classique ancien de Naachtun montrent que le critère de faisabilité le plus important, qui est difficilement maîtrisable pour l'archéologue, c'est celui de l'intensité de la demande de la part des dirigeants : seule la construction simultanée de nombreuses structures ou la construction très rapide d'un seul grand projet pourrait avoir constitué un poids insupportable pour la population, exigeant, par exemple, l'attraction sur le long terme de nombreux travailleurs venus de l'arrière-pays, avec des conséquences visibles sur la morphologie urbaine.

Plan du volume

Dans le premier chapitre, les cadres physiques de la recherche sont présentés, de façon tout à la fois à introduire et situer la problématique de recherche. Les cadres chronologique, géographique et institutionnel de l'étude sont présentés, et le site, ainsi que les différents travaux archéologiques menés à Naachtun y sont décrits. La problématique est formulée au cœur de ce chapitre. Le deuxième chapitre fournit un état de l'art sur le Classique ancien et ses spécificités, et le troisième chapitre sur le calcul des coûts de construction de l'architecture monumentale, sur celui de la population, et sur les corrélations qui peuvent être établies entre les deux. Deux chapitres méthodologiques suivent, Chapitres 4 et 5. Le premier est dédié à la quantification du coût énergétique de l'architecture monumentale, le second au calcul de la population. Il eut été plus pratique de les regrouper, si les tenants et aboutissants du calcul démographique n'avaient pas eu une telle ampleur, obligeant à leur dédier un chapitre spécial. Le Chapitre 6 détaille et discute la séquence chronologique du site. Les deux chapitres suivants sont consacrés aux analyses, le premier (Chapitre 7) détaille les résultats de l'estimation de la population résidant à Naachtun au cours du Classique ancien à différentes échelles spatiales. Le second (Chapitre 8) concerne la construction monumentale. C'est dans ce Chapitre 8 que l'on trouvera les résultats de l'estimation quantifiée de la main-d'œuvre employée dans la construction monumentale au Classique ancien. Le Chapitre 9 discute la corrélation entre les deux aspects quantifiés, résultats présentés aux deux chapitres précédents ; sont exposés nos conclusions sur la mobilisation de main-d'œuvre chez les Mayas, puis plusieurs scénarios alternatifs pour le développement de l'épicentre de Naachtun – le centre défini par les édifices publics et royaux, par contraste avec la zone résidentielle. Vient ensuite, la conclusion.

Il s'avère que l'installation d'une population externe autour de l'épicentre de Naachtun a très probablement eu lieu au tout début du Classique ancien (Sous-phase Balam I) : la population observée à la fin de Balam I ne peut, en effet, être expliquée par la seule croissance naturelle de la population locale préclassique. Il semble, par ailleurs, que c'est bien la construction monumentale qui a contribué à l'agglomération de la population autour de Naachtun, l'édification de la pyramide principale du site, en Balam I, ayant demandé une main-d'œuvre supérieure à celle que pouvait fournir la population résidant autour de l'épicentre. Par la suite, plus aucune structure monumentale n'a demandé une mobilisation à l'échelle micro-régionale : la population de la zone résidentielle proche était suffisante pour mener à bien tous les épisodes de construction.

Dans une deuxième partie d'annexes, l'Annexe A est dédiée à la détermination des propriétés physiques des matériaux employés dans l'architecture de Naachtun, on y présente en particulier les résultats de nos propres estimations de la densité de certains de ces matériaux. L'Annexe B regroupe les indices de rendement des différentes tâches de la chaîne opératoire de la construction monumentale. Il est sans doute utile de signaler d'emblée qu'il s'agit d'une compilation bibliographique, nous n'avons pas mené

d'expérimentations à Naachtun. Dans l'Annexe C, nous nous attachons à identifier les gisements de matières premières employées dans la construction monumentale à Naachtun.

Chapitre 1 : Cadres de la recherche et problématique

1.1 Cadre géographique de l'étude : les Basses Terres centrales

Avant de considérer pleinement les questions spécifiques qui nous préoccupent, il est nécessaire d'établir le cadre géographique et scientifique dans lequel s'inscrit cette recherche. Le site maya de Naachtun se trouve dans un parc naturel, le Biotope Naachtun - Dos Lagunas, à l'extrême nord du département du Petén, au Guatemala (Figure 1). Son épicentre monumental se situe à seulement 2 km de la frontière avec l'État mexicain du Campeche, ce qui implique que certains groupes résidentiels périphériques (non reconnus) se trouvent aujourd'hui en territoire mexicain. Cette situation actuelle de Naachtun, isolé aux confins du Guatemala, implique aussi que le site a été peu visité par les scientifiques et peu travaillé jusque dans les années 2000. Autre conséquence logique, la cité a été intensément pillée jusqu'à une date très récente.
Le pays maya s'étend sur cinq États actuels, en Amérique centrale : le Mexique (États du Chiapas, Tabasco, Campeche, Yucatán et Quintana Roo), le Belize, le Guatemala, ainsi que les parties occidentales du Honduras et du Salvador. Au sein de ce vaste espace, on distingue trois grandes zones, à la réelle cohérence écologique, géographique et culturelle. Du sud au nord, on trouve la bande littorale pacifique, les Hautes Terres puis les Basses Terres. La limite entre Hautes et Basses Terres est fixée, conventionnellement, à l'altitude de 800 m. On divise généralement les Basses Terres en Basses Terres du nord, comprenant la moitié septentrionale de la péninsule du Yucatán (nord du Campeche, Yucatán et Quintana Roo), Basses Terres centrales, bordées à l'ouest par le fleuve Usumacinta (sud du Campeche, Petén, Belize) et Basses Terres du sud. Il arrive fréquemment que les Basses Terres ne soient divisées qu'entre Basses Terres du sud et Basses Terres du nord. Dans ce cas, la région centrale est alors plutôt associée, en termes culturels comme géographiques, aux Basses Terres du Sud.



Figure 1. Carte de l'aire Maya situant une sélection de grands sites archéologiques. (Fond de carte Wikimedia Commons).

Naachtun se trouve dans les Basses Terres centrales, à une relative proximité des Basses Terres du nord. Dans la présente recherche, nous nous intéresserons donc principalement aux Basses Terres centrales, sans s'interdire, si nécessaire, quelques recours à des données concernant les autres ensembles de l'aire maya.

1.1.1 Géologie, topographie, pédologie

La péninsule du Yucatán est un plateau calcaire, de morphologie karstique, dont la topographie, prise dans son ensemble, est basse et peu contrastée. A une plus grande échelle, des spécificités locales apparaissent et l'on se rend compte de la variété géologique de la région (voir Héraud-Piña 1996 pour une description détaillée des différents ensembles). Au sud du Belize, par exemple, le massif granitique des Montagnes Mayas culmine autour de 1 120 m d'altitude. Entre le Petén et le Campeche, se trouve une zone centrale plus élevée, que l'on appellera Région Intérieure Élevée (*Elevated Interior Region*[3], EIR) en suivant Dunning, T. B. Beach *et al.* (2012, p. 3652). Il s'agit, donc, d'une zone élevée, légèrement basculée, avec un rebord oriental surplombant les vallées fluviales basses du Belize et les poljés lacustres (*bajos*) du Petén à l'ouest. C'est à cet ensemble orographique qu'appartient Naachtun (Figure 2). Le paysage est vallonné, et l'altitude du site oscille entre 265 et 320 m snm.

[3] On trouve fréquemment, dans la littérature guatémaltèque, l'appellation de *Cuenca* (bassin) de Mirador pour désigner la partie sud de cette formation - laquelle n'est pas un bassin à proprement parler - qui s'étend bien au-delà du territoire de cette grande cité préclassique.

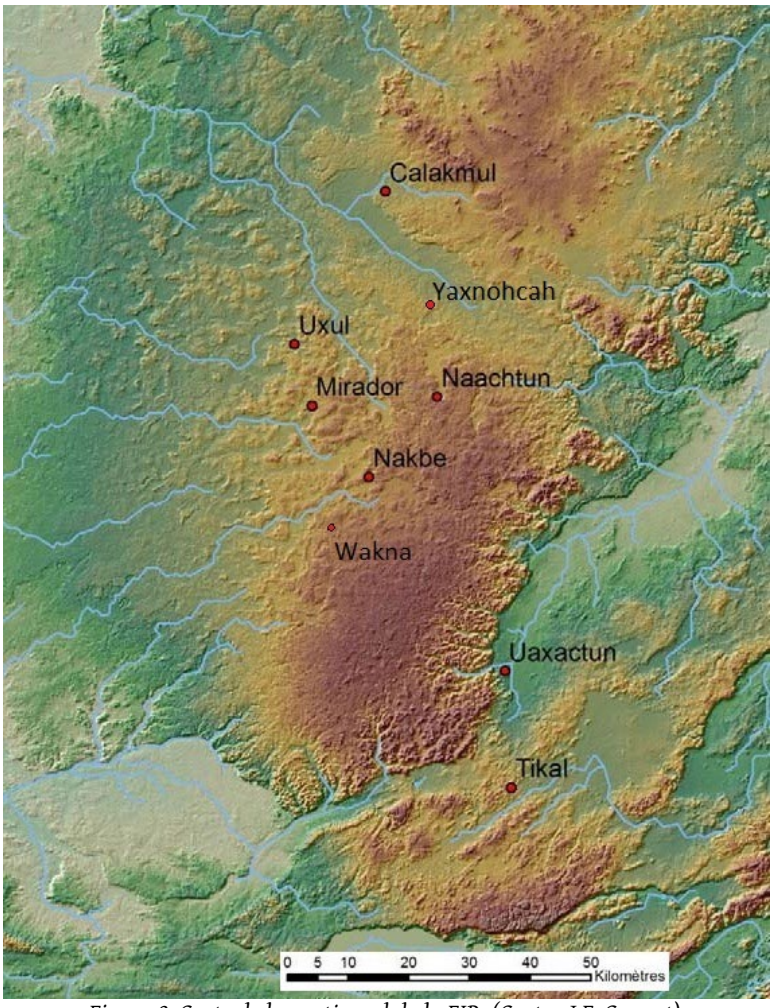


Figure 2. Carte de la partie sud de la EIR. (Carte : J.F. Cuenot).

Dans le Biotope Naachtun - Dos Lagunas, les sols, de type rendzine, proviennent de la décalcification du substrat. Quoique peu épais et sensibles aux processus d'érosion (Anselmetti *et al.* 2007), ces sols sont très fertiles (Wingard 2013). Donnée fondamentale pour ce travail, les fréquents affleurements de la roche calcaire ont été mis à profit par les occupants de la région pour l'approvisionnement en matériaux de construction (nous renvoyons à l'étude très détaillée de Gillot 2018a sur ces matériaux et leur origine géologique). C'est cette pierre abondante, d'accès et de travail aisés, qui est utilisée dans toutes les constructions maçonnées de Naachtun.

1.1.2 Climat

Le nord du Petén se trouve à 17° de latitude nord, et bénéficie donc d'un climat tropical. On y distingue deux saisons aux caractéristiques contrastées : une saison humide, aux températures élevées, et une saison sèche avec des températures moyennes légèrement moins élevées. La saison sèche s'étend de novembre à avril/mai. Elle peut être entrecoupée par des *nortes*, épisodes plus froids et pluvieux. La saison humide dure de mai à octobre, avec des précipitations culminant entre juin et septembre (Figure 3). De nos jours, on relève des précipitations annuelles moyennes de 1 500 mm (Castanet 2018), oscillant entre des valeurs minimales et maximales de 1 000 et 1 800 mm. Dans les Basses Terres du sud, les

précipitations sont plus abondantes que dans le nord (Vivo Escoto 1964). Quant à la température moyenne, elle oscille entre 20 et 30°C tout au long de l'année (ibid., p. 198).

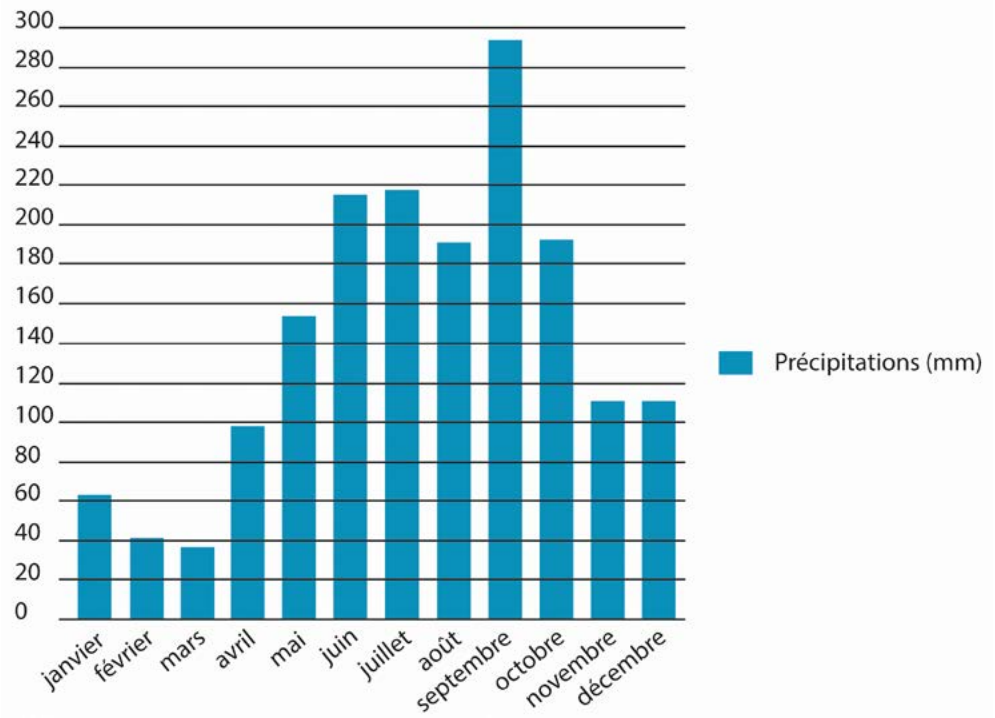


Figure 3. Précipitations mensuelles actuelles relevées pour le nord du Petén. (Modifié d'après Castanet 2018 et des données de Leemans et Cramer 1991).

Le climat des Basses Terres mayas a connu des variations au cours du temps, qui ont pu avoir une certaine influence sur l'occupation (Dunning 1995, p. 62). Il est donc très probable que les chiffres qui sont ici rapportés n'aient pas correspondu exactement aux conditions climatiques de la région de Naachtun au Classique ancien. On sait, en particulier, que l'ensemble des Basses Terres mayas a été confronté à des sécheresses à la fin de la période préclassique, autour de 150 apr. J.-C. (Gill 2000 ; Aragón-Moreno *et al.* 2012).

Les saisons dictaient probablement, dans une certaine mesure, le quotidien des habitants de Naachtun, puisque la majorité d'entre eux étaient avant tout des agriculteurs. Les activités impliquant la mobilisation d'une partie de la population, telles que la construction monumentale ou, éventuellement, la guerre, étaient probablement organisées de manière à permettre aux hommes[4] de mener à bien leurs récoltes, nécessaires pour l'alimentation de l'ensemble de la population.

Il faut aussi d'ores et déjà mentionner le lien qui existe entre les précipitations et la construction monumentale. Celle-ci exige de grandes quantités d'eau, et il est très improbable qu'elle ait été menée en fin de saison sèche, lorsque les réserves, artificielles ou naturelles, étaient au plus bas. Par contre, il n'est pas impossible de faire fonctionner un chantier de construction même au plus fort de la saison humide (Muñoz Cosme, communication personnelle, 2017) : les plus fortes pluies ont souvent lieu dans l'après-midi ou la nuit, et l'on peut donc mener à bien une journée de travail normale en commençant à l'aube, comme c'est l'usage dans la région. Dans tous les cas, il est rare que les travaux physiques soient effectués au cours de l'après-midi, les hautes températures à ces heures de la journée éprouvant l'organisme des travailleurs.

[4] Voir, au Chapitre 9, une discussion sur la répartition des travaux en fonction du genre.

1.1.3 Hydrographie

Les Basses Terres centrales sont parcourues par des cours d'eau d'ampleur moyenne. Vers l'est, s'écoule le Motagua, qui descend des Hautes Terres vers le golfe du Honduras, et qui est connu pour les gisements de jade que l'on trouve dans sa vallée. A l'ouest, l'Usumacinta, qui sépare aujourd'hui le Mexique du Guatemala, est le plus conséquent. Né de la confluence des rivières Chixoy et Pasión (la première est issue de l'Altiplano guatémaltèque, la seconde des reliefs de l'Alta Verapaz), le fleuve serpente en de très nombreux méandres vers le nord-ouest et se jette dans la Baie de Campeche. Plusieurs sites mayas d'importance majeure sont implantés sur ses rives : c'est le cas de Yaxchilan, Bonampak, Piedras Negras, ou encore Ceibal et Dos Pilas, sur le Río Pasión. Il faut aussi évoquer le Río Holmul, dont le cours guatémaltèque n'est long que de 120 kilomètres, mais à proximité duquel ont été construites les cités de Tikal, Nakum, Yaxha, Holmul ou encore Naranjo. Ce cours d'eau naît au nord-est du Guatemala et s'écoule vers le Belize. Sa confluence avec le Río Azúl forme le Río Hondo, qui matérialise la frontière entre le Mexique et le Belize avant de se jeter dans la Baie de Chetumal.
Dans les zones basses des Basses Terres centrales, l'argile de décalcification, imperméable, provoque l'accumulation des eaux de pluie. Se forment alors de vastes retenues d'eau saisonnières, localement appelées *bajos*, en marge desquelles furent édifiées les grandes cités de la région centrale des Basses Terres (T. P. Beach *et al.* 2003). Il est impératif de préciser qu'à l'époque de la fondation de plusieurs de ces cités, les *bajos* étaient en réalité des lacs permanents, qui s'asséchèrent par la suite, sans doute au cours de la période Préclassique (au tout début du Préclassique récent dans le cas de Naachtun : Nondédéo, Castanet *et al.* 2018). On en dénombre une dizaine, de toutes dimensions, autour du seul site de Naachtun (Arredondo Leiva 2010, p. 74, mais voir aussi l'image LiDAR de la microrégion), dont le *bajo* el Infierno, que surplombe, au sud, l'épicentre monumental du site. Lors de la saison sèche, les *bajos* s'assèchent rapidement, ne laissant qu'une épaisse couche d'argile craquelée. Parfois, cependant, le centre d'un *bajo* reste inondé en permanence : c'est ce que l'on appelle un *cival*. Grâce à l'imagerie LiDAR, on constate que les *bajos* étaient aménagés afin de faciliter l'accès à l'eau en toutes saisons : on observe (voir Figure 4) des retenues d'eau d'un diamètre dépassant souvent 50 m. Leur forme régulière (circulaire ou polygonale) ainsi qu'un bourrelet marquant leur pourtour (pouvant provenir de leur creusement ou de leur curage) suggèrent fortement leur caractère artificiel (Castanet 2018), même s'il s'agit probablement de l'aménagement de dépressions naturelles (Dunning 1995, p. 66).
Toujours dans les Basses Terres centrales, on trouve, au sud de l'EIR déjà mentionnée, un réseau de lacs relativement étendus, qui ne sont pas des poljés karstiques comme les *bajos* mais de véritables lacs de faille. Le principal est le lac Petén Itza. Plusieurs cités importantes, comme Motul de San José, Tayasal ou Yaxha se trouvent sur les rives de ces lacs.
A l'heure actuelle, les points d'eau permanents sont relativement rares dans les environs de Naachtun : on rencontre, à une journée de marche du site, les deux lacs qui donnent son nom à la Réserve du Biotope de Naachtun - Dos Lagunas. Un troisième lac (la Laguna Suspiro) se trouve au nord-ouest des deux premiers (Arredondo Leiva 2010, p. 69). Par le passé, la situation était toutefois différente. Castanet (2016) a démontré l'existence, dans la partie sud du *bajo* nord de Naachtun (*bajo* el Infierno), d'une zone correspondant à un lac permanent, peu profond. Ce lac s'est, toutefois, progressivement asséché à partir du Préclassique.

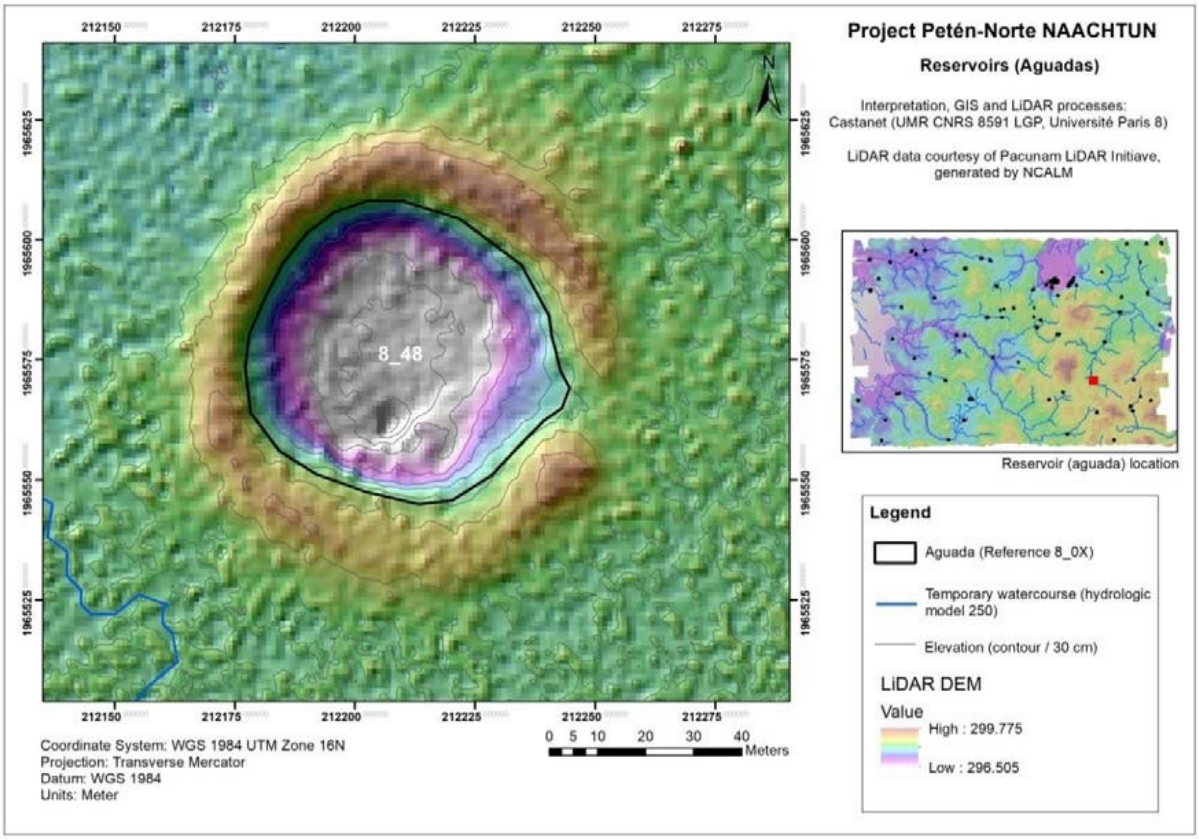


Figure 4. Exemple d'une retenue d'eau artificielle créée dans un bajo. (Castanet 2019).

1.1.4 Flore

Le degré de déforestation pratiquée par les anciens Mayas des Basses Terres centrales est amplement discuté (Dunning, T. B. Beach *et al.* 2012 ; Lentz *et al.* 2014 ; Dussol 2015 ; A. A. Ford et Nigh 2015 ; Anderson et Wahl 2016). Bien que le climat ait varié depuis le début de la période classique, Lentz (*et al.* 2014, p. 18514) considère que la répartition actuelle des espèces est semblable à celle qui entourait les anciens Mayas. Aujourd'hui, les zones épargnées par la déforestation généralisée dont la région est l'objet sont couvertes d'une forêt tropicale ombrophile, adaptée à une forte humidité ambiante, par opposition à la végétation des Basses Terres du nord, xérophile, qui parvient à se développer dans des environnements secs. Dans la forêt ombrophile des Basses Terres centrales, les espèces d'arbres les plus basses atteignent, au maximum, 8 mètres, les espèces de taille moyenne atteignent 15 mètres, et la canopée culmine, avec les arbres les plus grands, entre 30 et 40 mètres (Parkswatch 2002, p. 3 ; Dussol 2015, p. 39). Il s'agit d'une forêt tropicale semi-sempervirente humide (Dussol 2015, p. 39), c'est-à-dire que les feuilles de bon nombre d'espèces tombent lors de la saison sèche. Parmi les espèces végétales les plus courantes dans ce type d'environnement, on trouve le *chicozapote* (*Manilkara zapota*), un arbre dont le bois, particulièrement dur et dense, était utilisé dans l'architecture monumentale. On a retrouvé dans les Basses Terres centrales un certain nombre de linteaux de *chicozapote*, ornés ou non, conservés durant plus d'un millénaire, malgré leur exposition aux éléments (voir quelques exemples *in* Hellmuth 1989). Parmi les autres espèces courantes, on compte le *ramón* (*Brosimum alicastrum*), dont la concentration, dans la forêt du Petén, est souvent indicatrice de la proximité d'une cité maya, peut-être parce que cette espèce était privilégiée par les habitants pour ses graines comestibles, ou bien simplement parce que cette espèce affectionne les sols calcaires. Il en est de même pour le sapotillier (*Pouteria reticulata*). Ces deux espèces sont, d'ailleurs, particulièrement courantes autour de Naachtun et attirèrent l'attention des premiers explorateurs qui parcoururent le site (Lundell 1933, p. 159 ; Ruppert et Denison 1943, p.

45). L'acajou (*Swietenia macrophylla*), le piment de la Jamaïque (*Pimenta dioica*), le gommier rouge (*Bursera simaruba*), le cotoperis (*Talisia oliviformis*), le *xate* (*Chamaedorea aequalis*), le *pucté* (*Bucida bucera*), le *mano de león* (*Dendropanax arboreus*), le *Maclura tinctoria*, les palmiers du genre Sabal peuplent aussi les forêts de la région (Parkswatch 2002 ; Dussol 2017). Les lianes, localement désignées par le terme générique *bejuco*, pouvaient former des liens souples et résistants, permettant de renforcer les structures de bois telles que les charpentes ou les échafaudages, utilisation qui est encore couramment observée de nos jours (Figure 5).



Figure 5. Utilisation de bejucos *pour le montage d'une charpente légère sur le campement de Naachtun. (Photo : D. Michelet).*

Dans les zones de *bajos*, on trouve une végétation d'épineux, basse et dense. La canopée n'y dépasse pas 11 mètres de hauteur. On y rencontre, entre autres espèces, le *palo tinto* (*Haematoxylum campechianum*), le guïro (*Crescentia alata*) ou le *pucté*, selon l'organisme Parkswatch (2002, p. 3). Le *palo tinto* était, lui aussi, utilisé comme charpente, poutre ou linteau dans la construction monumentale, et quelques exemplaires nous en sont parvenus (Hellmuth 1989, p. 2).

1.1.5 Faune

Tout comme la végétation, la faune de la forêt tropicale des Basses Terres centrales était d'une grande diversité. Parmi les représentants les plus caractéristiques de la faune locale, on trouve : chez les reptiles, le crocodile d'Amérique Centrale (*Crocodylus moreletii*), que l'on peut encore apercevoir dans les *bajos* et les *aguadas*[5] de Naachtun, le serpent fer de lance (*Bothrops asper*) et la tortue de rivière d'Amérique Centrale (*Dermatemys mawii*). Le poisson carnivore péténia (*Petenia splendida*) ainsi que le poisson-chat « *juilín* » sont présents dans les points d'eau, ainsi que l'escargot *jute* (*Pachychilus largillierti*). On rencontre des oiseaux tels que le perroquet amazone poudrée (*Amazona farinosa*), le vautour pape (*Sarcoramphus papa*), le *cojolite* (*Penelope purpurascens*) ou le dindon ocellé (*Agriocharis ocellata*). Parmi les mammifères, on trouve le cerf de Virginie (*Odocoileus virginianus*), le daguet rouge (*Mazama americana*), le jaguar (*Panthera onca*), le puma (*Puma concolor*), de petits félins comme le margay

[5] Il s'agit de points d'eau, permanents ou non, naturels ou non.

(*Leopardus wiedii*), l'ocelot (*Leopardus pardalis*) ou le jaguarondi (*Herpailurus yagouaroundi*), ainsi que le singe araignée (*Ateles geoffroyi*), le singe hurleur (*Alouatta pigra*), le pécari (*Pecari tajacu*) ou le tapir (*Tapirus bairdii*) (Parkswatch 2002). Il est utile de mentionner que les Mayas n'étaient guère adeptes de la domestication animale. Elle concerne certaines races de chien, entre autres à des fins alimentaires, et la dinde. L'apiculture était aussi pratiquée. Aucun animal de trait n'était connu des mayas : bovidés, équidés et camélidés, que les tout premiers habitants de la région ont pu chasser (González González et al. 2008), ont disparu de Mésoamérique au début de l'Holocène, plusieurs millénaires avant le début de la période préclassique. Notons donc, d'ores et déjà, que le transport des éléments architecturaux ne pouvait pas bénéficier de la force animale.

1.1.6 Agriculture

Les Mayas des Basses Terres centrales étaient des paysans dont la subsistance était principalement fondée[6] sur la culture du maïs, avec des compléments permis par le système de polyculture de la *milpa* (système fondé sur la coexistence sur une même parcelle de plants de maïs, haricot, courge, et autres cultures, chacune améliorant par ses caractéristiques les conditions de croissance des autres) ainsi que l'arboriculture. La question de l'intensité de l'agriculture a souvent été posée. Il est tentant de supposer que l'agriculture sur brûlis après essartage avec rotation des terres, observable de nos jours dans la région, était le modèle précolombien dominant, mais cette idée est fréquemment remise en question par des analyses de capacité de charge (Puleston 1973) : les Mayas étaient sans doute trop nombreux, à la période classique, pour qu'un tel système ait été viable. Des preuves de l'intensification, et notamment de la mise en culture des *bajos*, déjà perçues il y a de cela plusieurs décennies (Adams, W. J. Brown *et al.* 1981), ont été définitivement apportées par les récentes couvertures LiDAR (Canuto, Estrada-Belli *et al.* 2018 ; Castanet 2019) : champs surélevés et autres canaux quadrillaient ces zones basses (voir la Figure 161, par Castanet, sur laquelle ces aménagements sont représentés en blanc).
Des jardins, vergers et potagers entouraient les unités résidentielles à l'intérieur des établissements (voir le commentaire de A. Chase *in* Atran 1993, p. 690), d'innombrables terrasses permettaient de mettre les pentes en culture et des secteurs de forêt étaient aussi maintenus pour en tirer des ressources animales et végétales (Lentz *et al.* 2014). D'autres étaient mis en culture suivant différents rythmes de rotation, dont certains pouvaient atteindre 25 ans de façon à assurer la récupération des sols.
L'une des questions majeures concernant les pratiques agricoles est celle de l'exploitation extensive, probablement par essartage et brûlis, avec rotation, de secteurs éloignés de la cité (Atran 1993, p. 677) en complément de cette agriculture intensive intra-site bien attestée. C'est la combinaison *infield/outfield*. Elle fait l'objet d'un certain consensus - voir les commentaires à Atran (ibid.) - mais de façon assez tacite parce que, alors que les *infields* à l'intérieur des villes sont bien démontrés archéologiquement, les *outfields* demeurent invisibles pour les archéologues et ne sont attestés que par l'ethnologie : voir le travail d'Atran (ibid.) sur les Mayas Itza du Petén, mais aussi Wilk (1991), Killion (1992), Netting (1993) et Marken et M.-C. Arnauld (2023). Il faudrait parvenir à repérer dans les arrière-pays les vestiges des « maisons des champs » (*field houses*, résidences secondaires peu durables sur lesquelles nous reviendrons par la suite), une tâche compliquée pour des vestiges aussi discrets répartis avec une faible densité sur des régions de plusieurs centaines de kilomètres carrés de forêt tropicale. Deux choses sont acquises : a) les *outfields* en essartage-brûlis supposaient brûlis, donc une densité assez faible de l'habitat, ce qui pouvait, comme nous le verrons dans le cas de Naachtun, repousser la pratique à un hinterland très lointain (encore que sur ces questions de densité de l'arrière-pays, la question chronologique doive être prise en compte, nous y reviendrons également) ; b) les *outfields* sont indispensables pour maintenir une relation avec la faune comme source de viande, en la quasi-absence de domestication animale (voir les entretiens ethnographiques au Yucatán et Campeche rapportés par

[6] Outre la chasse et la faible domestication animale. Toujours sur la rareté de la domestication animale, observons que l'absence de bétail épargnait aux paysans mayas une énorme charge de travail comparativement aux paysans européens qui dédiaient une grande partie de leur énergie à la production de fourrage.

Zetina Gutiérrez et Faust 2011). Dès lors, nous disposons de trois proxies de l'agriculture en *outfields* : les maisons des champs, la faible densité de l'habitat permettant les brûlis et les proportions isotopiques de la viande dans les diètes.
Ces différentes pratiques agricoles, appliquées à des secteurs plus ou moins éloignés des villes, seront discutées en temps voulu en liaison avec la démographie et les besoins de la construction monumentale.

1.2 Cadre culturel : les grandes phases de la séquence maya

Notre recherche porte sur le Classique ancien, une période (ou, si l'on veut, une sous-période ou une phase de la période classique) que nous définirons de manière détaillée au Chapitre 2. Il convient auparavant de la situer au sein de la très longue histoire maya, avec laquelle le lecteur n'est pas nécessairement familier. La chronologie traditionnellement utilisée en archéologie américaniste (Tableau 1) est un héritage du schéma *historical-developmental* proposé pour l'ensemble du continent américain par Willey et Phillips (1958) dans *Method and Theory in American Archaeology*.

Tableau 1. Séquence chrono-culturelle de l'aire maya. De légères variations peuvent exister dans les bornes des périodes ; elles ne remettent pas en cause le schéma général.

Période	Dates approximatives
Période coloniale	A partir de 1517 - 1810 apr. J.-C.
Postclassique	1000-1517 apr. J.-C.
Classique terminal	830-1000 apr. J.-C.
Classique récent	600-830 apr. J.-C.
Classique ancien	250-600 apr. J.-C.
Préclassique récent	400 av. J.-C.-250 apr. J.-C.
Préclassique moyen	1000-400 av. J.-C.
Préclassique ancien	2500/2000-1000 av. J.-C.
Archaïque	7000-2500/2000 av. J.-C
Paléo-indien	avant 7000 av. J.-C

Il va de soi que certains des termes ne sont plus utilisés que par convention, le contenu qualitatif étique d'une division en périodes préclassique, classique et postclassique (sans parler de la période archaïque) étant bien entendu depuis longtemps dépassé. De même, nul ne considère que les limites chronologiques des phases marquent des changements soudains, radicaux et valables à l'échelle de l'ensemble du pays maya. C'est, au contraire, plutôt la diversité qui était de mise, ainsi que les transitions progressives (sauf, bien évidemment, dans le cas de l'arrivée des colons espagnols au cours de la première moitié du XVI^{e} siècle, encore que la pleine domination du territoire ait demandé plusieurs siècles). Les différences principales entre les sous-périodes successives viennent de la céramique, de l'architecture, du système politique, de l'organisation sociale et des écrits (politiques ou

calendaires). En sachant que l'évolution culturelle de l'ensemble de la zone maya est infiniment complexe, nous tenterons de guider le lecteur au cours d'un très rapide aperçu, nécessairement réducteur, des grandes tendances caractéristiques des périodes de la séquence de l'aire maya.
Les débuts de l'occupation du territoire sont évidemment mal connus, mais des restes humains vieux de 10 000 à 12 000 ans ont été retrouvés et correctement datés dans des grottes aujourd'hui submergées du Quintana Roo (González González *et al.* 2008). Nous ne nous étendrons pas sur ces périodes anciennes, dans la mesure où l'occupation considérée comme réellement maya ne débute au plus tôt qu'autour de 2500/2000 av. J.-C., avec le Préclassique ancien. L'invention de l'agriculture, dont témoignent des pollens ainsi que des grains de maïs cultivé retrouvés, carbonisés, dans un certain nombre de sites de Basses Terres centrales (dont Naachtun), remonte probablement à la toute fin de la période archaïque (Wahl *et al.* 2006), bien que les datations radiocarbones de ces vestiges, qui ne sont généralement pas associés à des restes d'habitat, posent problème (*e.g.* Nondédéo, Castanet *et al.* 2018). Cet habitat devait être totalement fait de matériaux périssables.
C'est au Préclassique ancien que la céramique serait introduite en zone maya (Sharer et Traxler 2006, pp. 160-161). La pratique d'une agriculture plus diversifiée est alors plus fermement attestée, ainsi que les débuts de la sédentarisation. Nous évoquerons la question de l'architecture monumentale préclassique au chapitre suivant, mais nous pouvons d'ores et déjà indiquer que c'est au Préclassique moyen que les premières plates-formes publiques, généralement basses, font leur apparition. Elles précèdent peut-être l'agglomération des populations dans les premières grandes cités (Estrada-Belli 2012). Les prémices d'une plus grande complexité socio-politique sont en tout cas perceptibles à travers cette capacité de mobilisation collective de la main-d'œuvre pour des édifices non strictement utilitaires, la production de monuments sculptés ou de céramique décorée. Cette complexification pourrait être liée à celle de l'agriculture, et à la capacité de certains à s'approprier les terres au meilleur rendement, mais la structure politique à cette période est encore trop mal comprise pour pousser plus avant son analyse (Doyle 2013, p. 156). Au Préclassique récent, de véritables cités dotées de milliers d'habitants et d'une architecture très monumentale (les premières véritables pyramides mayas) se multiplient dans l'ensemble de l'aire maya. Des systèmes d'écriture élaborés existaient alors en Mésoamérique, bien que peu d'exemples mayas nous en soient parvenus (voir néanmoins Saturno *et al.* 2006). Les échanges régionaux (céramique, pierres, coquillages, matériaux périssables) sur de longues distances sont courants, et remontent en réalité probablement au moins au Préclassique moyen. La céramique, monochrome ou, plus rarement, dichrome, est déjà standardisée à l'échelle de l'ensemble des Basses Terres (Forsyth 1993, pp. 89-90), ce qui témoigne de l'intensité des échanges de biens comme d'idées. Enfin, il ne fait aucun doute que les inégalités politiques et sociales sont déjà bien établies, comme l'indiquent des différences marquées dans la qualité de construction des plates-formes résidentielles ou les dépôts funéraires (Sharer et Traxler 2006, p. 274). Les grandes cités du Préclassique récent devaient connaître une vague d'abandon, peut être due, entre autres facteurs, à des sécheresses, à partir de 150 apr. J.-C. Selon le domaine d'étude et les régions concernées, il peut être pertinent ou non de pousser la précision jusqu'à distinguer un Préclassique Terminal ou encore un Protoclassique formant la transition entre le Préclassique récent et le Classique ancien. Ce pourrait être le cas à Naachtun puisque la sous-phase Balam I peut être vue, par bien des aspects, comme un moment de transition. Nous y reviendrons par la suite.
Au Classique ancien (nous renvoyons au Chapitre 2 pour une présentation plus détaillée de la période, de ses enjeux et de ses écueils), après la crise de 150 apr. J.-C., les cités et les dynasties royales se multiplient. Les stèles portant des inscriptions sculptées, associées à la célébration du pouvoir royal et dynastique des « divins seigneurs » (traduction du titre maya *kuhul ajaw*) se généralisent, mais elles ne sont pas aussi nombreuses qu'au Classique récent. Ces dirigeants absolus, dont l'importance est l'un des traits distinctifs de la période classique bien que ce modèle politique ait des antécédents préclassiques, portaient probablement la responsabilité de l'ordre cosmique et de la bonne succession des saisons et par conséquent des récoltes (Sharer et Traxler 2006, p. 297 ; Freidel 2008, p. 195). S'arrogeant une essence surnaturelle, ils jouaient également un rôle de médiateurs entre le monde divin et la population. On imagine donc bien le type de déstabilisation du système pouvant advenir en cas de sécheresse

prolongée ou plus généralement de famine. C'est au Classique récent que les supports écrits deviennent omniprésents, ce qui facilite la compréhension de cette période et n'est pas étranger au fait qu'elle est souvent considérée comme l'apogée de la civilisation maya. Ajoutons un art particulièrement sophistiqué, qui nous est parvenu, en plus des monuments sculptés en bas-reliefs, sous la forme d'innombrables céramiques à la décoration raffinée, mélange de calligraphie et de scènes polychromes où cohabitent humains, êtres surnaturels et animaux. Ces expressions artistiques sur support non périssable n'épuisent évidemment pas la créativité des artisans mayas : pensons par exemple aux broderies complexes dont les tenues traditionnelles des actuels Mayas sont l'héritage. Pour ces raisons, et pour l'abondance des vestiges dans l'ensemble des Basses Terres, le Classique récent est la période la mieux connue de toute l'histoire maya préhispanique. Dès le Classique ancien, mais encore plus au Classique récent, les inscriptions nous renseignent sur la complexité des interactions entre des dizaines de cités-États, faites d'alliances, de mariages et de conflits. Au point de vue politique, il faut donc souligner que jamais le pays maya n'a été unifié, malgré de possibles velléités impérialistes des cités les plus puissantes, comme Tikal ou Calakmul. La complexité sociale s'est également amplifiée, et une hiérarchie complexe et mouvante de titres, charges et autres attributions semble caractériser la société du Classique récent[7] (voir l'exemple discuté par Lacadena, 2008), alors qu'il est aussi possible que les artisans spécialistes et non cultivateurs aient été plus nombreux (Sharer et Traxler 2006, p. 84). La population semble atteindre au Classique récent des niveaux inégalés, et la densité de l'occupation, dans les cités comme les arrière-pays, pose inévitablement la question de la subsistance. L'environnement était alors intensément exploité, et la construction de pierre était frénétique. Même les gens du commun pouvaient bâtir des maisons maçonnées (que l'on songe, par contraste, aux pratiques architecturales, y compris élitaires, du Haut Moyen-Age européen). Il a été fréquemment observé qu'à cette période classique récente, la construction d'une architecture monumentale au service de la royauté sacrée était facilitée par l'abondance de la main-d'œuvre (Webster 2018, p. 42).

Au Classique terminal, le système dynastique de la royauté sacrée s'effondre. Durant un temps, les familles nobles exercent un pouvoir collégial, mais finalement, la plupart des cités des Basses Terres centrales sont abandonnées (*e.g.* Sion 2016 ; Nondédéo, Sion, Lacadena *et al.* 2021). Très marquée au Petexbatun (la marge ouest du Petén, autour des cours d'eau tributaires de l'Usumacinta, voir Demarest, 2004) et dans la zone centrale des Basses Terres, la dynamique d'abandon n'est pas toujours aussi nette dans d'autres secteurs des Basses Terres, comme le Belize. Le Classique terminal est même un moment de grand dynamisme dans les Basses Terres du nord. Se distinguent les régions Río Bec (Campeche), avec ses grandes maisons nobles, la région Puuc, à la frontière entre Campeche et Yucatán ou encore, au Yucatán, la cité de Chichen Itza. Alors que dans les Basses Terres centrales, l'architecture monumentale est complètement délaissée, au contraire, dans les Basses Terres du nord fleurit une architecture fort monumentale, très ornée. Si le système de la royauté sacré est abandonné, commence une ère d'échanges très intenses à l'échelle mésoaméricaine, voire au-delà. C'est d'ailleurs dans ce cadre que les premières productions métalliques (cuivre et or) parviennent, en quantités réduites, en pays maya. Si, un peu plus tard, les Tarasques du Michoacan (côte pacifique du Mexique) dominèrent la fabrication d'outils de métal de formes et d'usages variés, chez les Mayas, la métallurgie se limite essentiellement à des grelots et de petits ornements. Il est donc important de souligner, dans le cadre de notre sujet, que les Mayas ont toujours utilisé des outils de pierre dans le cadre des travaux d'architecture (ainsi que dans les autres domaines comme l'agriculture).

Au Postclassique, les Basses Terres du nord sont toujours très dynamiques, en particulier autour des capitales de Chichen Itza dans un premier temps (l'essor de la cité date du Classique terminal), puis Mayapan. Le pouvoir aurait été collectif, assumé par un conseil de membres issus de l'élite, et non plus réservé au seul roi sacré (Sharer et Traxler 2006, pp. 580-581). Il est ironique de constater que le gouvernement de Chichen Itza n'était pas de type royal, puisque c'est précisément la monumentalité des édifices de ce site qui suscita les commentaires de Norman (1849) ou E. H. Morris *et al.* (1931) sur la

[7] Peut-être que ce riche panorama est aussi dû à la multiplication des supports écrits nous renseignant sur ces différents offices.

supposée tyrannie des dirigeants qui en avaient exigé la construction. A Chichen Itza, l'importance donnée au culte de K'uk'ulkan, adoré sous diverses formes en différents secteurs de la Mésoamérique, y compris le Mexique central, bien différent du culte royal du Classique récent, aurait facilité l'extraordinaire essor des échanges commerciaux de longue distance qui caractérisent la période (Sharer et Traxler 2006, pp. 582-583). Dans les Basses Terres centrales, des cités importantes existent sur les rives et les îles des lacs de faille du centre du Petén. Le Postclassique est aussi un moment d'apogée dans les Hautes Terres volcaniques du sud du Guatemala. La conquête espagnole du Yucatán, commencée en 1517, fut lente et difficile. Il faut mentionner l'autodafé de Maní, le 12 juillet 1562, qui provoqua la perte de dizaines de codex et de centaines d'autres objets religieux mayas. La domination coloniale sur le pays maya ne fut complète qu'avec la chute de Tayasal, au Petén, en 1697. Soulignons que ce sont les Espagnols qui ont introduit aux Amériques l'usage de la roue dans les travaux et les transports. Si le principe était connu des Mésoaméricains pour des miniatures, il n'avait pas été utilisé à une échelle permettant son utilisation dans les travaux quotidiens. Les Espagnols ont également amené avec eux les bêtes de somme, inconnues en Mésoamérique (à toutes fins utiles, précisons que le lama est un animal des régions andines qui n'a jamais fréquenté la zone maya). Le transport d'éléments lourds se faisait donc à dos d'homme, sur des brancards ou sur des rondins pour des objets plus pesants et des distances courtes, et en radeau, lorsque cela était possible, pour des distances plus longues.

1.3 Naachtun : présentation du site, antécédents et cadres de la recherche

1.3.1 Présentation du site de Naachtun

Le site de Naachtun est composé de plusieurs secteurs concentriques, que l'on peut distinguer par le type d'architecture dominant et la densité de l'occupation[8]. Il est impératif de clarifier les termes employés dans ce volume, afin d'éviter toute ambiguïté dans les quantifications proposées. A quoi, correspond, donc, le « site » de Naachtun ? Cette présentation inclut également une brève description des différents groupes de vestiges, ainsi que du site naturel.

1.3.1.1 Épicentre

L'Épicentre monumental de Naachtun est composé par trois groupes codés A, B et C, alignés sur un axe est-ouest (Figure 6). Ils couvrent, au total, 33 ha. Chacun de ces groupes se trouve sur une élévation du terrain surplombant le *bajo* el Infierno, qui s'étend au nord, en territoire mexicain. A l'Ouest, le Groupe C comprend 13 stèles (7 stèles sculptées, 6 stèles lisses) et 4 autels (au moins 1 autel sculpté, 3 autels lisses) (Patrois, 2020). La majorité de ces monuments date du Classique ancien : ils portent les dates les plus anciennes du site. Le Groupe C est composé de structures funéraires, comme la Structure V, une nécropole royale, et rituelles, comme la Structure I, un complexe triadique. A ce jour, aucun des éléments qui le composent n'a pu être clairement identifié comme résidentiel. Ces édifices ont été construits, principalement au cours du Classique ancien, sur un plateau naturel aux contours largement anthropisés, qui culmine autour de 290 m snm. Il est intéressant de constater que quelques éléments du Groupe C datent de la toute fin du Classique terminal, à l'instar d'une structure en C construite à proximité de la Structure V (Sion 2019).
Le Groupe C est relié au Groupe A, vers l'est, par une chaussée intrasite longue d'environ 300 m, qui traverse une zone basse (à une altitude approximative de 275 m snm), sans doute inondable. Au milieu de cet espace, traversé par un cours d'eau saisonnier, canalisé pour drainer la partie sud du site, se trouve une pyramide à vocation funéraire, construite et modifiée à plusieurs reprises au cours du Classique ancien, La *Perdida*. Le Groupe A se trouve au centre de l'Épicentre monumental. Il est construit sur une colline naturelle elle aussi fortement aménagée, sous la forme de places et soubassements

[8] Cela n'implique aucunement une adhésion à l'idée selon laquelle le secteur résidentiel entourant l'épicentre monumental était réservé aux élites, les gens du commun étant repoussés au-delà.

étagés. La place principale du site, Place Nord, est à 292 m snm. En contrebas, la Place Ouest se trouve à 285 m snm. On trouve 17 stèles (9 stèles et 1 fragment sculptés, 7 stèles lisses) et 3 autels (tous lisses) dans le Groupe A (Patrois 2020). La majorité de ces mégalithes date du Classique récent, mais la plupart des édifices monumentaux du Groupe A remontent au Classique ancien. Parmi eux, on trouve un Groupe de Type E (voir la définition de ces complexes architecturaux au Chapitre 2). A Naachtun, la pyramide occidentale du Groupe de Type E (Structure XX), est, avec sa hauteur de 32 m, la structure la plus haute et la plus volumineuse de tout le site. L'unique terrain de jeu de balle clairement identifié du site se trouve aussi dans ce secteur. A proximité, se trouve un groupe de structures entourées d'un mur imposant, construit au Classique ancien. Il s'agit probablement d'un lieu d'activités, de culte et de réception (mais pas forcément d'habitat) réservé à l'élite royale, dès le Classique ancien et jusqu'au Classique récent. Arredondo Leiva (2010) a soutenu sa thèse de doctorat sur ce Complexe à Enceinte.
Le Groupe B se trouve directement à l'est du Groupe A, avec lequel il partage la Place Est. Sa morphologie est très différente de celle des Groupes A et C : on n'y trouve que deux pyramides. Sa construction est, surtout, beaucoup plus tardive : aucun vestige en surface n'est antérieur au Classique récent. Le Groupe B est principalement composé par un réseau dense de structures longues résidentielles, organisées autour de patios, et regroupées en trois « complexes », codés ouest, central et sud. Le Groupe B compte 18 stèles (12 sculptées et 6 lisses) et 5 autels lisses (Patrois 2020 ; le 5ème autel est visible dans un tunnel exigu aménagé par les Mayas sous la Structure XXX et n'a pas encore été formellement dégagé, Michelet et Nondédéo, communication personnelle, 2019). Une seule stèle du Groupe B, très probablement déplacée postérieurement, date du Classique ancien. Les autres, lorsqu'elles sont datées, remontent au Classique récent. La densité de l'occupation résidentielle élitaire du Classique récent s'explique peut-être en partie par la présence au nord de la Place Est d'un palais royal, la Structure 5O-5.

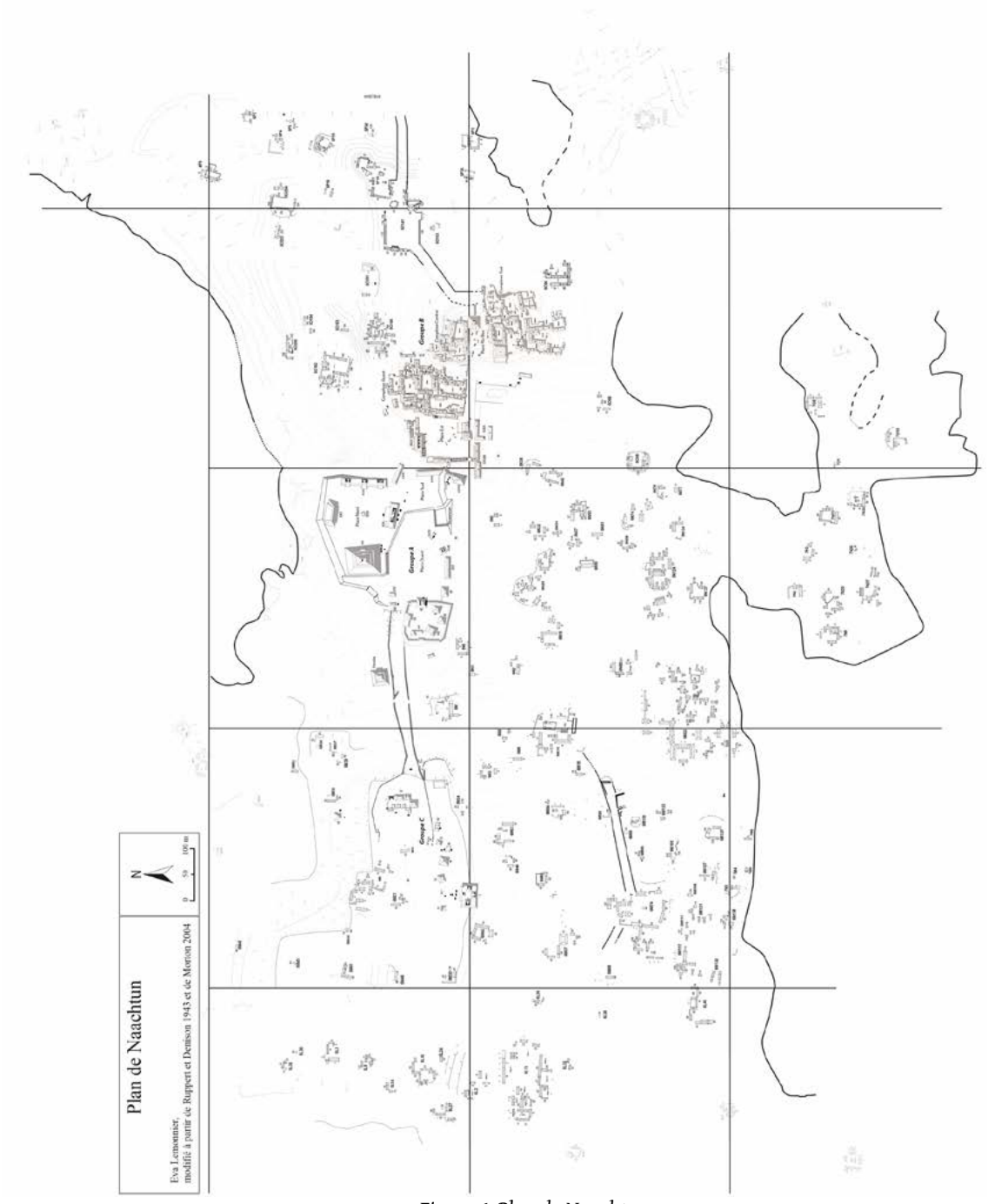


Figure 6. Plan de Naachtun.

1.3.1.2 Zone résidentielle

La zone d'habitat qui entoure l'Épicentre de Naachtun est appelée Zone résidentielle. C'est là que résidait, au Classique ancien, l'immense majorité de la population du site, puisque l'épicentre n'était pratiquement pas résidentiel, hormis sans doute pour les plus hautes sphères de l'élite politique et religieuse. Au Classique récent et terminal, la situation était quelque peu différente, puisque l'habitat était distribué entre la Zone résidentielle et le Groupe B, tous deux abondamment peuplés. La Zone

résidentielle couvre environ 170 ha et comprend environ 600 structures, identifiées et relevées au cours d'une prospection systématique de cet espace effectuée par Lemonnier et Cotom (Figure 9).

Nomenclature des échelles de regroupement résidentiel

La nomenclature des différentes échelles de regroupement résidentiel varie souvent selon les projets (voir la discussion de la question par Ashmore 1981, p. 49), c'est pourquoi il est primordial d'expliciter celle qui sera employée dans cette recherche (illustré Figure 7).
La **structure** correspond à l'unité architecturale élémentaire. Il s'agit d'un édifice, autonome sur le plan architectural, sans préjuger de sa fonction (résidentielle, stockage, mixte, réception, rituelle, bain de vapeur...). Dans la majorité des cas, une structure est construite sur une petite plate-forme l'isolant du sol. Il peut arriver que cette plate-forme supporte plusieurs structures. Dans d'autres cas, relativement rares, il n'y a pas de plate-forme et la structure est construite à même le sol. En général, leurs ruines forment, à l'heure actuelle, un monticule permettant une bonne approximation de l'emplacement et de la taille de la structure, mais il existe un certain nombre d'exceptions à cette règle (structure sans monticule, monticule ne correspondant pas à une structure, plusieurs structures englobées au sein d'un même monticule...). Une structure peut, bien évidemment, comprendre plusieurs **pièces**, mais cette échelle spatiale ne pourra guère être employée dans cette recherche, faute de données disponibles (à la différence de certaines recherches portant sur les Basses Terres du nord, où la visibilité en surface est bien meilleure qu'au Petén). La densité de l'occupation de la Zone résidentielle de Naachtun, toutes périodes confondues, est de 3,5 structures par ha.
En zone maya, les structures sont souvent regroupées autour d'un espace d'activité commun à leurs occupants, une sorte de cour au sol entretenu (qu'il soit en terre tassée ou, plus souvent, couvert d'un niveau de mortier de chaux imperméable et poli[9]), d'accès plus ou moins ouvert, c'est le **patio**. Dans certains cas, un patio peut n'être en relation qu'avec une structure isolée. On considère que les occupants partageant l'espace du patio sont membres d'une famille élargie, les familles nucléaires occupant les structures (Sanders et B. J. Price, 1968, p. 163 ; Sanders 1981, p. 358 ; C. C. Kolb *et al*. 1985 ; Haviland 1988, pp. 121-122 ; D. S. Rice et Culbert 1990, p. 17 ; Haviland 2003, p. 129). Le patio est délimité par les structures mais son pourtour peut aussi être matérialisé par des murets ou une terrasse. On estime à 226 le nombre de patios dans la Zone résidentielle de Naachtun, même si la définition de certains d'entre eux est parfois peu évidente dans certains cas de juxtaposition, ou pour certaines structures isolées dépourvues d'indices sur la localisation des activités menées en extérieur. Le patio (raccourci commode pour le groupe de structures à patio), en tant que **sous-unité résidentielle** (voir le paragraphe suivant), est l'unité de base du calcul de la population proposé dans ce volume.
Les structures sont réparties en **unités résidentielles**. L'unité résidentielle correspond à un patio entouré de structures d'habitation, ou un ensemble cohérent de patios de ce type. Le critère majeur permettant de définir la cohérence des ensembles tient à la proximité entre elles des structures qui les composent, en considérant que font partie d'une même unité résidentielle toutes les structures dont la plus proche voisine se trouve à moins de 12,5 m. En règle générale, l'observation du plan du site suffit à distinguer immédiatement les unités résidentielles, sans qu'il ne soit nécessaire de recourir à une mesure précise et les cas conflictuels sont rares, et sans grande influence sur les analyses qui sont menées à l'échelle de la Zone résidentielle. Les unités résidentielles sont codées à partir de la structure principale, la plus imposante, qu'elle soit résidentielle ou non. Par exemple, l'Unité résidentielle 6M57 est codée à partir de la Structure 6M-57. Il n'existe pas de format exclusif d'unité résidentielle. Certaines d'entre elles ne comprennent qu'une seule structure isolée, d'autres sont des complexes à patios multiples. Concrètement, dans la Zone résidentielle de Naachtun, les unités résidentielles comptent de 1 à 19 patios et de 1 à 55 structures. On en trouve 119 dans la Zone résidentielle du site. Il existe, à Naachtun, une très grande variété dans la composition des unités résidentielles, à la différence d'autres

[9] En archéologie mésoaméricaine, le terme de stuc est fréquemment employé, dépassant son acception stricte, pour désigner ce mortier, ainsi que celui qui recouvrait les édifices.

sites moins complexes dans lesquels les unités résidentielles les plus imposantes ne comptent qu'un seul patio, comme, par exemple, Pacbitun, au Belize (Healy *et al.*, 2007). Insistons donc sur cette spécificité de Naachtun, qui possède des unités résidentielles souvent complexes : même des sites bien plus importants que Pacbitun présentent une moindre diversité de la morphologie des unités résidentielles que Naachtun. Parce que cette complexité est en partie dérivée de la croissance au cours du temps des unités résidentielles, c'est une particularité qui complique l'estimation de la population. Haviland (2003, pp. 129-130) considérait que les unités résidentielles complexes pouvaient regrouper les membres d'un même lignage, descendants (effectifs ou non, biologiques ou non) d'un ancêtre commun identifié, même s'il ne s'agissait sans doute pas de la seule logique de regroupement et de croissance (*ibid.*, p. 132), la logique de lignage pouvant être parasitée par les stratégies des groupes élitaires visant à attirer et attacher à leur service les membres d'autres groupes de rang inférieur (Haviland, 2003, p. 133). Nous reviendrons sur ces questions de manière plus détaillée par la suite. Il résultait de ces dynamiques imbriquées une complexité sociale certaine : ces personnes attachées aux familles plus prestigieuses acquéraient sans doute une partie de ce prestige, si bien qu'Abrams (1994, pp. 85, 104) concluait de son étude énergétique qu'à Copan, l'investissement dans la construction résidentielle pouvait être supérieur pour le personnel de service affilié aux grandes maisons, à celui que pouvaient se permettre des familles indépendantes de moindre rang social.

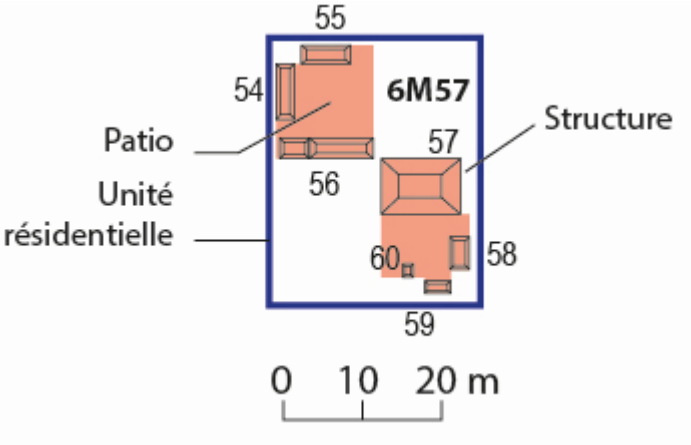


Figure 7. Nomenclature du système de regroupement dans la Zone résidentielle de Naachtun : l'exemple de 6M57.

Selon les études, les termes d'unité d'habitat, unité résidentielle, ou même, site, peuvent faire référence à des réalités proches de ce qui vient d'être exposé. A titre d'exemple, notons que Webster (2018), dans une révision historiographique de la population de Tikal, emploie, à la seule page 20, les expressions de « *residential unit* », « *residential site* », « *structure groups* » et « *grouping of house mounds* », pour désigner le type d'entité que l'on nomme, ici, unité résidentielle. A Chau Hiix, Goldsmith (2005) parlait de « *houselot* », pouvant contenir plusieurs « *households* ». Parfois, le terme d'unité résidentielle désignera une structure, la maison (au sens architectural du terme) de la famille nucléaire, alors que dans d'autres cas elle désignera un regroupement de maisons autour d'un espace commun (ce qui est appelé, ici, le patio). En l'absence d'un consensus, et pour des raisons de cohérence et de compréhension des calculs de population, on fera systématiquement appel, dans ce volume, à la terminologie qui vient d'être établie.

Éléments composant la Zone résidentielle

Au-delà des structures, un grand nombre d'aménagements ont été identifiés dans la Zone résidentielle. Carrières, réservoirs d'eau, terrasses, chaussées intra ou intersites, canaux parsèment par dizaines cet

espace. On dénombre aussi au moins trois stèles (même si l'auteur tendrait à placer le secteur allant de 5O191 à 5P18, et par conséquent la stèle qui se trouve au sud du promontoire de 5O191, au sein de l'Epicentre, dans ce qui pourrait constituer un Groupe D, d'origine préclassique, identifié sur la Figure 9) ainsi qu'un autel dans la Zone résidentielle (tous ces monuments semblent lisses, mais une étude poussée reste à effectuer).

Les limites de la Zone résidentielle

La Zone résidentielle connaît des limites bien marquées. Quelques groupes de la Zone résidentielle se trouvent au nord de l'épicentre monumental. Ils trouvent leur limite à la rive sud du *bajo* el Infierno. Le gros de l'établissement se trouve, lui, au sud de l'Épicentre. Il est limité, au sud, par un autre *bajo*. A l'ouest et à l'est, deux cours d'eau saisonniers et leur lit très encaissé forment une claire limite à la Zone résidentielle (Figure 8). C'est la population de la Zone résidentielle qui est ici calculée de la manière la plus complète et détaillée, en l'absence de données fermes sur l'arrière-pays que l'on trouve au-delà.



Figure 8. Vue de l'arroyo *encaissé qui forme la limite est de la Zone résidentielle de Naachtun. (Photo : E. Lemonnier).*

1.3.1.3 « Périphérie rurale » ou Arrière-pays

Au-delà des limites de la Zone résidentielle, commence l'arrière-pays de Naachtun. La taille moyenne des unités résidentielles, et surtout, leur densité, diminuent nettement, sur plusieurs hectomètres. La prospection pédestre a permis de constater, en effet, que l'on ne trouve plus qu'1,5 structure par ha, toutes périodes confondues. Il a été possible de penser, dans un premier temps, qu'une sorte de périphérie rurale bien différenciée du reste du site commençait avec les limites de la Zone résidentielle, cependant, le relevé LiDAR de la microrégion a révélé que la densité de l'occupation remonte rapidement dans certains secteurs, en particulier à l'ouest de Naachtun. On y trouve un grand nombre d'unités résidentielles, mais aussi des places, des pyramides (moins imposantes que celles de l'épicentre), des chaussées, des réservoirs, des terrains de jeu de balle, dans un rayon de quelques kilomètres autour de la zone centrale de Naachtun (Nondédéo et Dorison 2018).

A propos de la pertinence de distinguer la Zone résidentielle d'un arrière-pays somme toute densément occupé, il faut faire la part de l'aspect chronologique. Quand bien même l'occupation paraît, par endroits, ne presque pas connaître d'interruption, il est possible qu'avant le Classique récent (qui est la période d'occupation majoritaire révélée par la couverture LiDAR), l'établissement humain ait été bien plus resserré. Il est intéressant de constater que deux des trois stèles[10] de la Zone résidentielle se trouvent au niveau exact de ses limites (l'une à l'est, l'autre, associée à un autel, au sud), de même qu'une stèle enregistrée comme appartenant au Groupe C mais dont la position, très excentrée, en marge de celui-ci, le place de fait à la limite nord de la Zone résidentielle (Figure 9). Même si des fouilles devront déterminer la date d'érection de ces monuments, nous émettons l'hypothèse qu'ils aient marqué les limites de l'établissement de Naachtun à une période ou à une autre (la période la plus probable étant le Classique ancien). Notons tout d'abord que ces monuments ne sont en aucun cas associés à des unités résidentielles complexes. Au contraire, ils en sont nettement isolés. Il existe plusieurs exemples de la matérialisation des limites de cités mayas à leurs points cardinaux, marquant la frontière symbolique entre le domaine anthropisé des habitants de la cité et le monde naturel et sauvage. Taube (2003) proposait une synthèse ethnologique, linguistique et iconographique de la dichotomie existant sans l'ombre d'un doute chez les Mayas actuels et coloniaux, et probablement à la période préhispanique, entre le domaine de l'ordre, de l'humain, du juste, de la vertu, de la lumière et du construit (ibid., p. 465) par opposition à la nature sauvage, débridée, obscure mais aussi asociale et dangereuse à de nombreux égards (ibid., p. 466). Il semblerait que pour un Maya, il ne soit pas souhaitable que la limite entre ces deux domaines ne soit pas clairement et physiquement établie. De fait, les établissements humains coloniaux et actuels disposent souvent d'accès situés de manière plus ou moins effective en leurs points cardinaux (voir Vapnarsky et Le Guen 2011, pp. 194-195). Halperin et Hruby (2019) en donnent quelques exemples postclassiques, à la morphologie spécifique, mais il est possible que ce genre de marqueur ait existé auparavant, par exemple au Classique ancien, avant qu'une forte croissance démographique ne vienne rendre la démarcation caduque[11] (rappelons que les arrière-pays classiques anciens pourraient être moins densément peuplés qu'au Classique récent, au profit des cités, une constatation qui sera à nouveau discutée par la suite). Dans le cas où cette hypothèse serait avérée, les limites perçues dans la densité de l'occupation et la taille des unités résidentielles pourraient bien avoir eu une réalité aux yeux des habitants de Naachtun, même s'il faut bien reconnaître qu'aucune stèle n'a été trouvée à l'extrémité ouest de la Zone résidentielle, qui se trouve toutefois être le côté où l'occupation est la plus dense au-delà des limites « naturelles » supposées de Naachtun. Toujours dans le cadre de notre hypothèse, il est possible que : la stèle marquant la limite ouest n'ait pas été identifiée lors des prospections ; la stèle ait été détruite ou déplacée par les Mayas ; la stèle (et la limite de la Zone résidentielle) se trouve plus à l'ouest. Le débouché oriental d'un long *sacbe*[12] intersites, en lisière de la ravine ouest, un secteur non relevé par les prospections pédestres, pourrait être un bon candidat pour la localisation d'une éventuelle stèle marquant la limite ouest de la Zone résidentielle.

L'arrière-pays de Naachtun a été récemment caractérisé comme étant l'un des plus densément occupés (89 structures par km²) parmi une sélection de sites du Petén comprenant Tikal, Uaxactun, Holmul, El Perú-Waka', Xultun ou encore El Zotz (Canuto, Estrada-Belli *et al.*, 2018, Table 4). Cette observation, encore provisoire, obtenue par relevé LiDAR, manque de finesse chronologique, et devra être complétée par l'établissement d'une séquence d'occupation. Mais il est probable que la microrégion de Naachtun ait été densément peuplée, au moins au cours du Classique récent. Les limites de cet espace ne sont pas connues à l'heure actuelle et dépassent probablement la couverture LiDAR. Elles sont d'autant plus difficiles à définir que l'aspect chronologique est mal maîtrisé. Où commence la zone d'influence des centres voisins ? A quel moment ? Des recherches poussées seront nécessaires pour traiter cette

[10] Voir supra, la proposition consistant à considérer qu'une de ces trois stèles appartient en réalité à l'Épicentre.

[11] Voir aussi Dunning (2004, p. 99) et Garrison, Houston *et al.* (2019, p. 134) sur la nécessaire variation chronologique de cette perception de la dichotomie entre nature et culture chez les Mayas. Il est à peu près certain que la densité de l'occupation au Classique récent a grandement réduit les espaces réellement sauvages de la région.

[12] Il s'agit d'une chaussée.

question, dans le futur. A l'heure actuelle, il faut au moins mentionner l'existence du centre de Kunal, à quelques 4 km à l'est de l'épicentre de Naachtun. D'après les premiers résultats de prospections et de fouilles (Morales-Aguilar, Nondédéo *et al.* 2018) Kunal était une cité bien plus importante que Naachtun au cours du Préclassique[13], même si sa destinée, par la suite, demeure encore obscure. Il y a existé une occupation à la fin du Classique récent, mais aucune stèle classique n'y a, pour l'instant, été retrouvée, ce qui pourrait suggérer une forme de subordination face à Naachtun au cours de cette période. Quoi qu'il en soit, l'étude de l'arrière-pays de Naachtun, à peine ébauchée à l'heure actuelle, demandera de nombreuses saisons de travail.

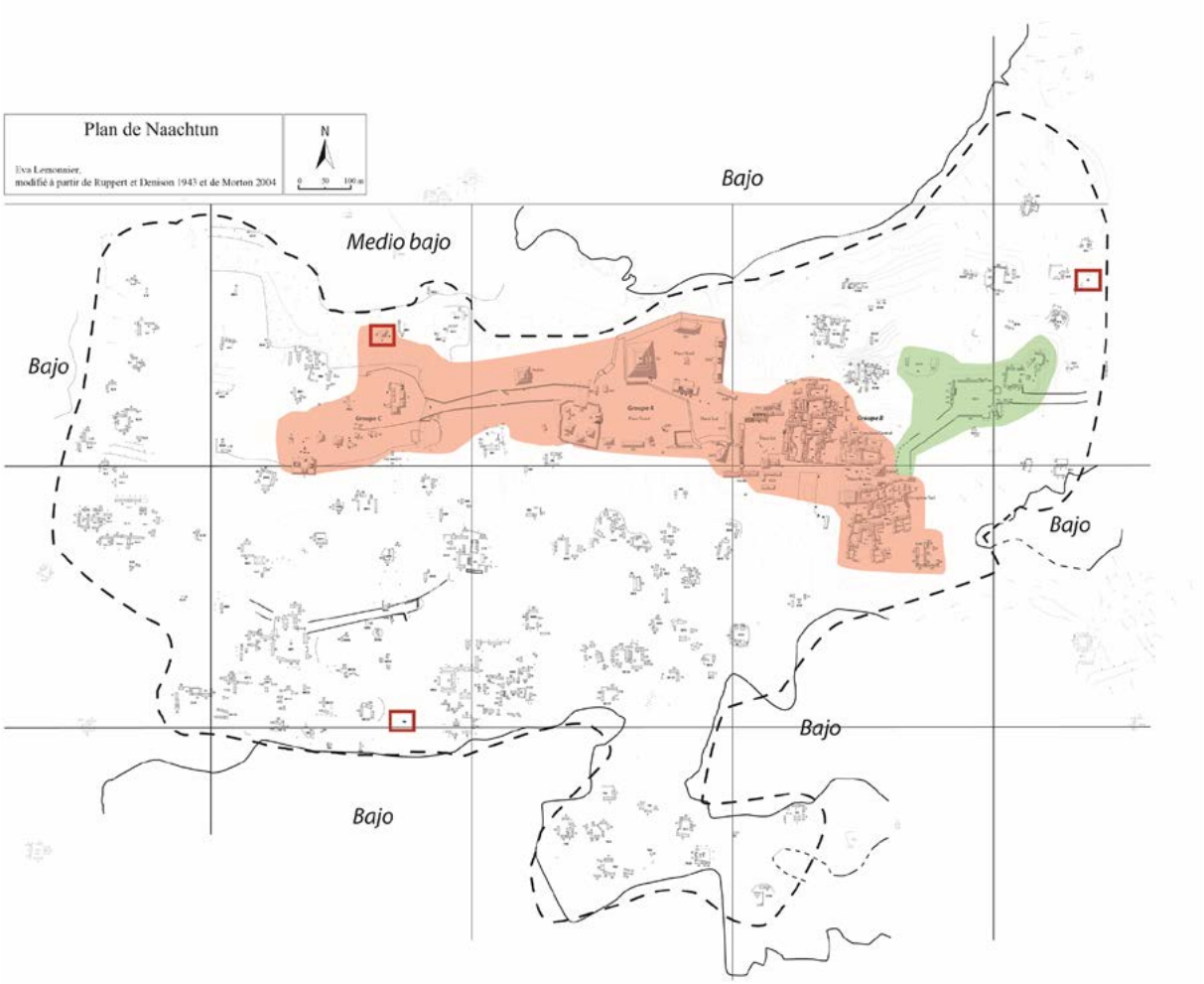


Figure 9. Plan de Naachtun mettant en évidence les limites de la Zone résidentielle (ligne pointillée). L'hypothétique Groupe D de l'Epicentre est colorié en vert. Les cadres rouges correspondent aux stèles de la Zone résidentielle discutées précédemment.

[13] On y trouve une occupation attestée dès le Préclassique moyen, d'après une analyse céramique des premiers sondages (communication personnelle, D. Perla).

1.3.2 Antécédents de la recherche à Naachtun

1.3.2.1 Premières visites et projet Carnegie

Naachtun a été découvert pour la science par Sylvanus Morley en 1922. L'archéologue américain avait été guidé sur les lieux par le *chiclero*[14] Alfonso Ovando. Alors que les *chicleros* qui parcouraient le site l'avaient nommé *El Infierno*, Morley le baptisa Naachtun, qui signifie, en langue maya yucatèque, « la pierre isolée », en référence à l'extrême difficulté d'accès au site (Ruppert et Denison 1943, p. 45), qui persiste de nos jours et complique l'organisation et la logistique des saisons de fouille. Par la suite, le botaniste Cyrus Lundell atteignit le site au tout début de l'année 1932. Pensant avoir découvert une nouvelle cité, il la nomma Nohoxna, ce qui signifie « la grande structure bien préservée ». L'état de conservation du « *castillo* » (Structure 6O-3) avait, visiblement, plus fortement impressionné Lundell que la difficulté d'accès et de séjour à Naachtun (Lundell 1933, p. 162). Pour Lundell, il s'agissait d'une cité dédiée en son entier à l'astronomie et à la célébration des solstices et équinoxes, ce qu'il déduisait de l'orientation des groupes, des stèles et des édifices (Lundell 1933, p. 163).
Lors de leurs courts séjours, Morley et Lundell ont enregistré quelques stèles, décrit des édifices et tenté les premières cartographies du site (voir, par exemple, la *Fig.* 6, ibid., qui montre essentiellement le Groupe de Type E ainsi que la Structure 6O-3). En 1933, suite au rapport de Lundell sur Nohoxna, la Carnegie Institution de Washington envoya une expédition plus conséquente, menée par Ruppert et Denison, qui se rendirent compte, à leur retour, qu'il s'agissait en réalité bel et bien de Naachtun (Ruppert et Denison 1943, p. 45). En une douzaine de jours passés sur le site, un plan très complet de l'épicentre fut établi par O'Neill. Il doit être mentionné que les dimensions maximales des édifices (non celles des monticules, mais bel et bien celles, extrêmement simplifiées, des plates-formes et superstructures) étaient rendues avec une certaine exactitude, malgré la présence de volumineux décombres. Nous avons donc fréquemment utilisé les dimensions rapportées sur ce plan pour calculer les dimensions des édifices monumentaux, bien que le détail des corps superposés n'apparaisse pas sur ce plan. C'est ce document qui a servi de base aux nouveaux plans proposés et progressivement améliorés depuis l'année 2004. C'est, par ailleurs, à cette expédition que l'on doit la division du site en Groupes A, B et C (ibid., p. 46). Ruppert et Denison se limitèrent à une description précise de l'architecture exposée. Aucune fouille, aucune restauration ne fut entreprise.
La difficulté d'accès au site a longtemps empêché l'organisation d'un programme de fouilles à Naachtun. Aussi, seules quelques visites sporadiques, en particulier de la part d'épigraphistes ou d'architectes, eurent lieu au cours de la deuxième moitié du XX^{e} siècle. Eric von Euw visita le site dans les années 1970, Oscar Quintana et Wolfgang Wurster, ou encore Nikolai Grube y firent un séjour dans les années 1990 (Arredondo Leiva 2010, p. 99). C'est, d'ailleurs, à la suite de l'une de ces visites que Grube proposa d'associer à Naachtun le glyphe-emblème de Masul, hypothèse aujourd'hui abandonnée. Il faut mentionner que la localisation et l'isolement de Naachtun en ont facilité le pillage systématique durant cette période (l'année 1985, en particulier, fut désastreuse, avec une campagne de pillage intensif de la nécropole royale du Groupe C, communication personnelle de Nondédéo).

1.3.2.2 Proyecto Arqueológico Naachtun (2004-2009)

C'est au début des années 2000 qu'un projet de grande ampleur fut lancé à Naachtun, sous la codirection de Kathryn Reese-Taylor (University of Calgary), Peter Mathews (La Trobe University) et Carlos Zamora (Universidad del Valle), puis Martin Rángel (Universidad de San Carlos). Après une première visite préparatoire en 2002, le Proyecto Arqueológico Naachtun (PAN) connut deux saisons, en 2004 et 2005. Un campement en dur fut élevé en 2004 pour permettre le séjour sur place des équipes travaillant sur le site ainsi que de ses gardiens. On doit au PAN l'élaboration d'une première séquence céramique pour

[14] Les *chicleros* sont les travailleurs qui, à cette époque, parcouraient le Petén pour extraire le *chicle*, la sève du sapotillier, alors utilisée dans la fabrication, par exemple par Wrigley's, de gomme à mâcher.

le site (Tableau 2), à partir du matériel issu des fouilles contrôlées ainsi que des déblais des tunnels de pillage, et des récipients dédaignés par les pilleurs. Les opérations de ce projet concernaient majoritairement des secteurs anciens de l'épicentre du site. Dès lors, la séquence était considérée comme plus précise pour le Classique ancien que pour le Classique récent (Walker et Reese-Taylor 2012, p. 12). Elle comprend des limites chronologiques en compte long maya[15].

Tableau 2. Séquence céramique finale du PAN. (Walker et Reese-Taylor 2012).

Phase Maya	Bornes (compte long)	Bornes (grégoriennes)	Phase PAN 2012	Phase PAN 2005
Postclassique	post 10.3.0.0.0	post 889 apr. J.-C.	K'ubul	NAA 7
Classique récent III	9.18.0.0.0 - 10.3.0.0.0	791 - 889 apr. J.-C.	Ma'ax récent	NAA 6B
Classique récent II	9.11.0.0.0 - 9.18.0.0.0	652 - 791 apr. J.-C.	Ma'ax ancien	NAA 6A
Classique moyen ou Classique récent I	9.6.0.0.0 - 9.18.0.0.0	554 - 652 apr. J.-C.	Batz'	NAA 5
Classique ancien III	8.17.1.4.12 - 9.6.0.0.0	378 - 554 apr. J.-C.	Balam récent	NAA 4B
Classique ancien II	8.13.0.0.0 - 8.17.1.4.12	297 - 378 apr. J.-C.	Balam ancien	NAA 4A
Classique ancien I ou transition	8.6.0.0.0 - 8.13.0.0.0	159 - 297 apr. J.-C.	Kan	NAA 3
Préclassique terminal	8.0.0.0.0 - 8.6.0.0.0	41 - 159 apr. J.-C.	Kutz' récent	NAA 2
Préclassique récent	? - 8.0.0.0.0	? - 41 apr. J.-C.	Kutz' ancien	NAA 1

L'un de ses intérêts majeurs consiste en l'identification d'une phase céramique de transition entre le Préclassique récent et le Classique ancien. Il s'agit, en effet, d'une période clé de l'histoire de Naachtun, puisque c'est sans doute à ce moment que la cité prit un premier essor. Cette séquence s'appuyait également sur cinq datations par radiocarbone (*ibid*., p. 15) de niveaux du Classique ancien. La qualité des contextes sélectionnés limitait, cependant, l'interprétation que l'on peut faire de ces datations, dans la mesure où dans quatre cas, le charbon daté provenait d'un remblai, et pouvait donc être plus ancien que le contexte à dater. Le relevé topographique de l'Épicentre fut amélioré (Morton 2013), ce qui permit d'identifier la pyramide la *Perdida*, passée inaperçue lors du relevé de la Carnegie Institution (Ruppert et Denison 1943) mais probablement observée par Lundell (Lundell 1933, p. 162). Au-delà de l'Épicentre, la prospection de la Zone résidentielle a été initiée par le PAN, mais n'est restée qu'à un stade préliminaire, avec la localisation de 8 unités résidentielles et d'un couple stèle autel en limite du *bajo* sud (Morehart et Rochaix 2013).

[15] Le compte long est l'un des systèmes de notation du temps employés par les Mayas. Dans ce système, la datation part d'un point 0 que les tentatives de corrélation les plus récentes situent autour du 11 août -3114 de notre calendrier. La série de cinq nombres séparés par des points indique, de droite à gauche, le nombre de jours (kin), vingtaines de jours (winal), années (en réalité, le tun correspond à 18 vingtaines de jours), vingtaines de tun (katun) et vingtaines de katun (baktun) écoulées depuis ce point de départ.

Grâce à l'ensemble de ces premiers résultats et à l'étude partielle de quelques tunnels de pillage (les édifices monumentaux n'ont, donc, pas été sondés), une séquence préliminaire de l'architecture monumentale fut proposée. Elle identifiait une tendance générale de croissance horizontale de l'Épicentre de Naachtun, d'ouest en est, du Groupe C (Préclassique récent) au Groupe B (Classique récent), en passant par l'ouest du Groupe A (Préclassique terminal et Classique ancien) et l'est du Groupe A (transition entre le Classique ancien et le Classique récent) (Walker et Reese-Taylor 2012, p. 69). Cette tendance n'est pas complètement fausse, mais la réalité est, bien évidemment, plus complexe. Ainsi, il n'est pas certain que le Groupe C soit antérieur au Groupe A, des occupations préclassiques ont été identifiées dans le Groupe B, et des occupations de la fin du Classique terminal l'ont été dans le Groupe C. Il est vrai, en revanche, que le Groupe B est, globalement, et au moins en ce qui concerne l'architecture visible, plus récent que les Groupes C et A. De même, la Place Est semble bien devenir le nouveau siège du pouvoir à la transition entre le Classique ancien et le Classique récent.

1.3.3 Proyecto Petén-Norte Naachtun (2010-2018), cadre scientifique de la présente recherche

Le Proyecto Petén-Norte Naachtun (PPNN) a pris la suite du PAN, à partir de 2010. C'est dans le cadre institutionnel et scientifique de ce projet franco-guatémaltèque que se situe cette recherche. Le PPNN est dirigé, depuis 2010, par Philippe Nondédéo, avec pour codirecteurs successifs Martin Rángel, Carlos Morales-Aguilar, Lilian Garrido et Julio Cotom (Universidad de San Carlos). Le PPNN a débuté par une première mission de faisabilité en février 2010, suivie d'opérations de fouille, en avril-mai de la même année. Depuis, chaque année, une saison de fouille d'une durée comprise entre un et trois mois a eu lieu. Les saisons 2010 à 2014 furent consacrées principalement à l'étude des périodes tardives de l'histoire du site, le Classique récent et le Classique terminal. Par conséquent, les travaux eurent principalement lieu dans le Groupe B, ainsi que, dans une moindre mesure, dans la Zone résidentielle. Les fouilles 2015-2018 avaient, au contraire, pour axe principal la période de fondation du site et son premier apogée classique ancien. De nombreuses opérations ont donc eu lieu dans les Groupes C et A. Après neuf[16] saisons de terrain et de laboratoire, le PPNN a obtenu plusieurs résultats notables, dans divers domaines. Le Tableau 3 présente la séquence chrono-céramique élaborée et utilisée par le projet.

Tableau 3. Séquence du Proyecto Petén Norte Naachtun.

Période	**Phase**	**Limites chronologiques**
Classique terminal	Muuch II	950-1150 apr. J.-C.
Classique terminal	Muuch I	830-950 apr. J.-C.
Classique récent	Ma'ax III	750-830 apr. J.-C.
Classique récent	Ma'ax II	650-750 apr. J.-C.
Classique récent	Ma'ax I	550-650 apr. J.-C.
Classique ancien	Balam III	400-550 apr. J.-C.
Classique ancien	Balam II	300-400 apr. J.-C.
Classique ancien	Balam I	150-300 apr. J.-C.
Préclassique récent	Kutz'	350 av. J.-C.-150 apr. J.-C.

[16] Au moment de la finalisation de la thèse dont ce volume est issu.

L'ensemble de la Zone résidentielle, ainsi qu'une petite partie de l'arrière-pays au-delà de cette zone, a fait l'objet d'une reconnaissance de surface et a été cartographié par Eva Lemonnier et Julio Cotom (Lemonnier et Cotom Nimatuj 2012 ; Lemonnier, Cotom Nimatuj *et al.* 2013 ; Lemonnier et Cotom Nimatuj 2014a ; 2014b ; 2016). Quant à l'Épicentre, le Groupe B a été relevé dans sa totalité par station totale sous la direction de Céline Gillot (Gillot, Michelet et Sion 2012 ; Gillot et Michelet 2014). Les deux structures les plus importantes du Groupe C (Structure I et Structure V) ont également été relevées (Gillot et Michelet 2016). Notons que le PAN avait relevé certains secteurs du Groupe A. On dispose donc d'un plan du site toujours plus précis. Par ailleurs, à une autre échelle d'analyse, la région de Naachtun a fait l'objet d'une couverture LiDAR de 135 km^2, permettant une vision particulièrement précise du site et de son arrière-pays en territoire guatémaltèque, la couverture s'arrêtant à la frontière avec le Mexique.

L'une des spécificités du PPNN est la place accordée aux études paléo-environnementales et à la reconstitution de la relation entre les occupants du site et leur milieu naturel. Des études anthracologiques (voir la thèse de doctorat de Lydie Dussol, 2017, mais aussi Dussol, 2015 ou Dussol *et al.* 2017), sédimentologiques et pédologiques ont été menées, dans les zones habitées ainsi que dans les *bajos*. Il s'avère que les *bajos* ont fait l'objet de nombreux aménagements (champs surélevés, réservoirs et autres aménagements hydrauliques), de même que les pentes qui les entourent, systématiquement aménagées par des réseaux de terrasses (Purdue 2014 ; Castanet *et al.* 2015 ; Castanet 2016 ; Lemonnier 2016 ; Purdue et Goudiaby 2016 ; Castanet 2018 ; Lemonnier 2018 ; Nondédéo, Castanet *et al.* 2018).

La séquence céramique a été précisée grâce à l'effort conjoint de plusieurs céramologues, au premier rang desquels il faut mentionner Alejandro Patiño, auteur d'une thèse de doctorat sur la céramique classique ancienne de Naachtun (2013) et Mélanie Forné (spécialisée dans les périodes récentes). Il faut aussi noter les contributions de Divina Perla, Julien Sion et Gustavo Martínez, ainsi que celle de l'auteur de cette recherche (Patiño 2011 ; Patiño et Forné 2012 ; Forné et Patiño 2013 ; Martínez et Forné 2014 ; Patiño 2014 ; 2015 ; 2016b ; Perla, Sion et Patiño 2016 ; Perla et Sion 2018). La séquence s'appuie sur une grande quantité de tessons provenant de contextes contrôlés, et correspondant à toutes les périodes de l'histoire du site, à l'exception possible d'une éventuelle occupation particulièrement ancienne (précéramique et préclassique) suggérée par des datations radiocarbones dans des zones agricoles du site, à laquelle aucun mobilier n'a pu être associé. Plusieurs programmes de datations par radiocarbone (datations décrites et commentées au Chapitre 6) ont été effectués. Pour le Classique ancien, on dispose ainsi de 18 nouvelles dates venant s'ajouter à celles du PAN. Elles correspondent, autant que possible, à des contextes (principalement : sépultures, foyers et dépôts) sélectionnés avec rigueur pour leur caractère clos et ponctuel et en collaboration avec l'anthracologue Lydie Dussol, de façon à ne retenir que des graines ou des charbons venant d'arbustes et ainsi éviter les effets de vieux bois.

La séquence d'occupation de la Zone résidentielle a été mise au point à partir des données obtenues grâce à deux programmes de sondages, les Opérations II.2 (Cotom Nimatuj, Véliz *et al.*, 2012 ; Alvarado Najarro et Cotom Nimatuj, 2013 ; Cotom Nimatuj, Hiquet *et al.*, 2014) et II.2bis, cette dernière à la charge de l'auteur (Hiquet, 2014 ; Hiquet, González *et al.*, 2014 ; Hiquet, Schwendener *et al.*, 2016 ; Hiquet et Zeceña Chenal, 2016). C'est ainsi qu'une centaine de sondages a été effectuée dans les unités résidentielles, offrant une vue d'ensemble riche et nuancée de l'occupation. La séquence sera présentée de façon détaillée dans la suite de ce volume (voir le Chapitre 4).

La séquence de construction monumentale a été établie pour la présente recherche. Elle est fondée sur une étude détaillée des informations stratigraphiques tirées d'une centaine de sondages pratiqués par les archéologues du PAN et du PPNN dans les remblais, au pied, ou au sommet des soubassements, et de l'exploration des tunnels de pillage. Mentionnons les contributions d'Arredondo Leiva (2010), Escobar Durand (2013) et Nondédéo (2014) sur le Complexe à enceinte, de Morales-Aguilar (2013), Morales-Aguilar et Mejía (2014) et Hiquet (2018) sur le terrain de jeu de balle, de Michelet (2014b) et Hiquet (2018) sur la *Perdida*, de Cotom Nimatuj (2016a ; 2016b ; 2019) sur la Structure XX, de Michelet (2016), Michelet et Zeceña Chenal (2016) et Hiquet (2018) sur le Triadique, de Michelet, Quiñonez Dardón et Escobar Durand (2013), Michelet (2014a), Michelet et Quiñonez Dardón (2014) et Hiquet (2018) sur la Pyramide

XXVII, de Nondédéo (2016), Nondédéo, Michelet et Begel (2016), Nondédéo, Begel et Rodas (2018), Nondédéo, Begel, Michelet *et al.* (2018) et Nondédéo et Dussol (2019) sur l'Acropole funéraire, de Morales-Aguilar (2014b) et Morales-Aguilar et Mejía (2014) sur la Chaussée principale du site ou de Morales-Aguilar (2012b ; 2014a), Garrido *et al.* (2014), Garrido (2016a ; 2016b ; 2019) sur diverses structures des Groupes A et C. La liste n'est pas exhaustive et sera complétée dans la suite.
Le Groupe B est un cas particulier, puisqu'il a fait l'objet d'une étude poussée, au moyen de fouilles extensives et intensives, menées, en particulier, par Julien Sion dans le cadre de sa thèse de doctorat (2016), mais il faut également citer les apports de Céline Gillot, Alejandra Díaz, Divina Perla, Jackeline Quiñonez, et Julio Cotom (entre autres) à ces opérations. La séquence de construction monumentale, encore perfectible (en partie parce que l'information chronologique obtenue par les quelques tessons dispersés dans de grands volumes de remblais manque de fermeté), a tout de même gagné en finesse au cours des dernières saisons. Des dynamiques sont apparues, qui peuvent être corrélées à celles de la Zone résidentielle, ainsi qu'aux premiers résultats des analyses épigraphiques. L'équipe composée par le regretté Alfonso Lacadena ainsi que par Ignacio Cases et par Alejandro Garay est parvenue à déchiffrer les textes de quelques stèles, malgré l'état d'érosion extrêmement avancée de tous les monuments du site, grâce à l'emploi des techniques d'enregistrement photographique parmi les plus pointues. C'est ainsi que le glyphe-emblème (toponyme et titulatures royales) de la Chauve-souris a pu être identifié pour le site, de même que des mentions sur le rôle joué par la dynastie de Naachtun dans la géopolitique régionale (Cases et Lacadena 2014b ; Nondédéo, Lacadena et Cases 2019 ; Nondédéo, Lacadena et Garay 2018).

Conclusion sur Naachtun

Après plus d'une dizaine de saisons de fouilles, les tendances qui se dessinent gagnent en fermeté. Si un seul domaine devait caractériser le Classique ancien à Naachtun, ce serait très probablement son architecture monumentale. La grande majorité des pyramides et des places du site datent du Classique ancien, et aucune construction du Classique récent n'y est aussi haute ou volumineuse que les grands édifices du Classique ancien. Fait exceptionnel dans les Basses Terres mayas (Falkenhausen 1985, p. 111), l'Épicentre classique ancien politico-religieux de Naachtun n'a pratiquement pas été modifié au Classique récent, un nouveau secteur de la cité, le Groupe B, ayant alors été aménagé plus à l'est, mais outre les places et deux pyramides, il comprend une très forte composante résidentielle, en rupture avec les Groupes A et C. C'est donc à travers un rare exemple d'urbanisme du Classique ancien en l'état qu'évolue un visiteur parcourant les Groupes A et C de Naachtun aujourd'hui. Cette remarquable situation méritait qu'une recherche soit dédiée à cet essor architectural qui coïncide avec les débuts de la cité, Naachtun étant manifestement un site Classique ancien et non pas préclassique. Plus exactement, Naachtun est une cité classique ancienne, dans la mesure où les lieux étaient occupés, de manière relativement dispersée, au Préclassique. Comprendre le rôle de cet essor architectural dans le processus d'émergence de Naachtun comme capitale est essentiel. Il s'agit avant tout de déterminer, non pas seulement la place des édifices monumentaux dans la formation du centre de gouvernement politique - comme la plupart des recherches mayanistes monographiques le font - mais le rapport entre la construction monumentale comme chaîne d'opérations spécifiques, menées par une main-d'œuvre, et les dynamiques démographiques de la ville en formation. Étant entendu que ce rapport doit être précisément inscrit dans le temps (Classique ancien) et quantifié (la construction et la population). Telle est esquissée la problématique que nous devons maintenant fonder en théorie et formuler, avant d'aborder au chapitre suivant, l'état de l'art concernant ce temps et cette quantification, puis la méthodologie.

1.4 Problématique

Michael E. Smith (2011b, p. 168-170) suggère que le niveau théorique approprié à l'analyse des cas empiriques concrets de cités archéologiques est celui de la *middle-range theory*, que l'on peut traduire

par « théorie intermédiaire », moins abstraite que la grande théorie sociale et plus adaptée à l'interprétation des données de terrain. C'est un niveau de généralisation plus à même de porter sur des données empiriques. De ce point de vue, la monumentalité est à définir moins dans sa puissance structurante des centres (dimension de l'urbanisme des capitales politiques) que dans sa signification comme marqueur de mobilisations énergétiques (quelle main-d'œuvre ? dimension de l'urbanisation de la capitale comme ville).

Quant au premier versant, celui du politique, il ne s'agira pas ici de ne considérer l'architecture monumentale qu'à travers le prisme des stratégies élitaires, puisque l'ensemble de la population devait trouver un certain intérêt à prendre part à la construction. Mais il est vrai que dans la plupart des cas, la prise de décision de la forme, de l'emplacement et de l'échelle (et par conséquent, de la mobilisation de main-d'œuvre) des édifices semble correspondre à des stratégies politiques émanant des élites. Que l'initiative vienne des élites ou de l'ensemble de la communauté, l'architecture monumentale communique un certain nombre de messages sur les constructeurs : c'est la théorie de la communication architecturale (*Architectural communication theory*), qui fait partie des *middle-range theories* mises en avant par M. E. Smith (*ibid*., p. 174-175). Smith citait l'exemple des travaux de Blanton (1989) appliqués dans une perspective diachronique à l'architecture de la vallée d'Oaxaca ou la contribution plus théorique de Trigger (1990). Il est à noter que les travaux d'Abrams (1994), sur lesquels nous reviendrons à de multiples reprises dans la présente recherche, puisque c'est lui qui a formalisé la méthode d'estimation du coût de la construction, se placent dans ce contexte théorique, dans le sens où la monumentalité en architecture y est vue comme une matérialisation du pouvoir et de l'autorité politique dont bénéficiaient les élites dirigeantes. Dans la même optique, citons aussi les travaux d'un autre spécialiste de l'approche énergétique, Michael J. Kolb (2005, pp. 143, 159). Les théories de la réception (*Reception theory*), présentées dans le même article de M. E. Smith (2011b, pp. 177-178) sont le pendant logique des réflexions sur la communication (Favro 1999 ; Holtorf 2001 ; Brysbaert *et al*. 2018). La perception de la monumentalité par la population peut être différente du message censé être porté par les édifices (Brysbaert 2015). Ce point de vue permet d'ailleurs d'approcher, autant que possible, la manière dont les populations justifiaient et bénéficiaient de l'investissement énergétique.

Sur l'autre versant, celui de la mobilisation de l'énergie nécessaire à la construction, plusieurs questions concrètes et pratiques relevant de véritables chaînes opératoires[17] (au sens de Leroi-Gourhan) devront être traitées, les principales concernant le lien entre la population et la construction monumentale. La présente recherche se situe sur ce deuxième versant, à savoir les modalités de l'articulation entre la population quantifiée et l'investissement dans la construction monumentale. Cela dit, on ne peut pas écarter le premier versant, c'est-à-dire le contexte spécifique de l'étude : au Classique ancien, Naachtun passe de l'état de simple hameau à celui de capitale politique d'importance régionale, et se dote d'une dynastie royale. Le contexte, dans tous les domaines évoqués, n'était donc pas la même entre le II^{e} siècle apr. J.-C. et le VI^{e}.

Il semble exister un lien, qui n'est pas systématique et doit être contextualisé, entre volume de la population, architecture monumentale et niveau de complexité politique d'une société (*e.g.* D. S. Rice et Culbert 1990, p. 27, voir aussi Blanton 1989 ; De Montmollin 1989 ; Marcus 1999, nous y reviendrons par la suite). La présente recherche prétend contribuer modestement à cette très vaste question de la complexité politique en rapport avec la démographie urbaine, les conditions de travail et de mise en œuvre de programmes d'architecture monumentale.

Notre réflexion commencera par une discussion des définitions de la monumentalité et leurs implications pour notre sujet (1.4.1). La question du rapport entre monumentalité et complexité sociopolitique sera ensuite abordée (1.4.2). Nous discuterons le rôle de la monumentalité architecturale dans la formalisation de l'autorité politique (1.4.3), puis poserons la question, fondamentale dans notre recherche, de la place de l'architecture monumentale dans le processus d'émergence de la cité comme communauté politique (1.4.4). Une autre question fondamentale est, bien entendu, celle du lien pouvant

[17] Ou plutôt de processus techniques, voir la critique par Djindjian (2013) de l'emploi trop systématique du concept de chaîne opératoire, par ailleurs peu utilisé, ni même formalisé, par Leroi-Gourhan.

être établi entre architecture monumentale et effectifs de population et démographie (1.4.5). Une dernière discussion porte sur les apports des approches quantitatives dans l'étude de l'investissement dans l'architecture monumentale (1.4.6).
Partons de quelques jugements généraux courants. De manière intuitive, l'essor monumental classique ancien de Naachtun semble, a priori, paradoxal à plusieurs égards, en raison du lien établi entre la monumentalité en architecture et la complexité socio-politique. L'intuition voudrait que la monumentalité de l'architecture d'une société soit un révélateur de son caractère inégalitaire, parce qu'elle est vue comme le marqueur de la capacité et de la volonté des dirigeants de mobiliser des ressources et de l'énergie pour des productions non strictement utiles. A Naachtun, le paradoxe viendrait du fait que la société du Classique récent était plus complexe et inégalitaire que celle du Classique ancien. Il s'agit d'une relation qui a fait l'objet de nombreuses études (voir 1.4.2). Elles viennent nuancer ce point de vue, par quelques contre-exemples, sans pour autant le rendre complètement caduc. En réalité, sans la prise en compte du paramètre temporel, de la main-d'œuvre disponible, et du type de structures construites, la corrélation (entre monumentalité architecturale et inégalité socio-politique) est stérile. Le volume seul, les simples dimensions des structures, même le coût énergétique pris hors de tout contexte ne sauraient constituer un indice permettant de tirer des conclusions sur la taille de la population ou le degré de hiérarchisation d'un groupe humain. Répétons que la question de la monumentalité versus complexité socio-politique, quoique primordiale, n'est qu'à la marge de ce travail, qui vise, avant tout, à corréler l'investissement dans l'architecture avec la taille de la population. Il faut pourtant tenir compte du pouvoir, parce que ces problèmes sont liés, en particulier dans le mode de recrutement de la main-d'œuvre et la durée des campagnes de construction : l'organisation socio-politique doit être connue lorsque l'on cherche à établir les implications démographiques d'une quantification en jours-personnes de la construction d'une structure monumentale. Un autre lien intuitif que l'on a tendance à établir, c'est celui qui existerait entre la taille d'une population et sa capacité à produire des ouvrages architecturaux monumentaux. Selon cette vision des choses, l'apogée de la construction monumentale de Naachtun devrait avoir eu lieu au cours du Classique récent. En effet, on pourrait supposer que plus une population est nombreuse, plus facilement elle peut assembler des forces pour construire des monuments : il est donc tentant d'établir une corrélation linéaire associant nombre d'habitants et monumentalité. Il est nécessaire de questionner les deux liens que nous venons de mentionner (avec inégalité et avec taille de population), de façon à vérifier si le paradoxe qui ressort du contexte de Naachtun existe bel et bien et, surtout, de façon à déterminer les implications des ambitieux programmes architecturaux du Classique ancien à Naachtun quant à la population du site et à son système politique.

1.4.1 Qu'est-ce que la monumentalité ?

Selon l'édition 2008 du *Nouveau Petit Robert de la langue française*, est monumentale une structure dont la taille et l'aspect lui donnent une « grandeur majestueuse ». Dans ce sens, il est certain que les programmes architecturaux du Classique ancien à Naachtun font de cette période un moment d'apogée monumental. Toutefois, ce type de définition qualitative, éminemment subjectif, pose problème. On a, par exemple, souvent tendance à qualifier une structure « d'énorme ». Mais comment comparer, alors, plusieurs structures, à partir de ces simples adjectifs qualificatifs ? Comment étudier des tendances ? Comment mesurer un coût de construction ? Lors des fouilles menées dans la zone résidentielle de Naachtun, le qualificatif « énorme » nous est souvent venu à l'esprit pour la Structure 6M-57. De fait, cette structure est l'une des plus imposantes de la Zone Résidentielle. Il n'en reste pas moins qu'avec des dimensions d'environ 20 m de côté, et une hauteur de 6 m, cette structure n'est en rien comparable aux grands soubassements des épicentres monumentaux des capitales mayas. Cela dit, la Structure 99 de Nakum (voir ses dimensions dans le Tableau 4), est, elle aussi, qualifiée « d'énorme acropole qui a fait l'objet d'un énorme programme de reconstruction » (Źrałka, Koszkul, Radnicka *et al.* 2014, p. 108). Et cette Structure 99, elle-même, paraît bien modeste face au complexe triadique *La Danta*, d'El Mirador ou face aux « enormous pyramids of the Sun and the Moon » (Sanders et B. J. Price 1968, p. 166). Pourtant,

la monumentalité de chacune de ces quatre structures a pu être désignée, à raison, par le même adjectif qualificatif, « énorme ». Il est donc nécessaire d'adopter une approche quantifiée permettant de réellement comparer les structures les unes aux autres. On reviendra sur cette question essentielle en fin de chapitre (1.4.6). Cela ne nous empêchera pas, cependant, de prendre en compte l'approche qualitative dans notre étude. La présence de bâtiments impressionnants est un phénomène loin d'être anodin, que ce soit dans la construction des rapports sociaux à l'échelle du site, comme dans le cadre plus large de l'établissement d'une capitale régionale.

Tableau 4. Dimensions approximatives de quelques structures qualifiées d'énormes dans la littérature.

Site	Structure	Longueur max. (m)	Largeur max. (m)	Hauteur max. (m)
Naachtun	Structure 6M-57	20	17	6,3
Nakum	Structure 99	85	65	6
Teotihuacan	Pyramide du Soleil	220	220	65
El Mirador	Complexe Danta	600	320	72

Dans un article fondamental sur l'interprétation de l'architecture monumentale, fondé sur une approche culturelle croisée des sociétés anciennes, l'anthropologue Bruce Trigger (1990) donnait le critère de définition principal de la monumentalité en architecture : « *its scale and elaboration exceed the requirements of any practical functions that a building is intended to perform*[18] ». Comme il le remarque, les temples ainsi que les grands tombeaux des rois et de leur entourage sont, sans doute, la catégorie qui prête le moins à confusion quand il s'agit de qualifier l'architecture monumentale, parce que c'est souvent dans ces cas que la disproportion est la plus forte entre la stricte utilité pratique et les dimensions effectives (*ibid*., p. 122). Cette définition n'est pas, toutefois, suffisante pour le cas maya qui nous intéresse. Un réservoir d'eau, une place, une chaussée ou un terrain de jeu de balle (c'est, au moins, le cas pour celui de Naachtun) sont des infrastructures dont les dimensions et la sophistication peuvent être tout à fait adaptées à leur usage pratique[19], même quand elles sont de très grande taille, d'autant plus que leur coût énergétique éventuellement élevé est « rentabilisé » par leur utilisation à long terme. Pourtant, il n'est pas question de les écarter de cette réflexion. Ces constructions entrent donc dans le calcul de l'investissement en main-d'œuvre consenti pour la construction monumentale publique à Naachtun.

Ici, bien évidemment, aux côtés du critère de monumentalité par la taille et la sophistication, il convient d'introduire le critère d'architecture publique : les places et les réservoirs avaient des usages publics, collectifs, non exclusifs de l'élite et de la famille royale. Il sera donc aussi question, ici, de structures de taille relativement modeste, mais qui ont leur place dans l'analyse, de par leur fonction, de par le mode de recrutement de la main-d'œuvre, et par conséquent, de par leur implication dans la formation de la cité. Au départ, cette distinction entre architecture monumentale et architecture publique est souvent

[18] « qu'elle dépasse, par son échelle et sa sophistication, ce qui est nécessaire pour mener à bien les fonctions qu'elle est destinée à remplir. »

[19] Une réserve : dans les Basses Terres du nord du Yucatán, la construction de longues chaussées, à l'exemple de celle qui relie Uci à Cansahcab, était sans doute plus coûteuse que la circulation sur de simples pistes déboisées, et répondait donc bien à des logiques politiques de domination et de prestige, ou peut-être à une fonction cérémonielle (processions, par exemple) Hutson et Welch 2014, p. 422.

établie pour traiter des constructions (principalement, les premiers Groupes de Type E) du Préclassique Moyen (pour Blackman Eddy, M. K. Brown et Garber 2005 ; pour Piedras Negras, Houston, Escobedo *et al.* 2003, p. 220 ; pour Ceibal, Inomata, MacLellan et Burham 2015). Ces plates-formes de dimensions modestes, construites tout en horizontalité, n'éveillent peut-être pas un sentiment d'admiration et n'évoquent sans doute pas la majesté. L'adjectif « *unprepossessing* », choisi par Houston, Escobedo *et al.* (2003, p. 219) pour les qualifier, montre bien l'aspect qualitatif et subjectif du critère de monumentalité. Pourtant, il faut bien les prendre en compte dans une étude diachronique de la construction des éléments des centres que sont devenues ces cités (Inomata, MacLellan et Burham 2015). Au-delà des plates-formes communautaires préclassiques, sur lesquelles nous reviendrons, la question de l'architecture publique de dimensions relativement modestes se pose à toutes les périodes. Toutes les structures que nous prenons en compte dans la présente recherche ne sont pas gigantesques, ni même majestueuses. Elles se trouvent, toutefois, dans l'épicentre du site, ne sont pas, pour la plupart, résidentielles, ont sans doute été construites par une main-d'œuvre recrutée sur le mode de la corvée, à l'initiative royale, et surtout, elles ont pu participer à l'établissement ou au maintien de l'idéologie royale. Enfin, elles supposent l'existence d'une communauté, d'une cité en tant que collectivité. Pour toutes ces raisons, ces structures ont joué un rôle dans la constitution des cités en tant que capitales régionales et doivent être prises en compte.

Le caractère « public » ou « privé » de certains édifices peut être sujet à discussion : Abrams (1994, p. 91) soulevait la possibilité que les palais de l'aristocratie aient pu être considérés par les gens du commun susceptibles de participer à leur construction comme faisant partie de l'architecture publique. Disons d'emblée qu'il existe pour la mobilisation de la main-d'œuvre un éventail de possibilités allant de la sollicitation réciproque de proches et voisins dans le cadre de la construction résidentielle non élitaire à la mobilisation gratuite d'une proportion de la population (dont l'importance reste à déterminer) pour de grands projets monumentaux. Toutefois, il faut d'ores et déjà préciser que, dans le contexte maya classique, le terme de corvée n'implique ni propriété des personnes, ni probablement propriété des terres auxquelles elle s'appliquait. Elle doit donc être distinguée de la corvée telle qu'on la connaît pour l'Europe médiévale ou encore des pratiques en cours dans les sociétés hawaïennes traditionnelles, souvent données en exemple dans une approche ethnohistorique des modes de mobilisation de la main-d'œuvre pour l'architecture monumentale.

Par conséquent, la fonction des structures et le mode de recrutement supposé des travailleurs doivent aussi nuancer le critère de taille pour élargir l'approche de la monumentalité. Il faut bien reconnaître que la question du mode de recrutement est, dans certains cas de structures aux dimensions modestes, quelque peu arbitraire. Elle l'est surtout si la structure est prise isolément, hors de tout contexte spatial et chronologique. Mais les dirigeants du site auraient-ils permis que des individus n'ayant pas accès à une main-d'œuvre mobilisée par corvée royale utilisent l'espace public des places de l'épicentre pour y construire leurs propres structures rituelles ou leur palais ? Il est probable qu'un certain monopole de la construction dans ces secteurs ait existé au profit des membres de la dynastie[20]. Il y aurait eu, en somme, un type de lois somptuaires sur la construction, une hypothèse que Lisa Lucero (2007) se proposait de discuter, en suggérant que certains temples du site secondaire de Yalbac pourraient avoir été construits à l'initiative des dirigeants, alors que d'autres, plus modestes, auraient été construits pour des familles nobles de rang moins élevé (Lucero 2007, p. 419). Les indices concrets de telles lois somptuaires sont assez difficiles à détecter. Lucero (ibid., p. 410) rappelait que dans le contexte postclassique, des Hautes Terres guatémaltèques aux Basses Terres du Yucatán, chaque grande famille faisait construire un temple à sa divinité tutélaire dans l'épicentre. La conséquence évidente est que la main-d'œuvre ne pouvait être recrutée au sein de l'ensemble de la population, mais seulement auprès des affiliés à chaque famille. A la période classique, le régime politique de royauté sacrée (sur la différence entre les régimes politiques classiques et postclassiques, voir *supra*, la Section 1.2) rend l'idée

[20] Le terme de dynastie correspond à l'appropriation du pouvoir par un groupe social (*primus inter pares*), y compris les mécanismes de transmission, pas nécessairement par filiation ou parenté biologique.

de solides lois somptuaires assez plausible. La construction des palais nobles aurait été de l'ordre du privé.

1.4.2 Peut-on obtenir une correspondance directe entre la monumentalité architecturale et la complexité de l'organisation socio-politique ?

Généralement, en archéologie mésoaméricaine, la monumentalité de l'architecture est directement corrélée à l'inégalité politique et sociale. En d'autres termes, selon cette vision des choses, seule une entité politique disposant d'un très fort pouvoir sur la population est capable d'effectuer l'investissement énergétique éventuellement non-utilitaire et non-nécessaire que demande l'architecture monumentale (*e.g.* M. D. Coe 1956). Plus l'investissement (demande en main-d'œuvre et en matériaux) serait fort, plus le pouvoir serait important. Mais il y a bien longtemps que l'on sait que l'on ne peut pas tirer d'inférences systématiques d'ordre socio-politique de la présence d'architecture monumentale (voir par exemple Sanders et B. J. Price 1968) et les tenants de cette logique la limitent généralement à des comparaisons au sein d'un même contexte politique, social et culturel (par exemple, investissement dans l'architecture résidentielle comme marqueur valable des différences entre habitants d'une même cité inégalitaire, Arnold et A. Ford 1980, Carmean 1991, Abrams et Bolland 1999, p. 268). Il y a, dans cette perspective, une logique indéniable selon laquelle l'architecture monumentale est une matérialisation de l'autorité, du pouvoir politique et social (voir les discussions de Trigger 1990 ou Peterson et R. D. Drennan 2011). Bien entendu, lorsque cette logique est appliquée, il faut la nuancer notamment par la taille de la population ou des unités familiales et sociales qui la composent et par la durée des épisodes de construction. Mais elle se trouve bien, tout de même, au cœur des analyses énergétiques d'Abrams. Ainsi, selon Abrams et Bolland (1999, p. 267) :

« *The central assumption in architectural energetics is that expenditures of energy in architecture positively correlate with heterarchic or hierarchic complexity of the political system*[21] ».

Le type et la fonction des structures construites jouent un rôle primordial dans cette analyse. L'investissement en main-d'œuvre pour la construction de temples, de palais et de tombeaux implique un pouvoir plus inégalitaire que la construction de fortifications ou d'aménagements agricoles, aussi monumentaux soient-ils, puisque la population ne dégage pas de réel bénéfice de la monumentalité des premières structures citées. Ainsi, pour M. D. Coe (1956, p. 393) :

« *[...] if the majority of buildings in any one Classic Maya center were dedicated to the future life of certain individuals, then those persons must have possessed a great deal of political power to requisition the enormous amount of labor necessary for the erection of those monuments*[22] ».

La corrélation entre architecture monumentale et complexité socio-politique peut être menée à différentes échelles : par exemple à travers une approche culturelle comparatiste croisée, prenant en compte différentes sociétés, au-delà de tout cadre chronologique ou géographique. Il s'agit, dans ce cas, de déterminer si la présence d'architecture monumentale reflète l'existence d'une société particulièrement complexe et inégalitaire (*e.g.* Peterson et R. D. Drennan 2011), mais selon cette approche, à s'en tenir au strict critère de la monumentalité qualitative, on s'aperçoit que les sociétés

[21] « Le présupposé central dans l'approche énergétique est que l'investissement de l'énergie dans l'architecture peut être corrélé avec le degré de complexité hétérarchique ou hiérarchique du système politique. »
[22] « Si la majorité des constructions dans un centre maya classique étaient vouées à la vie dans l'au-delà de certains individus, alors ces gens devaient disposer d'un grand pouvoir politique pour ainsi réquisitionner l'énorme quantité de travail nécessaire à l'édification de ces monuments ». Cette *future life* désigne bien, dans la phrase de Coe, la vie après la mort, dans le contexte d'une étude intitulée *The Funerary Temple among the Classic Maya.*

les plus complexes et inégalitaires n'ont, en aucun cas, le monopole de la construction monumentale (Brysbaert 2018, p. 22). Les exemples de constructions monumentales réalisées sans la présence d'un État formel parsèment la planète et Kaplan (1963), Houston, Escobedo *et al.* (2003), Inomata, MacLellan et Burham (2015) ou Webster (2018) en proposent une ample sélection. Houston, Escobedo *et al.* (2003, p. 235) rappelaient, en particulier, que de vastes systèmes de terrasses agricoles, d'une monumentalité sans pareille, ont été construits par les Ifugao, une société des Philippines au stade de la chefferie, « *highly egalitarian* » précise Webster (2018, p. 71) qui a recours au même exemple. On trouve aussi d'innombrables terrasses dans les Andes, bien avant l'unification par les Incas. La question des terrasses agricoles permet, d'ailleurs, une comparaison intéressante, dans la mesure où plusieurs prospections, au sol ou via l'imagerie LiDAR utilisée par de nombreux projets dans les Basses Terres mayas (Canuto, Estrada-Belli *et al.* 2018), ont montré que les terrasses étaient omniprésentes autour des cités, suscitant parfois des inférences sur le degré d'organisation politique que ces aménagements impliquaient (*e.g.* A. F. Chase et D. Z. Chase 1998, pp. 72-73). Il est, en réalité, assez peu probable que ces terrasses, aussi nombreuses soient-elles, constituent réellement un indice de l'omniprésence de l'autorité royale sur l'ensemble du territoire (Houston, Escobedo *et al.* 2003, p. 235 ; Webster 2018, *Appendix C*), ce qui ne signifie pas qu'une telle autorité n'ait jamais existé. En général, les terrasses sont construites et entretenues de manière continue durant de très longues périodes, ce qui diminue l'intensité de l'investissement en jours-personnes (Dunning 1995, pp. 66-68) ; comme on l'a vu, la monumentalité doit se quantifier en termes d'intensité économique, sociale et temporelle de l'investissement énergétique.
Certains chercheurs (Johnson et Earle 1987, p. 237) envisageaient une succession évolutionniste du recrutement familial au recrutement par la corvée en passant par la mobilisation festive, qui accompagnerait la complexification sociale. Mais M. J. Kolb (1997, pp. 279-280) démontrait, par son analyse de l'évolution du type de recrutement privilégié à Hawaii entre le peuplement de l'archipel et le contact avec les Européens que les types de mobilisation répondaient à un tout autre schéma. De multiples scénarios sont possibles et supposent une attention précise aux contextes locaux (foncier, historique..., voir également Brunke *et al.* 2016, p. 255) : ainsi, à Hawaii, le recours majoritaire à la mobilisation festive a fait suite à une période au cours de laquelle la mobilisation privilégiée était la corvée (M. J. Kolb 1997).
Le travail de Kolb nous permet d'introduire une deuxième approche : on peut aussi mener la réflexion à l'échelle d'une seule société, ou d'un seul espace géographique, sur le long terme. La question, dans ce cas, est de savoir comment l'investissement dans l'architecture monumentale reflète les grands changements de système politique et social. C'est, par exemple, l'approche adoptée par Marcus (1999) à l'échelle de la Vallée de Oaxaca entre 1 350 av. J.-C. et 500 apr. J.-C. Elle propose un schéma évolutionniste corrélant les changements dans l'architecture publique et monumentale et l'évolution du système politique. On y observerait une tendance à la complexification des structures politiques et sociales, de plus en plus inégalitaires, allant de pair avec une augmentation du volume, de la hauteur et du coût énergétique des édifices publics. Au cours du temps, et dans le même schéma évolutionniste, on constaterait, aussi, une diminution de leur accessibilité au plus grand nombre. Malgré la comparaison proposée en ce sens par Marcus (*ibid.*, p. 74), ce schéma s'applique mal aux Mayas. On note bien, dans les Basses Terres, une tendance à la fermeture progressive des structures et complexes au Classique terminal (*e.g.* Sion 2016), mais la tendance à l'augmentation de la taille et de la hauteur des structures souffre, elle, de trop d'exceptions (dont Naachtun fait partie) pour constituer un modèle général. L'architecture d'un grand nombre de sites entre le Préclassique moyen et le Classique ancien est souvent plus volumineuse que l'architecture du Classique récent. Estrada-Belli (2005, p. 195) observait, par exemple, que l'architecture du centre préclassique moyen de Cival était bien plus imposante que celle du grand site classique le plus proche, Holmul. Le cas maya montre donc que sur le long terme (échelle millénaire), une société peut devenir de plus en plus complexe sur le plan politique et social sans que cela ne s'accompagne d'un investissement toujours plus important dans la construction monumentale publique. Il est assez couramment admis que l'architecture publique monumentale sert avant tout lors des phases de formation d'un pouvoir politique fort afin de le consolider. A Naachtun, cette thèse, sur laquelle on reviendra ci-après (1.4.3) peut être utile dans le

cadre de l'étude des premières constructions de l'Épicentre, à la transition entre le Préclassique récent et le Classique ancien. Quoi qu'il en soit, pour la majorité des chercheurs qui se sont intéressés à la question, la présence d'architecture monumentale n'est pas suffisante pour prouver l'existence de l'État (Erasmus 1965 ; Webster 2018).

1.4.3 Architecture monumentale, formalisation et consolidation de l'autorité politique

L'architecture monumentale est en effet fréquemment mise en place en période d'instauration d'un nouveau pouvoir. Le concept de *place making* « constitution d'un lieu », recouvre l'ensemble des opérations matérielles (et immatérielles) permettant de formaliser l'autorité politique et son exercice (A. T. Smith 2003 ; Murakami 2019, p. 272). En ce sens, l'investissement dans la construction monumentale pouvait aussi être symptomatique de la fragilité d'un pouvoir encore mal établi, en particulier, en contexte d'instauration d'un nouveau régime.

« *There is some evidence that the need to express power through the medium of monumental architecture may be greater during the formative stages of early civilizations or at times when the degree of centralized power is increasing.*[23] » (Trigger 1990, p. 127).

De même, pour Abrams (1994, p. 92), qui s'appuyait sur la publication de Trigger (1990),

« *periods of greatest stress on the social system (e.g., the earlier stages of state formation and consolidation) should correlate with time of greatest public architectural activity*[24] »

ou encore (Abrams et Bolland 1999, p. 268) : « *The emergence and expansion of new types of societal institutions often require the construction of new types of architecture and the scale and complexity of that architecture should correspond with the scale and complexity of those new institutions*[25] ».

Toujours dans le même ordre d'idée, Kaplan (1963, p. 404) soulignait que « *monument building and its attendant artistic features may function as a system-maintaining mechanims of a weakly organized polity*[26] ».

Dernier exemple, cette hypothèse était aussi récemment formulée par Kim et Heo (2019, p. 49) à propos de la Corée ancienne, où la construction monumentale aurait été un mécanisme d'intégration au royaume de nouvelles provinces.
Il est possible que le type et la fonction des structures monumentales privilégiées à un moment donné reflètent jusqu'à un certain point les dynamiques politiques en cours. Il a pu être observé que la construction de grands temples d'ordre collectif arrivait généralement au début des séquences d'occupation des cités, avant que les grands palais ne soient finalement privilégiés (Trigger 1990, p. 128). Ces dynamiques de long terme ont été observées en Égypte ancienne ou à Teotihuacan (Murakami 2015,

[23] « Il a été démontré que le besoin d'exprimer le pouvoir par le biais de l'architecture monumentale pourrait être plus fort durant les étapes formatives des civilisations anciennes ou à des moments d'intensification de la centralisation politique. »
[24] « Les périodes de forte pression sur le système social (par exemple les étapes anciennes de la formation et de la consolidation de l'État) devraient correspondre aux moments de plus grande activité dans l'architecture publique. »
[25] « L'émergence et l'expansion de nouveaux types d'institutions sociales exigent souvent la construction de nouveaux types architecturaux et l'échelle et la complexité de cette architecture devrait correspondre à l'échelle et à la complexité de ces nouvelles institutions. » Nous retrouvons, ici, la corrélation entre complexité de l'architecture et complexité socio-politique.
[26] « La construction monumentale et sa décoration associée pourraient fonctionner comme des mécanismes de maintien du système pour les entités politiques à l'organisation peu affermie. »

p. 278 ; M. Drennan et M. J. Kolb 2019). L'établissement de la séquence de l'architecture monumentale de Naachtun permet de déterminer que de semblables tendances s'y dessinèrent.
Si l'architecture monumentale était un mécanisme de l'instauration ou du maintien des institutions en quête de légitimité, cela pourrait-il avoir eu pour corollaire la dynamique opposée, dans les contextes de pouvoir mieux établis ? Dans un tel contexte (et malgré la violente critique portée à cette vision des choses par Erasmus 1965, p. 278), un moindre investissement dans l'architecture monumentale pourrait être vu comme un signe de maturité et, surtout, de stabilité politique (Trigger 1990, p. 127). Dans le même ordre d'idée, Lincoln (1985, p. 78) interprétait une diminution de la richesse des tombes élitaires de Uaxactun entre le Classique ancien et le Classique récent par une logique semblable : « *it is possible that the social order was sufficiently well established that the outward show of wealth in mortuary riuals were not necessary*[27] », une interprétation à mettre en parallèle avec les observations de Childe (1945, pp. 16-17) sur l'évolution des pratiques funéraires de différentes sociétés de l'Ancien monde. Quand il ne serait plus nécessaire au pouvoir en place de réaffirmer sa légitimité, l'échelle de la construction pourrait donc éventuellement diminuer.
On atteint ici le point extrême des théories reliant monumentalité et complexité socio-politique s'agissant de corréler « l'échelle et la complexité » (Abrams et Bolland 1999) de l'architecture et des systèmes politiques. Nous aurons à y faire référence, mais notre recherche ne s'inscrit pas à ce niveau de généralité. Notre objectif est d'étudier l'évolution d'un site : dans la présente recherche, les changements distingués le sont à l'échelle d'un dirigeant, ou d'une phase de la séquence du site. C'est donc un niveau de généralité très inférieur, pour ainsi dire historique. On cherche à comprendre les dynamiques propres à Naachtun, à l'échelle des sous-phases du Classique ancien, avec autant de précision que possible. Cette recherche se veut plus quantifiée, mais elle est équivalente à celle de Houston, Escobedo *et al*. (2003) sur l'histoire politique de Piedras Negras, ou de Jones (1991) sur celle de l'épicentre de Tikal, et plus systématique que l'effort de Cheek (1986) sur l'évolution de Copan. Cheek (*ibid*.) a proposé, pour Copan, une première étude systématique sur ces questions, en comparant la courbe de variation du volume de la construction monumentale d'un secteur de l'épicentre au cours du temps à l'histoire politique de la cité. Comme on le verra de manière plus détaillée dans le Chapitre 3, il est souvent possible de corréler investissement dans l'architecture monumentale et degré de capacité ou puissance du pouvoir politique, mais les courbes peuvent aussi diverger (voir les options envisagées par Murakami 2015 pour l'évolution de Teotihuacan). Quoi qu'il en soit, toutes les questions que cette proposition de corrélation implique sont importantes et méritent une attention soutenue au contexte.
Comme on le précisera par la suite, les dynasties en place dans les cités mayas à la période classique ont été fondées, pour beaucoup, au cours de la première moitié du Classique ancien, avant la fin du V^{e} siècle. Si la fondation des dynasties est souvent caractérisée par un essor de la construction monumentale, celle-ci n'est toutefois pas l'apanage des dynasties classiques, et la monumentalité en pays maya est bien plus ancienne que la fondation de ces lignées royales. Mentionnons que les inégalités sociales et la présence d'élites ne sont pas non plus apparues avec les dynasties classiques et les précèdent aussi largement (Doyle 2013, p. 199). Mais il semblerait que dans un premier temps, au cours du Préclassique moyen, l'investissement dans la construction monumentale ait joué un rôle dans l'attraction et la stabilisation de populations encore très mobiles (Estrada-Belli 2012 ; Inomata, MacLellan, Triadan *et al*. 2015), nous y reviendrons par la suite. La décision de procéder à ce type de construction dans des dimensions éventuellement peu impressionnantes, pourrait avoir été collective, et reposer sur l'intérêt de la communauté (*e.g*. Doyle 2013). C'est ainsi que les premiers Groupes de Type E furent construits au Petén, durant le Préclassique moyen, à El Palmar, Nakbé, Cival, Ceibal, Tikal, San Bartolo … Plusieurs auteurs (Houston, Escobedo *et al.* 2003 ; Doyle 2013, p. 157) insistent sur l'aspect communautaire de ces constructions, le travail en commun ayant contribué à renforcer cette appartenance collective, peut-être dès le Préclassique moyen. Pour cette période prédynastique, la réunion festive pourrait également

[27] « Il est possible que l'ordre social ait été suffisamment bien établi pour que l'exhibition ostentatoire de richesses dans les rituels funéraires soit devenue inutile. »

faire partie d'une stratégie de la part des élites pour attirer de la main-d'œuvre. C'était l'interprétation de McCurdy (2019, p. 223) pour les antécédents préclassiques du *Castillo* de Xunantunich.
Par la suite, les élites dynastiques n'ont donc fait que s'approprier / détourner un mode de mobilisation collective existant auparavant, en lui donnant une échelle nouvelle. Il a tout de même fallu parvenir à convaincre les habitants de dépenser leur énergie dans des projets dont le retour direct à leur bénéfice était moins évident que dans le cas de la collectivité à régime non dynastique. La religion, au cœur de laquelle se plaçaient les souverains classiques en tant qu'intermédiaires d'essence surnaturelle (Sharer et Traxler 2006, p. 89 ; Martin et Grube 2008, p. 14 ; Baron 2016), a pu jouer un rôle dans cette stratégie puisque l'on observe que dans ce contexte, les constructions privilégiées sont avant tout des temples.

1.4.4 L'architecture monumentale préside-t-elle à l'émergence de la cité comme communauté politique ?

S'il s'avérait que l'on pouvait corréler la présence d'une population résidant sur place et la présence d'une architecture monumentale (et nous reviendrons sur le lien entre architecture monumentale et population par la suite), l'une des questions les plus fondamentales pour comprendre le processus d'essor d'une grande cité, capitale régionale, serait celle de l'antériorité de l'un de ces deux aspects. Est-ce la population, déjà installée, qui permet de mener à bien des programmes architecturaux ambitieux ? Ou, au contraire, est-ce que l'exécution de grands projets monumentaux permet l'attraction de nouveaux habitants et sert de catalyseur à l'essor de la cité ? Il s'agit d'une question qui se pose pour plusieurs capitales mésoaméricaines. L'architecture monumentale est-elle une cause ou une conséquence de la concentration de la population ? Avant même celle de ce système de causalité, la question chronologique de l'antériorité, celle du rythme de ces processus, est à poser même si les problèmes de datation des contextes limitent nécessairement la précision et la finesse de l'étude.
La question de l'antériorité de la concentration démographique sur la monumentalité architecturale est complexe car elle exige que les architectures en question soient clairement définies en termes des bénéfices et des bénéficiaires. La théorie du *settlement scaling*, ou « lois/effets d'échelle » (Pumain 2007 ; Bettencourt 2013) pose que la densité de l'occupation d'une ville augmente avec sa population. La densité et la taille de la population impliquent, indirectement, une plus grande monumentalité (Hanson *et al.* 2019, p. 704). Dès lors, dans ce contexte, c'est la taille de la population d'une cité qui est le critère majeur expliquant et précédant la monumentalité - au moins en ce qui concerne les infrastructures, les places et les rues. Cela vaut pour le contexte de l'Antiquité européenne (*ibid*., p. 705, 713), mais aussi dans les cités précolombiennes (Ossa *et al.* 2017, p. 470 ; Hanson *et al.* 2019, p. 715). Pour Ossa *et al*. (2017, p. 470), en Mésoamérique, plus un site est peuplé, plus l'espace disponible *per capita* sur les places est réduit, ce qui tend à confirmer que taille de la population et densité vont de pair.
De quoi parle-t-on ? Si l'on se réfère à la définition de la monumentalité par Trigger (1990) : non seulement, dans le cadre théorique du *settlement scaling*, l'échelle des infrastructures ne serait pas démesurée par rapport à leur destination, mais c'est même parfois l'inverse, les places et les rues devenant trop étroites pour la population au fur et à mesure que la densité augmente (Ossa *et al.* 2017, p. 470 ; Hanson *et al.* 2019, pp. 712, 715). Dans le cadre de notre recherche, il est bien évident qu'il faut adopter un angle moins fonctionnaliste que celui des infrastructures « desservant » toute la population urbaine et en revenir à une définition de la monumentalité plus proche des préoccupations de Trigger (1990) : la monumentalité aurait plus certainement été un outil de communication politique, de façon à affermir le pouvoir et attirer de nouveaux habitants. Certes, nous avons nous-même souligné les cas ambigus des réservoirs d'eau et des chaussées (« infrastructures ») par rapport aux tombeaux et pyramides, mais quoi qu'il en soit, comme A. F. Chase et D. Z. Chase (2016, p. 9) le précisent bien, on n'observe pas, à Caracol, une augmentation de la densité de l'occupation avec la croissance de la population. En réalité, en ce qui concerne les cités mayas, les effets d'échelle sont loin d'être démontrés. A Teotihuacan, une cité à forte croissance et forte densité de population, les archéologues se sont, très tôt, demandés si la construction de la très volumineuse Pyramide du Soleil avait catalysé la création de la cité, par attraction et fixation des populations, ou si, au contraire, c'était grâce à l'existence d'une cité densément peuplée, soutenue économiquement par les ressources de l'arrière-pays, que la

construction de la pyramide avait été possible. Dans un premier temps, Sanders et B. J. Price (1968, 175 *passim*) avaient adopté une position matérialiste pour expliquer l'essor de la cité, sur des bases écologiques : une fois l'agglomération humaine rendue possible par des critères matériels, la construction monumentale aurait été possible (voir, sur cette reconstitution des événements, la discussion de Fash et Agurcia Fasquelle 2005). Millon (1981) proposait, à l'inverse, dans une approche moins fonctionnaliste, que la construction de la Pyramide du Soleil ait été le projet catalyseur de la formation de la cité. Sa proposition a été contredite par de récentes données de terrain. Murakami (2015, p. 278) rapportait que :

« *Millon (1981, p. 235) suggests that the "decision to build the pyramid may be what precipitated the decision to concentrate the population in the city". [. . .] Current evidence suggests that monumental construction was rather one of the consequences of population concentration*[28]. »

En effet, Murakami rappelle que les recherches les plus récentes aboutissent à un décalage, dans la séquence de construction du site, de la construction de la Pyramide du Soleil de la phase Tzacualli (1-150 apr. J.-C.) à la phase Miccaotli, plus tardive (150-250 apr. J.-C.). Sugiyama (2012, p. 220) évoque une phase Tzacualli légèrement plus longue, se terminant autour de 200 apr. J.-C., mais il situe la construction des pyramides à la toute fin de cette phase : en bref, les deux auteurs placent donc la construction autour de 200 apr. J.-C. Dans tous les cas, la construction de la pyramide ne se ferait plus au tout début de l'histoire urbaine du site, mais après plus d'un siècle d'urbanisation (un modèle qui ne fait toujours pas l'unanimité, cependant ; voir la discussion récente de Torras Freixa 2018). D'après Sugiyama (2012, pp. 219-220), toutefois, urbanisation et architecture cérémonielle sont bel et bien liées, mais pas par la construction des grandes pyramides. C'est, davantage, la construction de plates-formes publiques, beaucoup plus basses, qui est concomitante de l'agglomération de la population. Ces projets architecturaux sont assez largement antérieurs à la construction des étapes les plus monumentales des grandes pyramides puisqu'ils remontent à la phase Patlachique (150 av. J.-C.-1 apr. J.-C.).
A Copan, Wingard (2013, p. 151) suggérait que l'intense effort de construction monumentale au Classique ancien avait été facilité par la présence sur place d'une population relativement concentrée, sans que le chiffre brut de population soit pour autant très élevé (à peine plus de 2 000 habitants). A Ceibal, en revanche, il semblerait que la construction de structures publiques relativement monumentales au cours du Préclassique moyen ait précédé l'installation et la sédentarisation à grande échelle de population (Inomata, MacLellan, Triadan *et al.* 2015). Estrada-Belli (2012, p. 219) était parvenu à la même conclusion à propos de Cival, un autre site du Préclassique moyen, dans sa contribution à la publication collective *Early New World Monumentality* (Burger et Rosenwig 2012) :

« *It is just possible that monumentality, in some cases, may have served as the catalyst for the development of more formalized political institutions rather than being its correlate or by-product*[29] »

à condition de sous-entendre que les « institutions politiques formelles » aient nécessairement servi une population nombreuse. Mais il ne faut pas confondre les contextes. L'histoire de la fondation de Ceibal ou Cival se place dans un contexte très différent de celle de Teotihuacan. En effet, le Préclassique moyen dans l'aire maya est le moment du début du phénomène de l'agglomération, c'est-à-dire du passage progressif du nomadisme à la sédentarité, puis à l'installation de la population autour d'un même site. Pour Teotihuacan, à la fin du Préclassique récent, les centres publics et monumentaux bien peuplés existent déjà depuis longtemps dans le Bassin de Mexico. Dans ce cadre, le cas de Teotihuacan

[28] « Millon (1981 : 235) suggérait que "la décision de construire la pyramide pouvait avoir été l'élément ayant provoqué la décision de concentrer la population dans la cité". [...] Les données actuelles suggèrent que la construction monumentale a plutôt été l'une des conséquences de la concentration de la population. »
[29] « Il est, tout simplement, possible que la monumentalité, dans certains cas, ait servi de catalyseur dans le développement d'institutions politiques formelles, au lieu d'en être une implication ou un corollaire. »

pourrait permettre une comparaison avec Naachtun bien plus pertinente que celui de premiers centres mayas du Préclassique moyen, bien que Teotihuacan ait été beaucoup plus peuplée que Naachtun. Tout comme le Bassin de Mexico, la Région de Mirador est, à la fin du Préclassique, un secteur de la Mésoamérique où le fait urbain est en place, avec cette réserve (de taille) qu'il vient de subir un effondrement généralisé.
La question du rôle joué par la construction monumentale dans l'essor d'une cité se pose, donc, à Naachtun : est-ce parce que la construction de la capitale a nécessité une main-d'œuvre nombreuse que Naachtun s'est peuplée, ou est-ce parce que Naachtun était une cité abritant déjà une population importante qu'il a été possible de construire ses structures monumentales ? Il s'agit maintenant d'étendre cette trop brève revue théorique aux aspects de démographie urbaine.

1.4.5 L'architecture monumentale est-elle un facteur dans la dynamique démographique des villes ?

L'architecture monumentale est-elle un facteur d'attraction de la population urbaine ? On peut corréler des moments d'essor architectural et de forte hausse démographique (Abrams 1994, p. 93). Mais il s'agit d'une question complexe, parce qu'en archéologie, elle pose des problèmes de chronologie et de calcul de population difficiles, et parce qu'elle concerne aussi des enjeux intangibles pour l'archéologue, qui ont à voir avec les affiliations et les intérêts des individus. Abrams (*ibid*., p. 94) synthétisait l'argumentaire de B. J. Price (1984, pp. 226-227) selon lequel une stratégie des élites pour attirer des agriculteurs et les inciter à se fixer dans la cité consistait à investir dans la construction monumentale de manière à donner une illusion de prospérité par une forte dépense énergétique non nécessaire. Au-delà de ces stratégies supposées des élites (voir aussi De Montmollin 1989 ; Inomata 2004) on ne peut pas écarter *a priori* que les populations aient trouvé un intérêt réel à la participation aux chantiers de construction, donnant lieu à leur installation dans la cité. C'est par exemple l'hypothèse d'Abrams (1994, p. 95), selon qui les arrivants auraient pu bénéficier de demeures plus saines et confortables dans un contexte d'investissement généralisé dans la construction publique et privée. Il est pourtant possible que l'investissement dans l'architecture monumentale publique n'ait pas eu pour conséquences directes une amélioration visible de l'habitat général, sans parler de celui des plus humbles corvéables (Houston, Escobedo *et al.* 2003). L'investissement dans la construction résidentielle a pu intervenir postérieurement à l'investissement dans la construction publique : nous aborderons cette possibilité, bien que les données dont nous disposons pour Naachtun soient nécessairement limitées.
Nous sommes ici dans la question du rapport entre construction monumentale et dynamiques démographiques urbaines au cœur de notre problématique. Avant d'aborder les variations de l'investissement dans l'architecture monumentale en liaison avec les dynamiques démographiques, il faut examiner ce que l'on entend par urbanisation maya classique.
Le caractère réellement urbain des sites mayas est amplement discuté (Marcus 1983 ; M.-C. Arnauld et Michelet 2004 ; Michelet et Nondédéo 2018 ; Marken et M.-C. Arnauld 2023), principalement en raison de leur faible densité par comparaison du modèle urbain européen antique et médiéval. Cette faible densité qui a pour conséquence un urbanisme dénué de rues, est due à la place accordée aux espaces agraires entre les habitations (voir ci-avant, 1.1.6, ou, entre autres, A. F. Chase et D. Z. Chase 1998). Sur les spécificités de ce qui a été nommé « urbanisme tropical de faible densité » typique de nombreuses cités mayas et khmers, entre autres, nous renvoyons à Fletcher (2009). Une définition moins morphologique (faible densité), moins sociologique (faible composante non agricole) et plus fonctionnelle de la ville maya (centre politique) permet sans doute d'accepter malgré tout son caractère urbain (Marcus 1983 ; Houston, Escobedo *et al.* 2003, p. 215 ; M. E. Smith 2011a ; Isendahl et M. E. Smith 2013). La dynastie royale y était établie, elle y a érigé des dizaines de monuments, de vastes places et des pyramides y ont été construites. Il n'en reste pas moins que dans le nord-est des Basses Terres centrales, d'après les résultats préliminaires des couvertures LiDAR, le terme d'agglomération pourrait se révéler inadapté, compte tenu de la densité de l'occupation assez élevée dans certains secteurs des arrière-pays de cités (Nondédéo et Dorison 2018, p. 15). Le terme de centre conviendrait donc mieux et devrait être conservé.

Il existe deux arguments majeurs contre la classification des centres mayas dans la catégorie urbaine. Premièrement, c'est à cette date le seul cas pour lequel la loi des effets d'échelle (voir 1.4.4) ne s'applique pas (comme le constatent D. Z. Chase et A. F. Chase 2016), les plus grandes villes n'étant pas plus denses que les centres secondaires. Deuxièmement, dans les Basses Terres centrales elles ont subi deux vagues d'effondrement, au Préclassique récent et au Classique terminal.
Cependant, les concentrations de population relatives autour des épicentres (voire, donc, peut-être presque absorbées par l'étalement de la population au Classique récent dans les hinterlands) suscitaient bien une intensité d'interactions de tous ordres (dans les rituels et cérémonies, à la cour, sur les places de marché, dans les quartiers, sur les chaussées) justifiant de conserver le concept d'une urbanisation au moins en progression ; à condition d'accepter une mobilité de circulation interne sur plusieurs kilomètres, et une mobilité externe cyclique d'une partie des habitants pour les besoins des systèmes agricoles. C'est en ce sens, prudent et limité, que l'on utilisera par la suite le terme d'urbanisation pour désigner le processus de la construction physique de la cité. Lorsque le terme est employé, c'est donc exclusivement dans ce contexte spécifique de définition fonctionnelle du fait urbain, sans implication en termes de densité de l'occupation.
En ce qui concerne les variations de l'investissement monumental en lien avec les dynamiques démographiques urbaines, elles peuvent découler de deux moteurs principaux : la variation de la population, et/ou la variation de l'intensité de la demande en main-d'œuvre de la part des dirigeants ou des décideurs de la construction (coût *per capita* ou *tax rate*, Peterson et R. D. Drennan 2011 ; Murakami 2019, p. 266). Il est souvent suggéré que de très nombreux travailleurs étaient impliqués dans la construction. En réalité, trois questions se posent sur les implications de l'architecture monumentale en termes de population. La première est celle des effectifs de travailleurs nécessaires, la deuxième, celle de la taille de la population de la cité, et la troisième celle de l'intensité de la construction. Si la bibliographie sur les implications politiques et sociales de la présence d'architecture monumentale est pléthorique, c'est loin d'être le cas en ce qui concerne la question de la démographie urbaine concernant les pratiques de construction.
Concernant l'ordre de grandeur des effectifs de main-d'œuvre mobilisés pour l'architecture monumentale, dans un ouvrage collectif sur l'architecture mésoaméricaine Uriarte (2009, p. 64) expliquait que « la construction des plates-formes, vu leur volume, demandait une très grande quantité de ressources, aussi bien en matériaux qu'en main-d'œuvre. Il s'agissait d'un processus long qui exigeait l'emploi de milliers de personnes pour rassembler, transporter et mettre en place les pierres et les liants pour consolider ces dernières ». L'existence de structures très volumineuses et monumentales implique-t-elle donc forcément la mobilisation d'une main-d'œuvre très nombreuse ? Faut-il imaginer des chantiers réunissant des milliers d'ouvriers, ou cela n'advenait-il que dans les cas les plus exceptionnels ? La réponse est, ici, d'ordre méthodologique.
On exprime usuellement le coût de construction de l'architecture monumentale en jours-personnes, c'est-à-dire en journées de travail nécessaires pour mener le chantier à son terme. Le résultat peut être impressionnant, le coût énergétique de telle ou telle pyramide pourra être estimé à 90 000 jours-personnes (Webster et Kirker 1995, p. 372), voire bien plus encore, comme nous le verrons par la suite, mais la difficulté consiste à évaluer la répartition de ces journées de travail. Réunissait-on des effectifs pléthoriques sur un temps aussi court que possible pour venir à bout de la construction rapidement, ou privilégiait-on une stratégie consistant à mobiliser peu de travailleurs, quitte à conclure le chantier beaucoup plus lentement ? Comme le synthétisait Murakami (2015, p. 264), trois approches, que l'on doit combiner autant que possible, peuvent permettre d'évaluer la répartition des jours et des hommes. Tout d'abord, une certaine connaissance du volume de la population locale, au sein de laquelle est mobilisée la main-d'œuvre, permet de proposer un ordre de grandeur des effectifs de travailleurs. Réciproquement, dans de rares cas, des données épigraphiques ou stratigraphiques permettent de poser des limites à la durée de la construction. Deuxièmement, l'étude des données ethnologiques, historiques et ethnohistoriques permet d'évaluer et de comparer les pratiques de mobilisation des travailleurs, les problèmes et solutions logistiques des grands chantiers utilisant des méthodes traditionnelles (Moseley 1975 ; Abrams 1994, p. 101). Enfin, les méthodes actuelles d'ingénierie et de répartition des tâches au

sein des chantiers peuvent être employées afin de déterminer la répartition la plus probable des hommes et le temps consacré à chaque tâche (Smailes 2011). Il doit être précisé, toutefois, et nous aurons l'occasion de revenir plus amplement sur cette considération, que le contexte économique de la construction collective traditionnelle (voir les travaux d'Udy 1959) n'était pas le contexte capitaliste actuel dans le cadre duquel les outils de gestion de projet sont quotidiennement utilisés. Il est même peu probable que le critère de rentabilité ait primé sur les aspects sociaux et politiques de la mobilisation. Une autre difficulté posée par cette approche, qui demeure malgré tout utile quand elle est employée avec mesure, est qu'elle est difficilement applicable à des édifices dont la chaîne opératoire est mal connue, comme le sont les pyramides (signalons, tout de même, l'effort de McCurdy 2019 sur le *Castillo* de Xunantunich).

Par extension, on se pose une deuxième question : l'architecture monumentale demandait-t-elle la présence d'une population nombreuse, au sein de laquelle aurait-été mobilisée la main-d'œuvre ? La question de la population impliquée par la présence d'un épicentre monumental s'est posée pour plusieurs sites mayas, sans pour autant que des analyses précises soient faites pour y répondre (Turner II 1990, p. 308), sauf pour Copan. Dans ce dernier cas, une longue controverse a opposé les partisans de deux visions difficilement réconciliables de la société maya classique autour de la question de l'architecture monumentale du Classique ancien et de ses implications politiques, démographiques et sociales. Les uns (Webster et Freter 1990a) soutenaient que la population du site était faible, les rois, tout au plus, des individus charismatiques dotés d'un pouvoir limité au sein d'une chefferie complexe, et l'architecture monumentale, un piètre indice pour inférer la structure démographique, politique et sociale d'une société. Les autres (Fash et Sharer 1991) défendaient la vision d'un État fort et abondamment peuplé, ce dont la construction monumentale aurait constitué une preuve manifeste.

Pour Adams (1990, p. 29),

« *There is a clear incongruity between the relatively low number of people in and around Rio Azul in Early Classic times and the amount of construction, which is beyond the reasonable capacity of the 3,500 estimated to reside there. A systematic and periodic importation of construction crews to carry out the building program is a possible answer to this problem*[30] ».

Précisons que, d'après Adams (*ibid*., p. 28), l'arrière-pays de Río Azul était inoccupé durant le Classique ancien. Le « paradoxe » était soulevé, pour Piedras Negras au Classique ancien, par Houston, Escobedo *et al.* (2003, p. 224) :

« *The fact that Piedras Negras has now had archaeological test-pits in or near most mound groups suggests strongly that this samples expresses a paradox: the presence of large scale early constructions, but little evidence of ancillary settlement*[31] ».

Voir aussi Marken (2011, p. 241), pour El Perú-Waka', toujours au Classique ancien. Les archéologues de Nakum (Aquino et Barrios 2010, p. 81) soulevaient la même question à propos du Classique récent :

« *La complejidad y gran esfuerzo constructivo evidente en la Acrópolis de Nakum, en donde la mayoría de edificaciones fueron destinadas para residencia de una numerosa élite gobernante, contrasta con la escasa presencia de grupos habitacionales en el área periférica [...], por lo que asalta el cuestionamiento ¿En dónde se*

[30] « Il existe un clair décalage entre le nombre, relativement bas, d'habitants vivant à Río Azul et ses alentours au Classique ancien, et la quantité de constructions, qui est au-delà des capacités raisonnables des quelques 3 500 personnes qui, pensons-nous, y résidaient. L'importation systématique et périodique d'équipes de travailleurs pour mener à bien les programmes constructifs est une réponse plausible à ce problème ».

[31] « Le fait que tous, ou presque, les groupes de Piedras Negras aient maintenant été sondés suggère fortement que cet échantillon exprime un paradoxe : la présence de constructions anciennes de grande ampleur, mais de rares indices de résidences associées ».

encuentran las evidencias de toda la gente involucrada en el desarrollo de diversos y considerables esfuerzos constructivos en Nakum ?[32] ».

Dans aucun des cas précédemment cités, l'architecture monumentale n'est clairement quantifiée, même si Houston, Escobedo *et al.* (2003) cherchaient à systématiser l'étude de la corrélation entre la population et l'évolution de l'architecture monumentale de Piedras Negras, ce qui en fait une contribution précieuse pour nos problématiques. Pourtant, systématiquement, il semblerait que la présence d'architecture monumentale dans un centre doive impliquer la présence d'un certain nombre (conséquent) de milliers d'habitants. C'est peut-être, finalement, la persistance de cette assertion qui pose problème. Ou bien la pratique de l'importation momentanée de main-d'œuvre (impliquant une grande mobilité humaine) était généralisée, ou bien, tout simplement, la construction monumentale n'impliquait pas la présence d'une population si nombreuse. Cette alternative est centrale dans notre recherche, dans la mesure où la quantification des paramètres architecturaux et démographiques pertinents doit permettre de trancher pour l'une ou l'autre des hypothèses. Sur la seconde, mentionnons d'ores et déjà que les évaluations chiffrées de coût énergétique disponibles pour des sites mayas classiques, celles d'Erasmus (1965) pour Uxmal et d'Abrams (1994) et Webster et Kirker (1995) pour Copan, ne sont pas élevées et ont alors surpris par leur faiblesse. Sur la première, elle suppose une forte mobilité des hinterlands vers l'épicentre avec installation de main-d'œuvre plus ou moins provisoire dans les zones résidentielles. Ceci n'est pas une nouveauté. Bien avant la contribution de Takeshi Inomata (2004) sur les capacités de mobilité des paysans mayas, la notion de *vacant ceremonial center* « Centre cérémoniel vide » fait écho aux observations que nous venons de citer sur Río Azul, Piedras Negras et Nakum. Ce serait une exagération grossière des écrits des auteurs mentionnés que d'affirmer qu'ils considèrent ces cités comme des *vacant ceremonial centers*, toutefois, on comprend qu'il est sous-entendu que l'épicentre de la cité ne pouvait avoir été construit que par une main-d'œuvre mobile, venue temporairement de l'arrière-pays pour participer à l'édification des structures, puis repartie. Le modèle de « Centre cérémoniel vide » a été particulièrement alimenté par E. Vogt (1961 ; 1964) et Thompson (1954). Auparavant, Ricketson et Bayles Ricketson (1937, p. 15) établissaient déjà des analogies avec le fonctionnement moderne des villages des Hautes Terres mayas pour appuyer l'idée que les cités n'étaient que des lieux de rassemblements périodiques (pour des raisons économiques, politiques ou religieuses) pour des populations dont la vie quotidienne avait lieu dans les arrière-pays ruraux. A partir des données de plusieurs années de prospections et de fouilles à Dzibilchaltun (Yucatán), Andrews IV (1965, p. 38) s'était très tôt opposé à cette vision, pour les cités des Basses Terres du nord comme du sud, lui préférant un modèle urbain d'habitat dense. Il est évident que des fluctuations ont eu lieu au cours de la longue histoire maya dans telle ou telle cité et toutes n'avaient pas la même structure démographique. De Montmollin (1989, p. 93) et Tourtellot (1993, pp. 228, 230) le rappelaient avec pragmatisme, se refusant à une généralisation, qui rend peut-être ce débat stérile. Le concept de *vacant ceremonial center* est bien entendu à écarter, compte tenu des taux d'occupation, de la densité et de la proximité entre habitat et structures politiques et rituelles à Tikal, à Copan, à Caracol et dans bien d'autres sites. En revanche, le terme de « ville flexible » (Marken et M.-C. Arnauld 2023) pourrait mieux rendre compte de réalités de mobilités par ailleurs assez bien documentées par les analyses isotopiques de restes humains, mais visiblement plus fréquentes au Classique récent et terminal qu'au Classique ancien (T. D. Price *et al.* 2008 ; Freiwald 2011 ; Ortega Muñoz *et al.* 2018).

[32] « La complexité et le grand effort constructif évidents dans l'Acropole de Nakum, où la majorité des édifices étaient voués à loger une considérable élite gouvernante, contrastent avec la rareté des groupes résidentiels de la zone périphérique [...], ce qui fait que la question se pose avec insistance : où se trouvaient les résidences de toutes les personnes impliquées dans les efforts de construction - considérables et variés - de Nakum ? »

1.4.6 Approches quantitatives : apports des approches volumétrique et énergétique

Malgré leur intérêt, les perspectives précédentes sont essentiellement qualitatives. Pour corréler l'architecture aux dynamiques démographiques, politiques et sociales, mais surtout, pour comparer les résultats obtenus et dégager des tendances sur le long terme, ou pour procéder à des comparaisons entre structures ou entre sites, il est nécessaire d'adopter une perspective quantitative (Abrams 1994, p. 125). Dans ce cadre, l'approche la plus évidente est volumétrique. Elle consiste à comparer les dimensions, le volume de chaque structure, ce qui donne une bonne approximation de la monumentalité. C'était, par exemple, la démarche de Cheek (1986), à Copan, sur laquelle on reviendra par la suite (Chapitre 3). Dans le cas de Naachtun, cette approche volumétrique met, sans aucun doute, en valeur le moment d'apogée architectural du Classique ancien.
Mais l'approche volumétrique n'épuise pas la question. Au contraire, c'est l'approche quantitative la plus minimaliste. Elle est généralement suffisante pour analyser de manière comparative les dynamiques socio-politiques, voire économiques. Mais elle trouve ses limites quand il s'agit de corrélation avec la population quantifiée. L'approche énergétique (Abrams 1994) est sans doute une manière plus précise d'aborder les choses, qui peut aboutir, théoriquement, à des résultats différents de l'approche volumétrique. Quand on caractérise la monumentalité d'une structure par le coût énergétique de sa construction, il n'est plus nécessairement question de hauteur ou de volume. Un palais construit avec des matériaux rares, de provenance lointaine, et soigneusement travaillés, sera-t-il nécessairement moins coûteux qu'une haute pyramide constituée par l'accumulation d'un remblai de tout venant, dotée d'un parement peu soigné, dont les imperfections seraient couvertes par l'application d'une couche de mortier pauvre en chaux ?
C'est là que se trouve l'écueil des approches qualitatives. Elles font fi du fait qu'il existe un certain nombre de stratégies permettant de donner à un édifice un caractère majestueux tout en en diminuant le coût de construction. Milner *et al.* (2010, p. 111), évoquaient cette question pour les cultures constructrices de monticules de terre, du Néolithique Européen aux *Mound Builders* du Mississippi. Ces constructions sont vues comme une manière d'optimiser les avantages de la monumentalité (majesté, visibilité et durabilité) à moindre coût. A Naachtun, tout comme dans d'autres sites mayas, où l'architecture est plus complexe que de simples monticules de terre, les constructeurs ont fréquemment joué avec les pentes naturelles pour accentuer l'impression de monumentalité des édifices, que ce soit dans l'Épicentre ou la Zone résidentielle. Au nord du site, la rive du *bajo* El Infierno présente, par endroits, une pente très abrupte, de dix à quinze mètres de hauteur. Certaines structures de la Place Nord (Structures XX et XXI), construites à l'aplomb de cette pente, sont ainsi visuellement rehaussées de toute la hauteur du talus naturel. Elles devaient bénéficier d'une grande visibilité aux alentours, et la vue depuis leur sommet est souvent vertigineuse. En parallèle aux stratégies mettant à profit le relief naturel, d'autres stratégies permettent de jouer sur la perception visuelle pour accentuer par un effet de trompe-l'œil l'impression de hauteur des structures. Plusieurs chercheurs (Houston, Nelson *et al.* 2003, p. 57) remarquent ainsi que les grandes structures à degrés en *talud-tablero* construites au Classique ancien à Kaminaljuyu présentent des proportions qui accentuent, par un phénomène qualifié « d'entasis inversée », l'impression de hauteur de l'édifice, tout en économisant des matériaux de construction. En effet, les éléments (*talud-tablero*, escaliers) les plus hauts présentent des dimensions et des proportions réduites par rapports aux mêmes éléments placés en contrebas, ce qui, pour un observateur se trouvant au niveau du sol, fait paraître l'édifice plus haut, plus fuyant à mesure qu'il s'élève. Houston et ses co-auteurs inventent ce terme « d'entasis inversée » en référence aux différentes pratiques utilisées par les architectes de la Grèce antique pour compenser les déformations optiques pouvant apparaître dans l'architecture monumentale. Parmi ces pratiques, celle de l'entasis consistait (selon certaines interprétations), à élargir le fut des colonnes, afin qu'elles ne paraissent pas plus fines en leur centre, ce qui serait le cas si elles étaient parfaitement cylindriques. Chez les Mayas, non seulement ces déformations optiques ne sont pas compensées, mais, en plus, elles sont accentuées. On trouve des pratiques semblables dans l'architecture monumentale Río Bec, dont les corps des tours si

caractéristiques, tout en trompe-l'œil, s'affinent et se raccourcissent au fur et à mesure de leur élévation (Gillot 2018a, p. 302).

Notons que le phénomène inverse existe aussi : dans certains cas, des raffinements forts coûteux mais sans apport pour la solidité, ou même l'aspect de la structure, sont consentis. Dans ces cas, qui sont primordiaux quand on s'intéresse aux aspects politiques et sociaux de l'architecture monumentale, la logique de la dépense d'énergie non indispensable, à des fins de prestige, est poussée à son paroxysme. L'emploi volontaire de procédés plus coûteux que nécessaire est un luxe qui marquerait, par exemple, la capacité de mobiliser une population nombreuse et de la maintenir au travail, ou encore d'importer des matériaux exotiques. Selon Trigger (1990), l'architecture monumentale serait un des rares domaines pour lesquels les dirigeants ne chercheraient pas à appliquer le principe du moindre effort (théorisé par Zipf 1949, dans le contexte des sciences linguistiques, avant qu'il ne donne à ses travaux une portée bien plus universaliste[33]). C'est, au contraire, le concept de « *conspicuous consumption* », que l'on pourrait traduire par « consommation ostentatoire », qui serait à l'œuvre (R. D. Hansen 2013). La consommation ostentatoire est un principe défini par Veblen (1899). A nouveau, il s'agit à l'origine d'un outil forgé et utilisé par des sociologues travaillant sur le monde contemporain. Ce n'est que par la suite qu'il est appliqué à d'autres sciences humaines. Le principe de consommation ostentatoire est résumé par Trigger (1990, p. 124) comme « *wasteful spending to enhance social prestige and power*[34] ». Dépenser de l'énergie et des ressources dans la construction monumentale peut être vu comme une stratégie de matérialisation durable du pouvoir, légitimant la consommation ostentatoire. Dans les cas qui nous intéressent, la consommation ostentatoire serait accentuée, permettant donc au dirigeant de marquer concrètement et durablement sa supériorité sociale en obligeant les ouvriers à employer plus d'énergie que nécessaire. Par exemple, cela peut être le cas lorsque les pierres de parement sont placées en boutisse (lorsque la plus petite face du bloc forme le parement), comme on peut l'observer fréquemment dans des structures préclassiques d'El Mirador (Howell 1989, p. 28 ; Suyuc Ley et R. D. Hansen 2013, p. 229, voir aussi la Fig. 5 ; R. D. Hansen 2013, p. 263), plus subrepticement dans le secteur Mundo Perdido de Tikal, toujours au Préclassique (Laporte 1995b, p. 19), ou pour certaines structures du Classique ancien à Naachtun. Il est intéressant de constater que les chercheurs du Projet Mirador interprétaient cette caractéristique comme un indice de consommation ostentatoire, alors que Laporte (*ibid*.) parlait d'erreur de construction et Doyle (2013, p. 189) y voyait, au contraire, une stratégie permettant d'améliorer la résistance des constructions.

A Naachtun, il faudra donc distinguer les éléments architecturaux témoignant de la plus grande économie de temps, d'énergie et de matériaux de ceux qui tiennent de la dépense énergétique ostentatoire. On peut penser que dans certains cas, les deux aspects étaient employés tour à tour. L'économie réalisée d'un côté (par exemple sur la distance aux carrières et la qualité des parements) pouvait permettre une plus forte dépense par ailleurs. Dans les « théories intermédiaires » que nous avons mentionnées, approche qualitative et approche quantitative s'articulent pour mettre en évidence les stratégies de communication politique et sociale employées par les dirigeants à travers l'architecture. C'est particulièrement le cas d'une tentative de classification quantifiée des centres mayas des Basses Terres par ordre d'importance : E. S. Turner *et al.* (1981) ont proposé une méthodologie permettant de pondérer l'approche volumétrique par une approche quantifiée des données culturelles qualitatives. Une valeur numérique était assignée à des données qualitatives telles que

« *space relationships, material combinations and application, structural systems, ornamentation and decoration, and aesthetic embellishment*[35] » (*ibid*., p. 73).

[33] Le principe de Zipf est à l'origine des lois de rang-taille et d'effets d'échelle dans l'analyse des systèmes urbains, peu compatibles avec la définition de la monumentalité selon Trigger (1990).

[34] « des dépenses inutiles consenties pour renforcer le prestige social et le pouvoir ».

[35] « les relations spatiales, les assemblages et emplois des matériaux, les systèmes structurels, l'ornementation et la décoration, les raffinements esthétiques. »

Ainsi, ces éléments pouvaient être inclus dans un calcul volumétrique comprenant non seulement les dimensions des structures mais aussi certaines de leurs qualités esthétiques ou fonctionnelles. Il semble, toutefois, que la quantification des éléments de décoration, et autres aspects qualitatifs, ait été assez subjective, et la publication de 1981 ne contient pas d'explication de la méthodologie de quantification. Pourtant, les raffinements esthétiques et choix de matériaux ont bel et bien un coût, mesurable de manière objective. C'est l'estimation quantifiée du coût énergétique de construction des structures qui permet de faire la part de ces différentes stratégies jouant sur la perception de l'observateur, pour estimer plus précisément l'investissement réel que pouvait – ou souhaitait - se permettre le commanditaire de la construction. C'est seulement de cette manière que l'on peut réellement mesurer la monumentalité des structures, de manière quantitative et objective. C'est cette approche qui permettait à Renfrew (1973, pp. 547-548), par exemple, de proposer une typologie des monuments néolithiques de Grande-Bretagne, avec une mise en « rangs » fondée sur le nombre d'heures-hommes investies dans la construction. Sur cette approche appliquée à l'architecture résidentielle maya, voir Arnold et A. Ford (1980), Carmean (1991) et Abrams (1994).
Précisons, enfin, que l'information que l'on retirera d'une estimation de coût énergétique est d'ordre différent selon que l'on considère une structure de manière isolée, ou bien que l'on considère un ensemble de structures. Ce n'est qu'en prenant en compte toutes les structures commanditées par un dirigeant – ou du moins par un nombre réduit de dirigeants sur la durée d'une sous-phase céramique, tant il est difficile de dater les constructions avec plus de précision - que l'on peut tenter d'interpréter les dynamiques sociales et politiques en jeu. Une structure isolée, ou même un seul secteur de site, n'offrirait qu'une information partielle, comme le reconnaissait Cheek (1986) dans son étude de la place principale de Copan. Le coût d'une structure peut, par exemple, sembler modeste, mais l'accumulation de structures modestes sur un temps court peut avoir des implications politiques et sociales que l'on négligerait en ne considérant les structures qu'isolément.
Aucune des approches citées auparavant n'est à négliger, et toutes ont leur place dans ce travail, en pondérant les apports des unes et des autres. La construction de monuments volumineux, avec des techniques de trompe-l'œil visant à en maximiser l'apparence de majesté au profit du coût de construction est toute aussi significative que la multiplication de structures moins impressionnantes mais peut-être plus coûteuses qu'il n'y paraît. Dans cette recherche, l'approche qualitative n'est pas négligée, tant l'aspect psychologique et la volonté d'impressionner ont très certainement joué un rôle dans l'élaboration d'une capitale régionale. Elle sera utilisée en complément d'une approche quantitative dépassant autant que possible la simple mesure volumétrique, et utilisant le calcul des coûts énergétiques de la construction. Les structures prises en compte sont celles qui se trouvent dans l'épicentre monumental du site, dont on suppose qu'elles ont été construites, à la demande des dirigeants membres de la dynastie, par une main-d'œuvre recrutée sur le mode de la corvée royale, et ce, quelle que soit leur taille. La quantification précise concerne les structures et places dont au moins une étape remonte au Classique ancien. On a tenté, autant que possible, de raisonner à l'échelle des trois sous-phases du Classique ancien, malgré les difficultés inhérentes à la datation précise des différentes étapes constructives. Une quantification exhaustive de l'investissement consenti dans la construction au Classique récent et terminal est un complément intéressant à cette recherche, mais en dépasse largement les objectifs. Elle est initiée dans une étude de Hiquet *et al.* 2023.

1.5 Une étude sur le Classique ancien : gageure méthodologique

Même en tenant compte de la conservation exceptionnelle de l'urbanisme du Classique ancien à Naachtun, travailler sur cette période reste une gageure, rarement entreprise. Les restes d'occupation résidentielle sont presque entièrement invisibles, et rien, dans l'agencement des vestiges en surface, ne permet de déterminer avec précision la présence et la morphologie de restes enfouis du Classique ancien. Il en est de même pour une partie de l'architecture monumentale, et les différentes étapes emboitées et pratiquement invisibles compliquent singulièrement la tâche de leur identification. L'inaccessibilité des vestiges oblige le chercheur à modéliser les données, à partir d'un échantillon

réduit. Pour cette raison, une très grande majorité d'études de population portent sur les périodes d'occupation maximale de l'occupation, c'est-à-dire, dans les Basses Terres mayas, le Classique récent. En général, le cas du Classique ancien fait, au mieux, l'objet d'une simple sous-partie traitée de manière superficielle, quand il n'est pas écarté. L'étude de Naachtun est donc l'opportunité de traiter cette période compliquée mais fondamentale en ce qu'elle correspond à la généralisation du modèle social, politique et culturel de la civilisation maya classique.
Dans les publications qui restent, à ce jour, les références les plus fondamentales dans le domaine de l'étude des coûts énergétiques de l'architecture (*Monument Building, Some Field Experiments*, Erasmus 1965 ; *How the Maya Built Their World*, Abrams 1994), les auteurs évitent de traiter l'aspect chronologique. Erasmus et Abrams travaillent sur le Classique récent et terminal, sur des édifices facilement accessibles, à la morphologie bien connue. Qui plus est, ils ne traitent pas (de manière assumée) la question de la contemporanéité de l'occupation. Dans son étude, Abrams (1994, p. 79) décidait de travailler comme si toutes les structures étaient contemporaines, tout au long du Classique Récent. Pour qui décide de se confronter à de réelles études de cas portant sur les dynamiques architecturales d'une cité (comme Carrelli 2004, sur Copan aussi), le problème de la chronologie se pose immédiatement. On voit bien l'intérêt, la difficulté, l'originalité et la nécessité d'étudier le Classique Ancien.

1.6 Conclusion

Après avoir brossé rapidement les cadres physiques de l'aire maya des Basses Terres, notre introduction au site de Naachtun a visé à souligner l'importance de ses édifices monumentaux publics construits au Classique ancien. Remarquable, ce caractère mérite qu'une recherche soit dédiée à cet essor architectural qui coïncide avec les débuts de la cité, Naachtun étant une cité classique ancienne et non pas préclassique. Il faut comprendre le rôle de cet essor architectural dans le processus d'émergence de Naachtun comme capitale. Par conséquent, la question principale à résoudre est celle de l'antériorité, ou postériorité, de l'installation de la population dans la cité par rapport à son essor monumental. Il s'agit d'une question fondamentale : est-ce l'agglomération d'une certaine population qui a rendu possible le tour monumental pris par Naachtun au Classique ancien, ou est-ce le lancement et la multiplication de grands projets de construction qui ont favorisé l'installation de cette population à proximité de l'Épicentre ? Une deuxième question collatérale consiste à évaluer la possibilité que la main-d'œuvre ait été importée depuis l'hinterland pour chaque chantier de manière indépendante de la fixation d'habitants en Zone résidentielle. Est implicite dans ces deux questions celle, plus simpliste, posée à l'origine de cette recherche, à savoir : y avait-il une population suffisante sur place au Classique ancien pour assumer l'ensemble des constructions monumentales de l'Épicentre de cette période à Naachtun ? Cette problématique requérait un certain travail sur les concepts et les modèles disponibles. Pour commencer, notre définition de la monumentalité architecturale suit celle de Trigger (1990) et prend en compte le décalage existant entre les dimensions d'une structure et sa fonction pratique ou symbolique, ainsi que la position socio-politique du commanditaire à l'instigation duquel les constructions étaient effectuées. Étant donné que des lois somptuaires régulaient probablement la construction monumentale dans les épicentres, il n'est pas trop réducteur de considérer qu'elle était, à la période classique, dynastique.
On sait de longue date que la question de l'intensité et de la chronologie sont primordiales quand on cherche à comprendre les implications politiques et sociales de la présence d'architecture monumentale : sans une bonne maîtrise de ces paramètres, il est impossible d'analyser la corrélation pouvant exister entre complexité socio-politique et monumentalité de l'architecture. Dans cette perspective, la monumentalité de l'architecture n'a pas augmenté, dans le monde maya, de manière parallèle à la complexité politique et sociale. Plutôt, les données dépassant amplement le cas maya suggèrent que l'investissement dans la monumentalité accompagne fréquemment l'instauration de tout nouveau régime, comme a pu l'être le régime dynastique dans les Basses Terres mayas de la fin du Préclassique. La monumentalité comme production architecturale émanant d'une mobilisation collective de la main-d'œuvre semble être une variable importante de la sédentarisation au tout début

de l'histoire urbaine maya. A une autre échelle temporelle, sociologique et politique, notre question de recherche telle qu'énoncée ci-dessus porte sur la relation entre agglomération stable et monumentalité. Le sujet de la présente recherche implique, en effet, d'explorer le rapport quantifié existant entre la monumentalité et la population, ses effectifs, sa mobilité. Cela requérait une mise au point préalable sur la nature de l'urbanisation maya, que nous avons tenté d'évaluer de manière raisonnée et prudente, en maintenant malgré tout la valeur principale du terme urbain, à savoir les interactions de tous ordres suscitées par les édifices de l'épicentre. Dans cette proposition, la monumentalité des édifices jouait un rôle central. Pour autant, ce n'est pas seulement la taille de la population urbaine qui commande la monumentalité d'une cité. De nombreux chercheurs se sont étonnés de la faiblesse supposée de la population établie autour des épicentres mayas classiques. Se pose la question d'un recrutement de main-d'œuvre en dehors de la ville, à considérer éventuellement comme un cas particulier d'une mobilité socio-économique plus générale dans le temps, les objets et les espaces.

L'analyse du type et des fonctions des structures construites joue un rôle déterminant pour la compréhension des dynamiques, la construction d'un temple ou d'un tombeau n'ayant pas la même signification (par son message) que celle d'une fortification ou d'ouvrages hydrauliques. Enfin, on a vu dans ce chapitre combien il est nécessaire de déterminer le moment de la construction et de quantifier sa durée, ainsi que la main-d'œuvre disponible et nécessaire. Déterminer le coût volumétrique et énergétique de la construction monumentale n'est jamais suffisant, si l'on ne mesure pas, en parallèle, l'intensité de l'investissement. Tout groupe humain un tant soit peu conséquent est capable d'élever une pyramide volumineuse et il ne s'agira pas d'un indice fiable du degré de complexité politique et sociale, ni de la taille de la population en question, si tous les aspects de la chaîne opératoire que constituait la construction monumentale ne sont pas évalués dans leur contexte socio-politique, économique et même historique. Enfin, répétons que la période d'étude, le Classique ancien, complique singulièrement les objectifs, mais fait aussi la spécificité de cette recherche.

Les deux chapitres suivants sont dédiés à l'état de l'art concernant cette période du Classique ancien, et cette nécessité de la quantification, tant des coûts de construction que de la population susceptible de fournir la main-d'œuvre.

Chapitre 2 : La définition archéologique du Classique ancien, état des questions

Le présent chapitre est en somme un état de l'art du Classique ancien maya. La période pose des problèmes méthodologiques particuliers qui exigent un traitement détaillé. Ne dissimulons pas non plus que notre approche générale de l'évolution maya est fondée, plus que sur la théorie anthropologique, sur la dimension historique.

2.1 La définition archéologique du Classique ancien : recherches de terrain

Le Classique ancien et les éléments culturels qui le définissent (principalement, la céramique, mais aussi, l'architecture ainsi que les stèles gravées) ont été mis en évidence par un certain nombre de recherches menées au cours du XX^{e} siècle dans les Basses Terres centrales. L'existence du Classique ancien n'allait pas de soi pour les premiers archéologues mayanistes : on distinguait bien, à la manière de la périodisation égyptienne, un Ancien Empire d'un Nouvel Empire, mais la distinction établie était aussi géographique que chronologique. L'Ancien Empire correspondait aux Basses Terres du Sud et aurait couvert l'intervalle entre le I^{e} et le VIII^{e} siècle. Le Nouvel Empire aurait correspondu, lui, au phénomène d'apogée des Basses Terres du Nord au Classique terminal et au Postclassique. Au cours du XX^{e} siècle, les nombreuses avancées obtenues permirent de nuancer cette vision, d'une part en revoyant les bornes chronologiques des périodes, et d'autre part en distinguant des sous-périodes au cours de ces « Empires ». Pour Morley (1946), le « *Old Empire* », succédant à des phases pré-mayas, s'étendait de 317 à 987 apr. J.-C., et comprenait trois sous-périodes, dont un « *Old Empire I, Early Period* », dont les bornes (317-633 apr. J.-C.) s'approchaient de celles du Classique ancien tel qu'il est conçu actuellement.

2.1.1 Holmul, Merwin et Vaillant

Dès 1911, quelques structures du site de Holmul (au Guatemala) avaient été étudiées avec une relative rigueur par Raymond E. Merwin, rattaché au Peabody Museum de l'Université de Harvard. A cause du mauvais état de conservation des étapes finales des édifices, Merwin a surtout travaillé sur les structures sub, enfouies au cœur des pyramides, datant des périodes anciennes du site et préservées de l'action destructrice de l'environnement tropical (Merwin et Vaillant 1932, p. 54). L'absence de monuments datés sur ce site le força à utiliser la stratigraphie et la céramique pour établir sa chronologie, ce qui constitua une première dans les Basses Terres mayas (Merwin et Vaillant 1932, p. 93). Mais ce n'est qu'en 1932, quatre ans après la mort de Merwin[36], que les résultats de la fouille ont été publiés, grâce au concours de George C. Vaillant. Vaillant n'a, de sa vie, jamais visité Holmul, et il a à peine connu Merwin. Il n'est donc pas étonnant que de nombreuses erreurs et inexactitudes parsèment cette monographie (Yates 2013). Néanmoins, à partir du matériel rapporté aux Etats-Unis par Merwin, il a élaboré une séquence céramique isolant, pour la première fois, un complexe pour le Classique ancien (Merwin et Vaillant 1932 ; Lincoln 1985, p. 55). La céramique du Classique ancien (abondamment illustrée au Chapitre 6), avec ses récipients dotés d'un bourrelet basal, polychromes avec couvercle à bouton modelé, ou monochromes noirs incisés, était attribuée aux facettes « Holmul II », « Holmul III » et « Holmul IV ». Holmul I correspondait au Protoclassique, avec ses plats tétrapodes à supports mammiformes : les auteurs avaient bien reconnu que « *Holmul I pottery shows more southern affiliations than it does northern or western*[37] » (Merwin et Vaillant 1932, p. 93). Quant à Holmul V, les récipients

[36] Au cours d'un séjour en zone maya dans les années 1910, Merwin contracta une maladie qui le tint éloigné du terrain jusqu'à sa mort prématurée en 1928.

[37] « La poterie Holmul I présente plus d'affinités avec celle du sud qu'elle n'en a avec celle du nord ou de l'ouest ».

présentés appartiennent clairement au Classique récent. L'apport majeur du Projet Holmul pour les études sur le Classique ancien se trouvait, donc, dans cette séquence céramique mise au point par Vaillant (il en a fait sa thèse de doctorat : Vaillant 1927) à partir des travaux de terrain de Merwin. Les travaux de terrain, quant à eux, n'ont été que de très courte durée et le site n'a plus été fouillé jusqu'à l'année 2000, sous la direction d'Estrada-Belli. Ce nouveau projet a récemment publié une nouvelle séquence céramique pour le site (Callaghan et Neivens de Estrada 2016).

2.1.2 Uaxactun et les structures enfouies

Uaxactun est le site des Basses Terres centrales qui a, le premier, fait l'objet d'un programme de recherches archéologiques scientifiques de grande ampleur (rappelons que les fouilles à Holmul n'ont duré qu'une saison), initié par une autre grande institution étasunienne : il s'agit du projet Uaxactun de la Carnegie Institution of Washington, qui s'est déroulé entre 1924 et 1937 (Black 1990). En 1924, un autre projet de la même institution était lancé à Chichen Itza, dans les Basses Terres du nord. Mais le projet Uaxactun devait apporter bien plus de connaissances sur le Classique ancien. En effet, à cause de l'extrême isolement du site, les autorités guatémaltèques accordèrent aux archéologues l'autorisation de mener une fouille exhaustive et destructrice pour les bâtiments : nul ne pouvait imaginer, alors, que le site aurait un jour un quelconque intérêt touristique, au contraire de Chichen Itza, bien plus accessible (*ibid*., p. 261). Dès lors, il fut possible de démonter les structures les plus récentes pour atteindre celles des périodes plus anciennes (comme ce fut le cas pour la Structure E-VII-Sub). La démarche était d'autant plus tentante que l'on croyait alors, à cause de la présence de la Stèle 9, dont la série initiale[38] indique la date de 8.14.10.13.15 3, soit 328 apr. J.-C., que Uaxactun était le site le plus ancien de l'aire maya. Grâce à ces conditions particulières de recherche, situation quasiment unique dans l'archéologie mayaniste, ce projet a contribué à élargir considérablement les connaissances des archéologues sur les périodes anciennes de l'histoire maya, donnant à la vision que les archéologues avaient de cette culture une profondeur historique sans commune mesure avec ce que l'on imaginait jusqu'alors. Dès 1931, les résultats concernant les périodes antérieures au Classique Récent furent si concluants, que le directeur du projet, Oliver Ricketson, qui avait obtenu d'abondants résultats sur le Préclassique récent et le Classique ancien dans le Groupe E, ne jugeait pas utile de poursuivre les recherches sur ce site (Black 1990, p. 263), au grand dam des membres de l'équipe en charge de l'étude des éléments du Classique Récent, comme A. Ledyard Smith. Smith prenait la place de Ricketson en tant que directeur, mais donnait tout de même pour objectif aux campagnes 1934 et 1935 de démonter les structures récentes du groupe A-V pour explorer les structures anciennes qu'elles dissimulaient. C'est lors de la saison 1937 qu'une importante peinture murale du Classique Ancien, qui devait être détruite par des *chicleros* quelques mois plus tard, a été découverte dans une pièce condamnée de la structure B-XIII. Elle représente probablement une rencontre entre personnages mayas et teotihuacans autour de 378 apr. J.-C.
Les travaux publiés par les membres du projet (Ricketson et Bayles Ricketson 1937 ; A. L. Smith 1950 ; R. E. Smith 1955) ont jeté les bases de l'archéologie mayaniste pour plusieurs décennies : c'est, en particulier, le cas de la séquence céramique publiée par Robert Smith en 1955, dans laquelle la céramique du Classique ancien définit le Complexe céramique Tzakol, doté de trois facettes successives, Tzakol 1, 2 et 3. La séquence céramique établie par R. Smith était appelée à une longue postérité, puisqu'elle constitue, aujourd'hui encore, l'une des bases principales de toutes les séquences des Basses Terres centrales où l'on considère que les céramiques du Classique ancien font partie de la sphère Tzakol, bien que l'analyse n'ait pas été menée selon le système type-variété[39], celui que partagent, aujourd'hui, tous les projets, et bien qu'elle comporte d'importantes contradictions et confusions (Lincoln 1985, pp. 55-56 ; Laporte et Fialko 1987, p. 163).

[38] La série initiale correspond à la date de mise en place de la stèle. Elle est exprimée en compte long.
[39] R. E. Smith et Gifford (1966) publiaient un addendum à la publication de 1955 donnant à chaque récipient présenté une attribution dans le système type-variété.

Les projets Holmul et surtout Uaxactun furent donc fondateurs non seulement pour l'étude du Classique ancien, puisque, pour la première fois, on prenait conscience de l'ancienneté de la culture maya, mais aussi pour l'archéologie mayaniste, qui a continué d'appliquer les méthodes employées à Uaxactun - à l'exception du démontage des structures visibles, voir *infra* - pendant des décennies, quelle que soit la période d'étude.

2.1.3 Tikal : Mundo Perdido

A partir de 1956, un projet d'une envergure encore inédite dans l'histoire de l'archéologie précolombienne fut lancé à Tikal, sous l'égide du musée de l'Université de Pennsylvanie. Jusqu'en 1970, des centaines d'archéologues et d'ouvriers se sont relayés chaque année à Tikal, accumulant une immense quantité de données. Entre autres secteurs, ils ont étudié de façon très complète l'Acropole Nord, l'un des deux lieux centraux du pouvoir et de la religion à Tikal au Classique ancien (et ce, depuis le Préclassique). De nombreuses informations sur l'élite de Tikal au Classique ancien furent tirées de l'étude des structures, tombes, dépôts, monuments sculptés : les contacts avec Teotihuacan, les pratiques funéraires, les pratiques rituelles, la vie politique sont autant de domaines mis en lumière par ce projet. Il fallut, toutefois, attendre 1990 (W. R. Coe 1990) pour que les rapports des opérations dans l'Acropole Nord soient publiés.
Les apports du projet pour la connaissance du Classique ancien ne sont certainement pas limités aux données des fouilles de l'épicentre. La zone résidentielle directement adjacente à l'épicentre a fait l'objet de recherches remarquables de la part, entre autres, de William Haviland et Marshall Becker (Webster 2018, p. 19 donne toutes les références utiles). Ce travail, absolument fondateur dans l'étude des groupes résidentiels modestes et de l'organisation de l'habitat, ne concernait pas spécifiquement le Classique ancien, et était même généralement orienté sur le Classique récent. Néanmoins, des occupations périphériques substantielles du Classique ancien ont été relevées et étudiées par Puleston (Stavrakis-Puleston 2015) et Fry (1969). Cela comprend, en plus de centaines de groupes résidentiels plus ou moins dispersés, quelques centres secondaires comme Navajuelal, Uolantun ou le Groupe de la Stèle 34 (*ibid*.).
-Entre 1979 et 1985, le Proyecto Nacional Tikal (PNT), successivement dirigé par Laporte, Bailey et De León, reprenait les recherches à Tikal. Comme son nom l'indique, il s'agissait d'un programme guatémaltèque, financé par le gouvernement, dont les chercheurs étaient issus de l'Université de San Carlos et de l'Instituto de Antropología e Historia (IDAEH). Le PNT offrait de nouveaux résultats sur le Classique ancien, avec, en particulier, la fouille du secteur appelé Mundo Perdido (Laporte et Fialko 1995). Cette partie du site, où l'on trouve un complexe de rituel public « de Type E » - auquel celui de la Place Nord de Naachtun a parfois été comparé (Walker et Alvarado Najarro 2005, p. 135) - était dédiée, depuis la période préclassique, à la célébration des rituels calendaires et agricoles, et n'avait fait l'objet que de fouilles mineures avant l'intervention du PNT. Le secteur Mundo Perdido s'est vu doté d'une vocation funéraire royale entre les III^{e} et IV^{e} siècles apr. J.-C. (Laporte et Fialko 1995, p. 60), prenant en ce domaine, de manière temporaire, le relais de l'Acropole Nord. L'un des apports majeurs de la fouille de Mundo Perdido consista en une nette amélioration de la séquence céramique du Classique ancien, avec la définition fine de quatre facettes (ou aspects), Manik 1 (250-300 apr. J.-C.), 2 (300-400 apr. J.-C.), 3A (378/400-488/500 apr. J.-C.) et 3B (488/500-550 apr. J.-C.) (Laporte et Fialko 1987 ; Culbert 2003, p. 59). Au total, plusieurs décennies de fouilles dans le site majeur qu'est Tikal ont mis au jour une immense quantité de données, publiées avec plus ou moins d'exhaustivité, sur plus d'un millénaire d'histoire maya. Parmi cette masse de données, le Classique ancien occupe une place de choix.

2.1.4 Une vision du Classique ancien déformée au profit de la région de Tikal ?

L'influence méthodologique et l'extraordinaire richesse des résultats des projets Uaxactun et Tikal pourraient avoir déséquilibré, durant plusieurs décennies, la perception par les archéologues du Classique ancien dans les Basses Terres, en faveur de ces deux sites. La séquence céramique de R. E.

Smith (1955) est véritablement un élément central de la perception du Classique ancien dans l'archéologie des Mayas : la sphère Tzakol caractérise la céramique de cette période à l'échelle des Basses Terres. Lincoln (1985, p. 74) encourageait, d'ailleurs, les céramologues travaillant dans les Basses Terres à moins se reposer sur cette séquence, dont l'emploi généralisé a longtemps aveuglé les céramologues face aux particularités locales de chaque site. Au même moment, c'est une question que se posait aussi P. Mathews (1985, p. 52), lorsqu'il constatait la position privilégiée de Tikal dans sa discussion de l'émergence et de l'expansion des stèles à inscriptions : se pouvait-il que le corpus des données soit biaisé au point d'orienter l'interprétation des phénomènes culturels en faveur de ce site ? Il concluait, malgré tout, que Tikal pouvait bel et bien être considéré comme le foyer de cette tradition des stèles à inscriptions, en l'état des connaissances d'alors. Arlen et Diane Chase (1995, p. 89, puis 2005, p. 17) constataient encore le poids du Projet Uaxactun dans la compréhension du Classique ancien. Les traits diagnostiques du Classique ancien énumérés par l'équipe du Projet Uaxactun étaient devenus le seul « fossile directeur » (A. F. Chase et D. Z. Chase 1995, p. 89) déterminant l'attribution ou non d'occupations à cette période, sans doute de manière trop rigide, d'autant plus qu'il s'est avéré, par la suite, que la plupart des critères pris en compte existaient déjà au Préclassique récent. J. Morris et A. A. Ford (2005, p. 82) notaient la même prévalence, et le peu de remise en question, dans le domaine du *settlement pattern*. Il est donc légitime de se demander dans quelle mesure l'ampleur des projets menés à Tikal et Uaxactun a influencé, orienté, voire déformé notre perception de la culture maya classique, et quelle est, à l'heure actuelle, l'ampleur de la déformation provoquée par la permanence de ce prisme dans notre connaissance sur le Classique ancien.

Aujourd'hui, alors que de plus en plus de sites font l'objet de projets pluridisciplinaires menés sur le long terme, observons-nous des tendances nous conduisant à contrebalancer la place privilégiée occupée par Tikal et Uaxactun dans l'histoire des Basses Terres ? On peut développer deux exemples pour évaluer cette question et y répondre. Le premier exemple concerne les Groupes de Type E.

A. F. Chase et D. Z. Chase (1995, p. 91) expliquaient clairement comment, dans un premier temps, le Groupe E de Uaxactun, dont la construction remonte au Préclassique récent, a été largement considéré comme l'exemple originel de ce type d'assemblage architectural (dénommé, pour cette raison, Groupe de Type E, en référence à la nomenclature du site de Uaxactun), consistant en une pyramide faisant face, depuis l'ouest, à une longue plate-forme orientée sur un axe nord-sud et souvent surmontée de trois superstructures alignées sur cet axe. Pour Ruppert et Denison (1943), parce que Uaxactun était, alors, vu comme le site majeur et le plus ancien de la région, les nombreux autres exemples de Groupes de Type E qui parsèment les Basses Terres ne pouvaient qu'être des reproductions, maladroites et décadentes, et, en tout cas, toujours postérieures, du complexe de Uaxactun. Maintenant, les exemples de Groupes de Type E largement antérieurs à celui de Uaxactun ont été identifiés, de Tikal à Ceibal en passant par Cenote et Cival (A. F. Chase et D. Z. Chase 1995, p. 91 ; Estrada-Belli 2012 ; Inomata, MacLellan et Burham 2015), pour n'évoquer que quelques cas remontant au Préclassique moyen. En réalité, l'existence de certains de ces très anciens Groupes de Type E, antérieurs à celui de Uaxactun, était déjà connue depuis longtemps, mais certains chercheurs, comme Ruppert et Dennison, avaient préféré ignorer ces données, tant s'imposait, dans l'inconscient de la communauté scientifique, la prééminence de Uaxactun sur les autres sites des Basses Terres (A. F. Chase et D. Z. Chase 1995, p. 91-92). Uaxactun est maintenant considéré comme un centre d'importance moindre, longtemps subordonné à Tikal à la période classique, même si son rôle préclassique est peut-être mésestimé (Martin et Grube 2008, p. 30).

Le deuxième exemple est celui de l'évolution du traitement de la question de l'arrivée en 378 apr. J.-C. et du rôle de Siyah K'ahk' à Tikal, un personnage de statut énigmatique qui servait les intérêts de la grande cité des Hautes Terres centrales du Mexique, Teotihuacan (Stuart 2000). Dans un premier temps, l'iconologue Clemency Coggins (1979) insistait sur la relation triangulaire Teotihuacan-Kaminaljuyu-Tikal, d'ordre dynastique, économique et commercial, et les épigraphistes, de leur côté, voyaient l'Événement 378 apr. J.-C. surtout comme interne à la relation entre Tikal et Uaxactun, un mariage, ou plus probablement, une conquête militaire, avec Tikal dans le rôle du conquérant (P. Mathews 1985, p. 44 ; Schele et Freidel 1990, *Chapitre* 4 ; Culbert 1991, p. 131). Ensuite, des découvertes à El Perú (Freidel 2005), Naachtun (Nondédéo, Lacadena, Cases *et al.* 2016), La Sufricaya (Estrada-Belli 2001 ; Estrada-Belli

et al. 2006) ou Uxbenka (Wanyerka 2005) ont démontré que les événements de la *Entrada* (« l'entrée ») à Tikal du teotihuacan Siyah K'ahk' dépassaient les limites du cadre de la simple prise de pouvoir de Tikal sur Uaxactun, et avaient impliqué l'ingérence, plus ou moins directe, de Teotihuacan[40]. Cela dit, même si les recherches menées à l'échelle régionale élargissent considérablement le cadre de ces événements, et en multiplient les protagonistes, il n'en reste pas moins vrai que c'est bien Tikal qui était la cible première de Siyah K'ahk' pour y établir une nouvelle dynastie, et les mentions épigraphiques régionales que l'on trouve à Tikal, Uaxactun, El Perú, Naachtun, Uxbenka et La Sufricaya, font surtout référence aux événements de Tikal.

La question est donc complexe, parce que les deux tendances semblent coexister. Il y a bien eu, à l'origine, une certaine exagération dans le statut politique attribué à Tikal et Uaxactun, en raison de l'importance considérable en qualité et en quantité de données, prise par les projets de recherche qui y furent développés. Depuis maintenant une vingtaine d'années, les projets et découvertes se sont multipliés, en particulier au Guatemala, élargissant largement le spectre des connaissances, et permettant une compréhension plus fine de la période, et de ses acteurs, toujours plus nombreux et diversifiés. Par ailleurs, il est avéré que Tikal jouissait d'un statut particulier dans le contexte de l'aire maya. Cette cité, avec son ancienne et puissante dynastie, semble bien, par exemple, avoir été le « centre d'innovation » supposé par P. Mathews (1985, p. 52), à l'origine des nouveaux motifs iconographiques rencontrés sur les stèles des Basses Terres. Et c'est bien Tikal qui assumait une position dominante au sein du « nouvel ordre » dans les Basses Terres, à partir de 378 apr. J.-C. Quelques indices textuels ténus de la longue inscription de la Stèle 31 de Tikal, datée de 445 apr. J.-C., suggèrent que la dynastie locale s'engageait à assumer la domination de « 28 provinces » (Stuart 2011, p. 6). Bien évidemment, ce passage peut constituer un exemple de propagande politique, mais de nombreux indices convergent : comme on va le voir, il est plus que probable que Tikal ait été un centre dominant, d'une grande importance politique, militaire et culturelle, à l'échelle des Basses Terres. Des découvertes épigraphiques montrent cependant que le poids de Tikal, surtout à la fin du Classique ancien, a été contrebalancé par l'émergence de la dynastie Kaan, issue des confins des Basses Terres du Nord (Martin et Grube 2008).

2.2 Le Classique ancien, royaumes et villes en formation

2.2.1 La région de Mirador au Préclassique récent, le Collapse de 150 apr. J.-C.

C'est au Préclassique moyen que l'architecture monumentale fait son apparition dans les Basses Terres centrales. Souvent, mais pas exclusivement, elle prend la forme des Groupes de Type E. A Nakbé, Wakna ou Yaxnohcah, les soubassements atteignent des dimensions particulièrement imposantes, alors qu'à Piedras Negras ou Ceibal, elles sont bien plus modestes. En l'absence d'écriture pour cette période, on méconnaît le système politique en vigueur au Préclassique moyen, et l'architecture monumentale constitue l'approche privilégiée pour l'étude des structures politiques et sociales. C'est, de fait, avec la céramique et les offrandes lithiques comparables à celles des Olmèques, l'un des rares domaines que l'on puisse réellement étudier pour cette période. Il semblerait que le site de Naachtun ait été occupé à ce moment de la préhistoire maya, même si aucun tesson diagnostique, ni aucun habitat, n'a été retrouvé sur le site. Des grains de maïs cultivé carbonisés (Nondédéo, Castanet *et al*. 2018) ont été datés de la période avec certitude, et des contextes moins maîtrisés ont livré des dates radiocarbones bien plus anciennes encore. Des datations contemporaines ont été obtenues par le Projet Mirador, qui confirment que le maïs était cultivé dans la région dès 2 600 av. J.-C. (Wahl et al. 2006 ; R. D. Hansen 2013, p. 243). L'identification des premières occupations du site reste donc une question en suspens pour le Projet Naachtun.

[40] Il faut souligner le sens colonial de *entrada*, en fait une conquête, terme euphémistique choisi parce que les opposants à cette thèse brutale ont été nombreux, en particulier parmi les archéologues guatémaltèques, à l'instar de Laporte (1989, p. 134), mais voir aussi Iglesias Ponce de León (2008).

Au Préclassique moyen, puis récent, la région d'El Mirador est l'un des centres culturels, économiques et politiques majeurs des Basses Terres. On l'a dit, Wakna et Nakbe sont les grands sites les plus anciens de la région, mais c'est El Mirador qui prend le relais au Préclassique récent, et qui devient l'une des cités les plus monumentales de toute l'histoire maya. D'imposants soubassements sont construits, et les complexes triadiques - bien différents des Groupes de Type E en dépit de l'aspect ternaire (R. D. Hansen 1998 ; Velázquez Fergusson 2014) - qui surmontent la plupart d'entre eux deviennent la norme de l'architecture monumentale de la période.
La région d'El Mirador n'est pas le seul secteur florissant de l'Aire Maya. Dans les Hautes Terres, Kaminaljuyu, qui bénéficie d'une situation exceptionnelle et contrôle les exportations d'obsidienne, est un centre précoce de premier ordre. Dans les Basses Terres du nord, des sites comme Edzna (Campeche) ou Ichkabal (Quintana Roo) sont aussi prééminents dès le Préclassique récent. A l'est du Petén, Cival est un site majeur, doté d'une architecture très monumentale, dès le Préclassique moyen. Toujours au Petén, San Bartolo est un site monumental du Préclassique récent. Dans tous ces sites, on observe, au-delà d'une architecture parfois extrêmement monumentale, une hiérarchie sociale dans la construction résidentielle ou dans les sépultures, des importations de matériaux (comme les coquillages, l'obsidienne, le jade, les pierres de mouture). En somme, les inégalités sociales, les échanges, le développement culturel que l'on trouve à la période classique existent déjà au Préclassique, même si les choses semblent s'être complexifiées par la suite. La céramique est principalement monochrome, et les décors figuratifs sont très rares. L'écriture n'est certes pas aussi omniprésente qu'à la période classique, loin s'en faut, mais elle existe bel et bien, de même que les stèles célébrant le pouvoir royal, dont ne subsistent que quelques éléments épars, souvent sous la forme de fragments de monuments retrouvés dans des remblais postérieurs (Kováč, Alvarado Najarro *et al.* 2015 ; Moholy-Nagy 2016, p. 261).
Au cours du Préclassique récent, Naachtun semble n'être qu'un hameau dont les occupants, essentiellement des agriculteurs, vivent en groupes réduits dispersés sur l'ensemble du site, formant un réseau résidentiel fort peu dense. Il semblerait qu'aucune construction monumentale ne remonte à cette période, même si l'on reviendra par la suite (Chapitre 8) sur l'éventualité que de tels aménagements aient existé.
Autour de 150 apr. J.-C. ce système régional prit fin (Sharer et Traxler 2006, p. 279 ; R. D. Hansen 2013), sans doute brutalement. C'est le Collapse du Préclassique récent. Les sites de la région d'El Mirador, grandes capitales ou simples hameaux, furent abandonnés, et certains d'entre eux ne furent jamais réoccupés. Pour ceux qui le furent, il fallut, dans bien des cas, attendre le Classique récent pour retrouver une occupation substantielle. D'après Hansen (1990, pp. 211-216 ; 2013, p. 260), du matériel préclassique est retrouvé in situ, sur les sols de certains habitats d'El Mirador, laissant supposer un abandon rapide, sans réoccupation. La construction monumentale prit fin, les réseaux d'échange impliquant, par exemple, le port caribéen de Cerros en contact avec El Mirador, s'effondrèrent. La population aurait fortement diminué (Gill 2000 ; R. D. Hansen 2013, p. 261), mais des migrations ont également pu provoquer une recomposition du paysage démographique régional.
Les raisons (sans doute multiples et imbriquées) de la chute des cités préclassiques sont encore mal connues, mais plusieurs d'entre elles sont régulièrement avancées. Une période de sécheresse contemporaine au collapse est aujourd'hui tout à fait avérée pour les Basses Terres (Dunning 1995, p. 64 ; Gill 2000, pp. 314-315 ; Aragón-Moreno et al. 2012 ; Ebert et al. 2017, p. 230), et pourrait être l'un des multiples facteurs qui ont contribué à la chute de nombreuses grandes cités préclassiques. Le volcanisme, dont les effets catastrophiques ont été démontrés pour la fin du Classique ancien, pourrait avoir joué un rôle dans la dégradation environnementale de la fin du Préclassique (Dunning 1995 ; Sharer et Traxler 2006, pp. 280-281, 286). Les effets les mieux décrits du volcanisme le sont, donc, pour la fin du Classique ancien : l'impact des éruptions volcaniques catastrophiques sur le climat, sur l'hydrographie, sur les sols et par conséquent sur les récoltes est bel et bien attesté (Dunning, T. B. Beach *et al.* 2012, p. 3656 ; Nooren *et al.* 2016 ; M.-C. Arnauld, Lemonnier, Forné *et al.* 2017). Elles ont pu provoquer des crises de subsistance, une éventualité qui peut être envisagée pour les autres périodes.
Étant donné que la construction monumentale était l'une des caractéristiques de la période préclassique, il n'est pas inintéressant de constater que certains auteurs (R. D. Hansen 1990 ; Schreiner

2002 ; R. D. Hansen, Suyuc Ley *et al.* 2007 ; Dunning et T. P. Beach 2010 ; R. D. Hansen 2013) en ont fait l'une des causes principales du Collapse. Ils suggèrent que la demande en bois vert pour la production de chaux, omniprésente dans l'architecture autant que dans la vie quotidienne des populations, pourrait avoir mené à une surexploitation du milieu écologique. La déforestation préalable à la fabrication de la chaux aurait entraîné le colmatage des *bajos* par des argiles dues à l'érosion (R. D. Hansen 2013, p. 264). Plus généralement, la consommation ostentatoire caractéristique de l'architecture de la période aurait épuisé les ressources naturelles et humaines, conduisant au Collapse[41] (*ibid*., p. 264). Cette hypothèse est partagée, d'une manière ou d'une autre, par Garrison et Dunning (2009, pp. 539-540) pour la région de San Bartolo et par Adams (1995, p. 38) pour la région de Río Azul (lui, n'évoquait pas explicitement la question de la chaux, mais, plus simplement, celle du bois pour la construction résidentielle, l'entretien et le fonctionnement quotidien des maisons). D'autres recherches tendent toutefois à contredire cette vision et s'appuient sur des données indiquant une bonne gestion des forêts, peut-être permise par un rendement des fours à chaux meilleur que celui qui est généralement envisagé à partir des données ethnologiques (Wernecke 2008 ; Anderson et Wahl 2016, p. 89). Quelles que soient les activités à son origine, la dégradation des sols due à la déforestation connut un pic au Préclassique récent (Anselmetti et al. 2007, p. 916).

Des problèmes politiques et économiques se sont probablement ajoutés à ces facteurs environnementaux (Dunning, T. B. Beach et al. 2012, p. 3656) et la possibilité d'une multiplication des conflits est souvent évoquée. Dans plusieurs sites, on remarque la construction de murs entourant certains secteurs des épicentres à la fin du Préclassique récent (pour Cival, voir Estrada-Belli 2005, p. 200, et pour El Mirador, Dahlin 1984 ; Morales-Aguilar, R. D. Hansen *et al.* 2015). Ces aménagements sont généralement interprétés comme des protections militaires, censées protéger les souverains ou les populations, dans un climat de violence généralisée. Il est malaisé de déterminer le poids exact des conflits dans le Collapse. Peut-être ont-ils été une conséquence de l'instabilité régionale plus qu'une cause. Notons enfin que certaines cités (Martin et Grube 2008, p. 103 ; Dunning, T. B. Beach *et al.* 2012, pp. 3654-3655), à l'image de Tikal ou Calakmul, sont parvenues à surmonter cette crise et à poursuivre leur croissance.

2.2.2 Recomposition régionale, essor des dynasties : 150-378 apr. J.-C.

Le vide politique laissé par le collapse préclassique et la chute des grands sites de la région d'El Mirador permit l'émergence de nouvelles puissances. Dans un premier temps, aucune ne semble avoir dominé la région, et il est possible qu'une grande fragmentation culturelle ait caractérisé cette période. C'est ce que pourrait suggérer, à Naachtun, l'hétérogénéité des techniques de manufacture de la céramique, mise en avant par Patiño (2013 ; 2015). Tikal et Uaxactun, des centres préclassiques importants (pour Uaxactun, voir Kováč, Alvarado Najarro *et al.* 2015), ne semblent pas souffrir du collapse et prennent une position dominante (mais pas hégémonique) dans la région. Il n'est pas exclu que le dynamisme de Tikal soit en partie dû à sa localisation privilégiée dans les réseaux de transport commerciaux terrestres des Basses Terres (Jones 1991, p. 123). La fondation de la dynastie de Tikal par Yax Ehb Xook remonte à la fin du premier siècle apr. J.-C. (Martin et Grube 2008, p. 26). La cité fait figure de précurseur puisque la plupart des autres dynasties des Basses Terres ne sont instaurées, si l'on se fie aux inscriptions crédibles qui nous sont parvenues, que plus de deux siècles plus tard. Autre dynastie très ancienne, celle d'El Perú-Waka', pour laquelle Guenter (2005, p. 365) propose, à partir d'une mention rétrospective et du calcul de la durée moyenne des règnes (estimée à 20 ans), une date de fondation à peu près contemporaine de celle de Tikal.

C'est, ensuite, durant la première moitié du IV^{e} siècle apr. J.-C., et bien après Tikal, que plusieurs cités des Basses Terres se dotent de dynasties de rois sacrés. Les revendications sont en général très

[41] Il est à noter que l'hypothèse du poids excessif de la demande en main-d'œuvre a également été envisagée par le passé pour expliquer la chute de la culture mycénienne, comme le discutait, pour écarter l'hypothèse, Brysbaert (2015, p. 10 ; 2018, p. 30).

postérieures, et sont susceptibles d'avoir été manipulées à divers degrés par certains dirigeants, à des fins de propagande. Martin et Grube (2008, p. 70) rappellent ainsi que selon certaines inscriptions, la dynastie de Naranjo aurait été fondée des centaines de milliers d'années auparavant. Il est, par ailleurs, très probable que le souvenir de dynasties antérieures ou concurrentes, ayant échoué à se maintenir, ait été effacé. Quoi qu'il en soit, on conserve des témoignages, presque toujours postérieurs, de la mise en place des dynasties des Basses Terres au Classique ancien. Naachtun serait parmi les premières cités à se doter d'un roi sacré. D'après des lectures encore préliminaires par Lacadena et Cases (Nondédéo, Lacadena et Garay 2018) de mentions rétrospectives de la Stèle 2, qui date de 623 apr. J.-C., la fondation de la dynastie de Naachtun, au glyphe-emblème de la Chauve-Souris, *Suutz'* en langue maya, remonterait à environ 325 apr. J.-C., une dizaine d'années après celle de la dynastie de La Corona, en 314 (Beliaev, Galeev et al. 2016b, p. 200). Elle précèderait de peu celles de Naranjo, fondée en 331 apr. J.-C. (Grube 1995b), de Caracol, fondée la même année 331 apr. J.-C. selon un monument classique récent et donc très largement postérieur (A. F. Chase et D. Z. Chase 2005, p. 30) ou de Yaxchilan, fondée en 359 apr. J.-C. (Martin et Grube 2008, p. 70). Au V^{e} siècle, des dynasties sont fondées à Ceibal en 415, Copan et Quirigua en 426, Palenque en 431 (Grube 1995b ; Sharer et Traxler 2006 ; Martin et Grube 2008). La cité de Piedras Negras serait fondée comme capitale royale autour de 454 (Beliaev, Galeev *et al.* 2016a, p. 157).

Sur un plan culturel, à partir de ce moment, l'art et l'architecture se tournent, de manière plus systématique, vers la représentation des gouvernants aux traits individualisés, plutôt que des dieux et autres entités surnaturelles, qui étaient jusqu'alors le sujet principal des représentations des stèles et des masques monumentaux intégrés à l'architecture (P. Mathews 1985, p. 49 ; Salazar Lama 2015). La même tendance se développe dans la fonction privilégiée des structures monumentales. Les tombes royales se multiplient, et des structures jusqu'alors consacrées à des rites communautaires comme les Groupes de Type E voient leur fonction déplacée vers l'inhumation et la célébration de dirigeants (A. F. Chase et D. Z. Chase 1995 ; Laporte et Fialko 1995 ; Źrałka, Koszkul, Hermes *et al.* 2017).

En termes de monumentalité des édifices, le Classique ancien voit la construction de structures imposantes, comme à Tikal, Río Azul, Naachtun, Calakmul, ou El Tintal, sans que l'échelle des plus grandes plates-formes préclassiques ne soit égalée. Les techniques de construction sont, elles aussi, un peu plus modestes. Le mégalithisme, parfois employé à El Mirador (R. D. Hansen 1990, p. 210), n'est plus de mise, sauf dans les Basses Terres du nord du Yucatán, à l'exemple d'Izamal, Ake, Dzilam ou Uci (J. P. Mathews et Maldonado Cárdenas 2006 ; Hutson et Welch 2014, p. 422), mais avec des modalités différentes. Dans les Basses Terres centrales, les blocs pour le parement sont moins souvent placés de champ, comme c'était le cas à El Mirador. Cette modestie est-elle due à des pratiques ayant dégradé l'environnement au Préclassique récent ? L'hypothèse, peut-être simpliste, a toutefois été évoquée (Garrison et Dunning 2009, p. 539).

2.2.3 Essor et hégémonie de Tikal 378-556 apr. J.-C.

L'essor de Tikal avait été particulièrement précoce. Les événements de l'année 378 apr. J.-C., abondamment disséqués par des générations de chercheurs, semblent avoir accentué la domination de la cité dans les Basses Terres centrales. On a déjà rapidement évoqué la question de cette *Entrada*. Les inscriptions rapportent la mort du souverain de Tikal, Chak Tok Ich'aak le jour même de l'arrivée dans cette cité d'un chef, probablement guerrier, affilié à Teotihuacan : Siyah K'ahk'. Les données épigraphiques récentes issues de Naachtun montrent qu'il a été appuyé, dans cette opération, par des troupes mayas issues de sites voisins, dont Naachtun (Nondédéo, Lacadena et Cases 2019) et sans doute El Perú-Waka' (Martin et Grube 2008, p. 29). Siyah K'ahk', sans prendre le pouvoir à Tikal, y aurait supervisé un changement dynastique.

Suite à ces événements, le nombre d'artefacts liés à Teotihuacan (il s'agit principalement de l'obsidienne verte et de la céramique de la classe orange mince, on y reviendra au Chapitre 6) augmente, même s'ils étaient déjà présents auparavant (Pendergast 2003). L'architecture en *talud-tablero* (voir, là encore, la discussion dédiée, au Chapitre 6) était elle-aussi présente dans les Basses Terres avant 378 (Laporte 1989), mais les structures adoptant ce style architectural se multiplient également. On les

trouve à Kaminaljuyu, Tikal, Nakum, Yaxha, Río Azul (Culbert 1991, p. 132 ; Hermes *et al.* 2006) ou encore Naachtun (Nondédéo, Patiño, Lacadena *et al.* 2016 ; Hiquet 2018).
Tikal semble avoir bénéficié de l'aura politique et religieuse de Teotihuacan, aspects liés à l'exotisme de la cité et, de manière peut-être plus prosaïque mais non moins importante, d'une possible supériorité militaire (même si Teotihuacan s'est appuyée sur des chefs de guerre mayas dans son entreprise de conquête) et d'une puissance économique effective. Tikal tissa des alliances, plus ou moins contraintes, avec un grand nombre de cités des Basses Terres, et joua un rôle dans l'implantation de plusieurs dynasties, qu'elles soient proches (Bejucal, Río Azul : Martin et Grube 2008, p. 30), ou, comme celles de Copan et Quirigua, beaucoup plus lointaines (Sharer et Traxler 2006, p. 333). Jones (1991, p. 113) notait l'influence esthétique de Tikal dans les premières stèles de Caracol et Quirigua, comparables aux Stèles 1, 2 et 28 du souverain Siyaj Chan K'awiil II de Tikal. C'est toute une partie des éléments culturels et politiques du Classique ancien dans l'ensemble des Basses Terres centrales et du sud qui pourrait provenir de l'influence de Tikal (Jones 1991, p. 113 ; Sharer et Traxler 2006, p. 333).
Au nord du Petén, Naachtun pourrait alors jouer un rôle majeur durant le V^e^ siècle, suite à sa contribution aux événements de 378 apr. J.-C. Comme on le verra à la Section 6.1, la dynastie de la Chauve-souris (le porteur de ce glyphe-emblème l'emploie en tant que titre local sur plusieurs stèles de Naachtun) semble exercer une domination sur la région, et l'on retrouve des mentions jusqu'à Calakmul, comme sur la Stèle 114, la plus ancienne du site, qui date de 431 ou 435 apr. J.-C. Sur ce monument, il est difficile de déterminer si le glyphe-emblème de la Chauve-souris est attribué au dirigeant local ou à une autre personnalité de la région (Vázquez López *et al.* 2016, p. 1102). Valencia Rivera et Esparza Olguín (2018, p. 48) penchent pour la première hypothèse, de même que Martin (2005). Pour Nondédéo, Sion, Lacadena *et al.* (à paraître), c'est bien le dirigeant de Naachtun qui supervisait, à cette époque, l'intronisation des dirigeants locaux du sud du Campeche.

2.2.4 Déclin de Tikal et recomposition politique à partir du VI^e^ siècle apr. J.-C.

La domination de Tikal devait être remise en cause par l'émergence d'une puissance régionale rivale, venue du Yucatán. Il s'agit de la dynastie Kaan, dont le glyphe-emblème est une tête de serpent. Elle a eu plusieurs sièges successifs (et peut-être même contemporains) dont les mieux connus sont Dzibanche, dans un premier temps, puis, à partir du début du Classique récent, la grande cité de Calakmul (Sharer et Traxler 2006, p. 358 ; Martin et Grube 2008, p. 101). Le déplacement pourrait peut-être avoir eu lieu autour de 635 apr. J.-C. (Vázquez López *et al.* 2016) ou même un peu plus tôt selon Canuto et Barrientos (2011, p. 21). La stratégie de la dynastie Kaan a consisté en la multiplication des contacts diplomatiques avec des cités des Basses Terres centrales : alliance matrimoniale avec La Corona en 520 apr. J.-C. (Martin 2008, p. 8 ; Canuto et Barrientos 2011, p. 25), supervision de l'intronisation du dirigeant de Naranjo en 546 (Sharer et Traxler 2006, p. 358 ; Martin 2008, p. 8). Les mentions de batailles sont également présentes : les marches de l'escalier hiéroglyphique de Dzibanche montrent un captif associé au glyphe-emblème de Río Azul, ce qui suggère une défaite de cette cité liée à Tikal au début du VI^e^ siècle, en 505 ou 518 apr. J.-C. (Beliaev 2017). La Stèle 43 de Calakmul représente un dirigeant de Calakmul dont le titre implique un bouleversement dynastique aux implications majeures pour la compréhension de notre période d'étude : en 514 apr. J.-C., la domination de la dynastie de la Chauve-souris sur Calakmul avait déjà pris fin, et le dirigeant appuyé par / membre de la dynastie Suutz' avait été remplacé par un dirigeant issu d'un lignage local (Vázquez López *et al.* 2016, p. 1102-1103).
Face à cette menace, Tikal envoyait un émissaire à Yaxchilan en 508 et à El Perú-Waka' en 537 (Culbert 1991, p. 133). En 562, Caracol, dont le dirigeant était jusqu'alors subordonné à Tikal (le roi de Caracol accédait au trône en 553 sous le patronage de celui de Tikal), renversait le rapport de force en infligeant à Tikal une lourde défaite militaire (A. F. Chase et D. Z. Chase 1987, p. 33 ; Martin et Grube 2008, pp. 88-90). Caracol passait ainsi dans l'orbite politique de Kaan. Pour certains (Martin et Grube 2008) ce revers mettait fin à l'hégémonie classique ancienne de Tikal, d'autant plus que c'est aussi au milieu du VI^e^ siècle apr. J.-C. que Teotihuacan s'effondrait, comme le révèlent des niveaux d'incendie des temples et palais et l'absence de continuité dans la réoccupation opportuniste des ruines (Manzanilla 2003). Notons

toutefois que la portée de cette défaite sur le fonctionnement interne de Tikal a été relativisée par Moholy-Nagy (2016, pp. 262, 264), qui ne détectait pas de signe de déclin dans le registre archéologique local pour cette période.
La défaite de Tikal a pu se traduire, en termes politiques, par un hiatus des inscriptions. A Tikal comme à Uaxactun, ainsi qu'à El Perú, la fin du Classique ancien est marquée par la cessation de l'érection de stèles gravées, appelée à durer plus d'un siècle. La dernière stèle à inscription du Classique ancien à Tikal, la Stèle 17, porterait la date (à la lecture incertaine) 9.6.3.8.15 (557 apr. J.-C.). La suivante ne sera érigée qu'en 692 (*ibid*., p. 261). A Uaxactun, il faut attendre 751 et à Nakum, 771 apr. J.-C. pour que des stèles à inscriptions soient à nouveau produites (Culbert 1991, p. 137). Il doit être établi clairement que le hiatus, dont la réalité a été contestée (Moholy-Nagy 2016), ne concerne que les inscriptions, et pas l'architecture monumentale : on n'observe pas, à Tikal, de cessation de l'investissement dans l'architecture monumentale publique (Falkenhausen 1985, p. 117 ; Jones 1991 ; Lucero 2007, p. 411 ; Moholy-Nagy 2016, p. 264). Pour Caracol, la fin du Classique ancien fut une période d'apogée (A. F. Chase et D. Z. Chase 1987), matérialisée par de nombreuses stèles à inscriptions. La construction monumentale y était, elle aussi, particulièrement dynamique. Les études qui cherchent à explorer les répercussions de ces événements politiques et militaires sur l'architecture monumentale (comme celle de Cheek 1986, pour Copan ou Moholy-Nagy 2016, sur Tikal) sont précieuses dans le cadre de la présente recherche, puisqu'il est possible que Naachtun ait été impliquée dans les conflits régionaux à la fin du Classique ancien. Il en ressort généralement que les défaites militaires, parfois relatées avec emphase dans le registre épigraphique des vainqueurs, ne sont pas matérialisées par un arrêt de la construction monumentale chez les vaincus.

2.2.5 Synthèse : les limites chronologiques du Classique ancien

Les bornes assignées au Classique ancien à l'échelle de l'aire maya ont pu varier avec le temps et avec les domaines d'étude des chercheurs ; la période, en effet, ne commence pas nécessairement au même moment selon que l'on adopte le point de vue du céramologue ou de l'épigraphiste. La plupart s'accordent pour faire commencer le Classique ancien entre 250 apr. J.-C. et 300 apr. J.-C. et pour le faire terminer entre 550 apr. J.-C. et 600 apr. J.-C. Il existe plusieurs écoles : l'une privilégie les dates rondes du calendrier grégorien, pour d'évidentes raisons de clarté et de facilité du maniement de la chronologie. C'est le cas de Sharer et Traxler (2006, p. 287), qui proposaient la date de 250 apr. J.-C. dans la sixième édition de l'ouvrage général *The Ancient Maya*, ou de Demarest (2007, p. 102) qui faisait, lui, débuter le Classique ancien en 300 apr. J.-C. dans Les Mayas. Une autre approche, qui se veut plus émique, préfère prendre en compte les dates rondes du compte long maya, telles que 8.10.0.0.0, soit 238 apr. J.-C. (Willey et P. Mathews 1985, p. 1). Enfin, certains proposent d'adopter pour bornes chronologiques des dates historiques ayant pu correspondre à de réels tournants dans la vie politique, sociale et économique des populations de la période. C'est le cas de ceux (par exemple, Taladoire 2010, p. 30) qui utilisent la date de 292 apr. J.-C. (8.12.14.8.15, en compte long), qui correspond à la dédicace de la Stèle 29 de Tikal. La Stèle 29 de Tikal demeure, à ce jour, la plus ancienne stèle clairement datée par une série initiale de toutes les Basses Terres mayas. Il est vrai que les stèles avec portrait royal sont particulièrement représentatives de la pratique politique et rituelle de toute la société maya classique. A ce titre, on peut légitimement considérer que cette stèle marque l'avènement d'un nouveau type de pouvoir politique, avec une influence sur la vie sociale, religieuse et économique des Mayas. Toutefois, certaines réserves peuvent être émises. Premièrement, nul ne saura jamais quelle a été, véritablement, la première stèle à série initiale des Basses Terres ; elle a pu disparaître, être endommagée, ou peut-être encore sera-t-elle découverte dans le futur, mais, même dans ce cas, rien n'indiquera qu'il s'agit de la première du genre. Jusqu'à la découverte, au printemps 1959, de la Stèle 29 de Tikal, on a cru que la Stèle 9 de Uaxactun (qui porte la date du 8.14.10.3.15, soit 327 apr. J.-C.), était le monument daté le plus ancien des Basses Terres. Il faut donc demeurer bien conscient que la validité de cette date de 292 apr. J.-C. ne tient (depuis, tout de même, 60 ans), qu'au hasard des découvertes archéologiques et pourrait être remise en cause du jour au lendemain. La Stèle 28 de Uaxactun, par exemple, un fragment

récemment mis au jour (Kováč, Alvarado Najarro *et al.* 2015), pourrait démontrer que le culte des stèles avec inscription remonte, dans les Basses Terres, à une date bien plus ancienne que la fin du III^{e} siècle apr. J.-C.

Les bornes chronologiques choisies dépendent aussi des objectifs du chercheur : ainsi, dans les recherches dont l'objet n'est pas précisément l'établissement ou la critique de la chronologie, les auteurs peuvent se permettre d'utiliser des dates consensuelles et faciles à retenir. En revanche, certaines publications ont pour vocation de remettre en cause la validité des limites traditionnellement admises. En 2006, suite à leurs travaux sur le site de Naachtun, les membres du PAN proposaient d'avancer à 159 apr. J.-C./8.6.0.0.0 le début du Classique Ancien (Walker, Reese-Taylor et P. Mathews 2006). Cette date, mentionnée à plusieurs reprises (de manière rétrospective) dans le registre épigraphique maya, coïnciderait avec la chute des grandes cités préclassiques de la région d'El Mirador. Il faut le reconnaître, il s'agit bel et bien d'un événement qui a ouvert la porte à un nouvel ordre politique, économique et culturel dans les Basses Terres centrales. Le Protoclassique, une notion complexe et intensément débattue[42], en particulier par les céramologues, faisait les frais de ce changement dans la chronologie. Il est, au contraire, considérablement élargi, dans la vision de Bachand (2010, p. 21), pour qui cette période correspond au laps de temps qui précède les événements de 378 apr. J.-C., voués à modifier considérablement la société des Basses Terres centrales mayas, à travers l'influence conjuguée de Tikal et Teotihuacan[43]. D'après Bachand, le Classique ancien proprement dit ne commencerait qu'à ce moment-là, à Tikal, et autour de 400 apr. J.-C., dans le reste des Basses Terres. Dans le cadre de la présente recherche, la borne inférieure de la période d'étude est fixée à 150 apr. J.-C., ce qui correspond au début de la première facette céramique du Classique ancien, Balam I (150-300 apr. J.-C.), dans la séquence du Projet (on reviendra, au Chapitre 6, sur l'élaboration de cette séquence). Cela ne signifie pas nécessairement que l'on considère que le Classique ancien commence, culturellement, en 150 apr. J.-C. : on pourrait, en adoptant un autre point de vue, le faire démarrer, à Naachtun, avec la fondation historique de la dynastie, en 325 apr. J.-C. Mais comme la céramique est l'un des rares marqueurs que nous possédions pour dater les contextes, cela signifie qu'un contexte du début du Classique ancien, contenant cette céramique diagnostique, peut dater de n'importe quel moment de cet intervalle 150-300 apr. J.-C.

La même diversité existe quant à la définition de la fin de la période du Classique ancien. Certains choisissent les dates rondes de 550 apr. J.-C. (Sharer et Traxler 2006, p. 301) ou 600 apr. J.-C. (Demarest 2007, p. 102, mais aussi, Sharer et Traxler 2006, p. 287), ou la date en compte long de 9.5.0.0.0 (534 apr. J.-C.), 9.6.0.0.0 (554 apr. J.-C.), 9.7.10.0.0 (583 apr. J.-C.) ou encore 9.8.0.0.0 (593 apr. J.-C.) (Willey et P. Mathews 1985, p. 1 ; Walker, Reese-Taylor et P. Mathews 2006, p. 717). Du point de vue d'un Maya, les dates rondes du compte long pouvaient constituer de réels tournants, à l'inverse des dates rondes du calendrier grégorien, qui étaient, bien entendu, totalement étrangères aux Mayas de la période classique et dont le seul intérêt pour définir les bornes des périodes est mnémotechnique. A ce titre, Golden (2002, p. 415), qui a consacré sa thèse de doctorat à l'évaluation de la pertinence du passage du Classique ancien au Classique récent, a relevé une série d'événements historiques importants autour de 9.6.0.0.0 (554 apr. J.-C.), comme la bataille initiale opposant Tikal et Caracol en 556 apr. J.-C. (remportée par Tikal, à distinguer de la bataille, à l'issue inverse, de 562), la défaite de Piedras Negras face à Pomona, des destructions à Copan, qui pourraient suggérer que le passage d'un *katun* à l'autre aurait pu constituer pour les Mayas une sorte de signal d'importants changements dans les Basses Terres. Ajoutons que des événements naturels comme les éruptions volcaniques mentionnées *supra* pourraient avoir joué un rôle dans cette perception. Néanmoins, il advenait une célébration calendaire tous les dix ans (puisque les demi-*katun* faisaient aussi l'objet de cérémonies commémoratives), ce qui fait que tout événement a de grandes chances de pouvoir être associé à une date importante du calendrier maya. Il

[42] Sa définition dépasse de très loin le cas de cette thèse. Voir une discussion de la notion dans son acception originelle par des céramologues *in* Brady *et al.* (1998).

[43] C'est là une définition bien peu orthodoxe du terme protoclassique, vidé de tout son sens de sous-complexe céramique, qui est habituellement accepté. *Cf* note précédente.

faudrait mettre en jeu une période plus longue, c'est-à-dire le baktun de 400 ans, dont le changement (du cycle 8 au cycle 9) a effectivement eu lieu en 435 (grosso modo Balam II / Balam III), date qui a priori ne concerne pas les bornes du Classique ancien ; il n'en reste pas moins que c'est la date, à 10 ans près, de la Stèle 31 de Tikal qui a eu une grande influence sur la vie politique des anciens Mayas (voir M.-C. Arnauld, Andrieu *et al.* 2018, pp. 42-43). En définitive, nos connaissances historiques sont encore insuffisantes pour que la période archéologique du Classique ancien puisse être définie de façon émique sur la base du calendrier maya.

En termes de politique, le processus qui pourrait marquer la limite entre Classique ancien et Classique récent est le hiatus de Tikal. Ce moment particulier de l'histoire maya voit la chute provisoire de Tikal et l'effondrement de son réseau d'alliances, peut-être consécutif à la crise subie par Teotihuacan vers 550 apr. J.-C. Ce hiatus, qui se caractérise principalement par l'arrêt de l'érection de monuments porteurs de textes hiéroglyphiques à Tikal et dans un certain nombre de sites des Basses Terres centrales, commence au milieu du VI^{e} siècle apr. J.-C. mais prend fin au cours du Classique récent. Dans un premier temps, Tatiana Proskouriakoff (1950, p. 112) plaçait la fin du hiatus en 593 apr. J.-C. (9.8.0.0.0), puis P. Mathews (1985, p. 32) suggérait 583 apr. J.-C. (9.7.10.0.0). Dans cette optique, il était possible d'hésiter entre les dates de 550 et 600 apr. J.-C. pour la fin du Classique ancien, selon que l'on considérait l'influence de Tikal comme susceptible ou non d'avoir provoqué des changements culturels à l'échelle de l'ensemble des Basses Terres. Puisque l'on sait, aujourd'hui, que le hiatus a pris fin vers 692 apr. J.-C., il est plus opportun de placer le hiatus, pour lui laisser sa cohérence chronologique, au Classique récent ce qui impliquerait de donner 550 apr. J.-C. comme limite supérieure au Classique ancien. En outre la borne supérieure du Classique ancien à 550 apr. J.-C. correspond bien à la limite établie par les céramologues du projet pour la dernière sous-phase du Classique ancien, Balam III. Cette datation est proposée à partir de la comparaison de la séquence céramique de Naachtun avec d'autres séquences régionales. Nous verrons que notre traitement bayésien des datations radiocarbones de Naachtun (Chapitre 6) suggère la possibilité de reculer la fin du Classique ancien à 600 apr. J.-C. Malgré tout, les limites chronologiques du Classique ancien prises en compte dans la présente recherche sont 150 apr. J.-C. - 550 apr. J.-C.

Il faut de toutes façons reconnaître qu'une grande part d'arbitraire préside à l'établissement de ces limites : le paragraphe de Culbert (2003, p. 58) sur l'établissement de la date de transition entre le Préclassique récent et le Classique ancien en est un exemple tout à fait révélateur : du point de vue du céramologue, faire débuter le Classique ancien en 200, 250 ou 300 est également recevable, en l'état de nos connaissances. C'est un des problèmes méthodologiques que pose le Classique ancien.

2.3 Le Classique ancien, une période posant de nombreux problèmes méthodologiques

La majorité des études mayanistes, quel que soit le domaine, portent sur le Classique récent, période de splendeur de la civilisation maya. Ses vestiges architecturaux abondants et volumineux ont le plus de visibilité et sont facilement accessibles. C'est aussi la période à laquelle les inscriptions sont les plus nombreuses et détaillées, et l'iconographie la plus riche et variée. D'autre part, de plus en plus d'études ont pour objet la période Préclassique et son architecture parfois très monumentale, parce que ce moment correspond aux débuts du fait urbain, de l'inégalité sociale en terres mayas et à l'introduction de l'écriture dans la région. Il s'agit donc d'une période attractive pour qui cherche à comprendre les origines de la civilisation maya.

Entre les deux périodes, le Classique ancien fait figure de parent pauvre (Willey et P. Mathews 1985, p. 1), sauf quand il s'agit d'analyser l'interaction entre les Basses Terres mayas et la métropole mexicaine de Teotihuacan, avec en point d'orgue la fameuse *Entrada* à Tikal de 378 apr. J. C., amplement commentée et interprétée (Coggins 1979 ; Laporte 1989 ; Grube 1995b, p. 5 ; Adams 1995, pp. 44-47 ; Stuart 2000 ; Braswell 2004 ; Estrada-Belli *et al.* 2006 ; Iglesias Ponce de León 2008 ; Bachand 2010 ; Nondédéo, Lacadena, Cases *et al.* 2016 ; Nondédéo, Patiño, Lacadena *et al.* 2016 ; Špoták 2017). Il est courant de lire que le Classique ancien est une période particulièrement difficile à traiter, plus difficile que toute autre, en raison de nombreux écueils méthodologiques spécifiques qui en compliquent la

compréhension (Falkenhausen 1985, p. 111 ; Lincoln 1985, p. 55 ; Culbert, Kosakowsky *et al.* 1990, p. 112 ; Fry 1990, p. 292 ; Culbert 2003, p. 51 ; J. Morris et Awe 2005 ; Pyburn 2005 ; A. F. Chase et D. Z. Chase 2018, p. 3). On détaillera dans cette section ces difficultés.

2.3.1 Des vestiges souvent invisibles

Le problème principal du Classique ancien est celui de l'accès aux vestiges. Les Mayas avaient la coutume de superposer les constructions, chaque nouvelle étape englobant dans son remblai la précédente, avec ou sans destruction préalable. Pour accéder à une étape architecturale du Classique ancien, il faut donc presque toujours pénétrer au cœur du remblai de la ou des étapes plus récentes, ce qui pose des problèmes majeurs de logistique, de sécurité, de conservation et d'éthique de travail. Il existe peu d'exemples d'édifices monumentaux du Classique récent complètement démontés pour permettre l'accès aux structures sub du Classique ancien. A Holmul, en 1911, Merwin a démonté la dernière étape de plusieurs structures très mal conservées et donc mal documentées, pour accéder aux structures sub enfouies, mieux conservées (Merwin et Vaillant 1932, p. 54 ; Yates 2013, p. 228). Les cas des Structures A-V et E-VII de Uaxactun, ainsi que du Temple 33 de l'Acropole Nord de Tikal sont les mieux documentés. Cette dernière opération, la plus récente de ce type, suscita une féroce controverse d'ordre éthique sur le bien-fondé de la destruction d'une pyramide, aussi méthodique et documentée soit-elle, pour en connaître les structures sub (Berlin 1967 ; Rainey *et al.* 1967 ; Thompson 1967). Toujours est-il que de telles pratiques appartiennent à un autre siècle (la Structure E-VII a été démontée en 1928, le Temple 33 en 1965), et ne seraient ni souhaitables, ni en aucun cas tolérées par les autorités culturelles actuelles. Il est, en revanche, possible de creuser des tunnels dans les remblais, afin d'atteindre les structures sub. Les acropoles de Copan (Sharer, Miller *et al.* 1992) ou de Kaminaljuyú (Houston, Nelson *et al.* 2003), entre autres exemples (voir aussi, sur El Zotz, Garrison, Richmond *et al.* 2016), disposent aujourd'hui de véritables réseaux souterrains creusés par les archéologues, qui leurs permettent de suivre les contours des différentes structures sub. L'information obtenue dans ces tunnels est nécessairement partielle. Il est parfois possible de suivre le périmètre complet d'une structure, mais il est plus rare de parvenir à en déterminer la hauteur. Malheureusement, il faut aussi, parfois, réutiliser les tranchées et tunnels de pillage, creusés par des pilleurs à la recherche des tombes royales. Ces fouilles illicites permettent de détecter les différentes étapes architecturales, tout en les endommageant au point de mettre en péril leur stabilité, et en provoquant une perte d'information irrémédiable. En ce qui concerne l'architecture monumentale, on dispose donc rarement des dimensions exactes et complètes des structures du Classique ancien.
Dans le cas de l'Épicentre de Naachtun, beaucoup de structures datent du Classique ancien dans leur dernière étape. Il est donc assez particulier, et mérite d'être étudié de près. Mais il existe tout de même de nombreuses structures sub appartenant aux différentes sous-phases du Classique ancien, dont il est impossible de connaître la morphologie et les dimensions, à l'heure actuelle. Mentionnons d'ores et déjà qu'aucun tunnel n'a été creusé à Naachtun par les différents projets. En revanche, toutes les grandes structures ont été durement affectées par de profonds tunnels de pillage. C'est par l'intermédiaire de ces déprédations que nous avons relevé l'existence de structures sub.
On pourrait croire que le problème est encore plus sérieux pour l'architecture préclassique, mais en réalité le fait n'est pas systématique. En effet, au cours de l'histoire des Basses Terres mayas, de nombreux centres préclassiques ont été abandonnés, provoquant une rupture spatiale entre l'occupation du Préclassique récent et celle du Classique ancien, alors qu'il existe une réelle continuité entre le Classique ancien et le Classique récent. Dans bien des cas, cette rupture s'est manifestée par l'abandon du centre préclassique et la construction d'un nouveau centre situé à quelques kilomètres du premier : on rencontre cette situation dans les secteurs de San Bartolo-Xultun (Garrison et Dunning 2009), Cival-Holmul (Estrada-Belli 2005), ou encore à Naachtun, puisque le centre de Kunal était sans doute plus important au Préclassique, si l'on se fie à l'existence d'architecture monumentale préclassique à Kunal (Morales-Aguilar, Nondédéo *et al.* 2018). Souvent, l'ancien centre préclassique fut de nouveau occupé au Classique récent, à cause de la pression démographique caractéristique de cette

période sur l'ensemble du territoire. Mais il s'agit d'une occupation résidentielle, n'ayant pas provoqué de modifications majeures des grandes structures publiques préclassiques, qui ont donc gardé leur visibilité et leur agencement bien reconnaissable : les imposants complexes triadiques sont typiques de l'architecture de cette période et ne souffrent d'aucun problème de visibilité. Il arrive donc parfois que les structures monumentales préclassiques aient plus de visibilité que les structures du Classique ancien.
On comprendra aisément que les vestiges résidentiels du Classique ancien, très peu monumentaux, soient encore plus compliqués à détecter que les vestiges de bâtiments publics monumentaux. Les aménagements du Classique récent ou les intempéries (dans le cas des structures en matériaux périssables) les rendent généralement complètement invisibles. Naachtun a beau bénéficier d'une situation privilégiée en ce qui concerne la conservation de l'Épicentre monumental du Classique ancien, il n'en demeure pas moins vrai qu'en termes d'occupation résidentielle du Classique ancien, Naachtun ne se trouve pas mieux loti que les autres sites : les vestiges d'habitat sont en grande partie invisibles en surface. Dans la mesure où il est pratiquement impossible d'extrapoler le nombre et la morphologie des structures anciennes à partir des vestiges en surface (Culbert, Kosakowsky *et al.* 1990, p. 103), on comprend bien la difficulté qui se pose dans l'étude des occupations du Classique ancien.

2.3.2 Difficulté d'identification des vestiges classiques anciens en surface

Que ce soit par l'intermédiaire d'une prospection pédestre ou par télédétection, les restes du Préclassique récent et du Classique récent ont presque toujours plus de visibilité que ceux du Classique ancien. Il est d'autant plus important de prendre en compte cette question méthodologique qu'une couverture LiDAR d'un vaste échantillon de sites du Petén a été mise en place, grâce à l'appui de la fondation PACUNAM (Canuto, Estrada-Belli *et al.* 2018). Les monticules résidentiels préclassiques ont un aspect tout à fait caractéristique : il s'agit de plates-formes basses qui supportaient les structures en matériaux périssables. Elles forment des monticules assez amorphes et irréguliers, parfois nettement carrés, qui ressemblent à de petites élévations naturelles et sont bien diagnostiques du Préclassique, quand il n'y a pas de réoccupation postérieure. Les monticules du Classique récent sont beaucoup mieux définis : chaque monticule correspond à une structure, qui souvent était voûtée et laisse des vestiges hauts, de forme nettement allongée (voir la Figure 10 et, par exemple, Yaeger *et al.* 2016, Inomata, Triadan, Pinzón *et al.* 2018, p. 16 ou Garrison, Houston *et al.* 2019, p. 138, pour des observations comparables au Belize, à Ceibal et à El Zotz).
Ces monticules du Classique récent sont, malheureusement, très souvent pillés, puisque c'est dans ce type de vestiges du Classique récent que les *huecheros*[44] trouvent les céramiques à décoration figurative anthropomorphe, qui sont les plus valorisées sur le marché de l'art. Les monticules antérieurs et postérieurs au Classique ancien sont donc généralement faciles à distinguer du premier coup d'œil, mais ce n'est pas le cas des ruines du Classique ancien. Dès lors, lors des prospections avec simples ramassages de surface, les occupations du Classique ancien risquent de passer relativement inaperçues.

[44] *Huecheros* est le nom donné aux pilleurs de vestiges archéologiques, en zone maya. Ce nom vient de *huech*, qui désigne, en maya yucatèque, le tatou, connu pour creuser de profonds terriers.

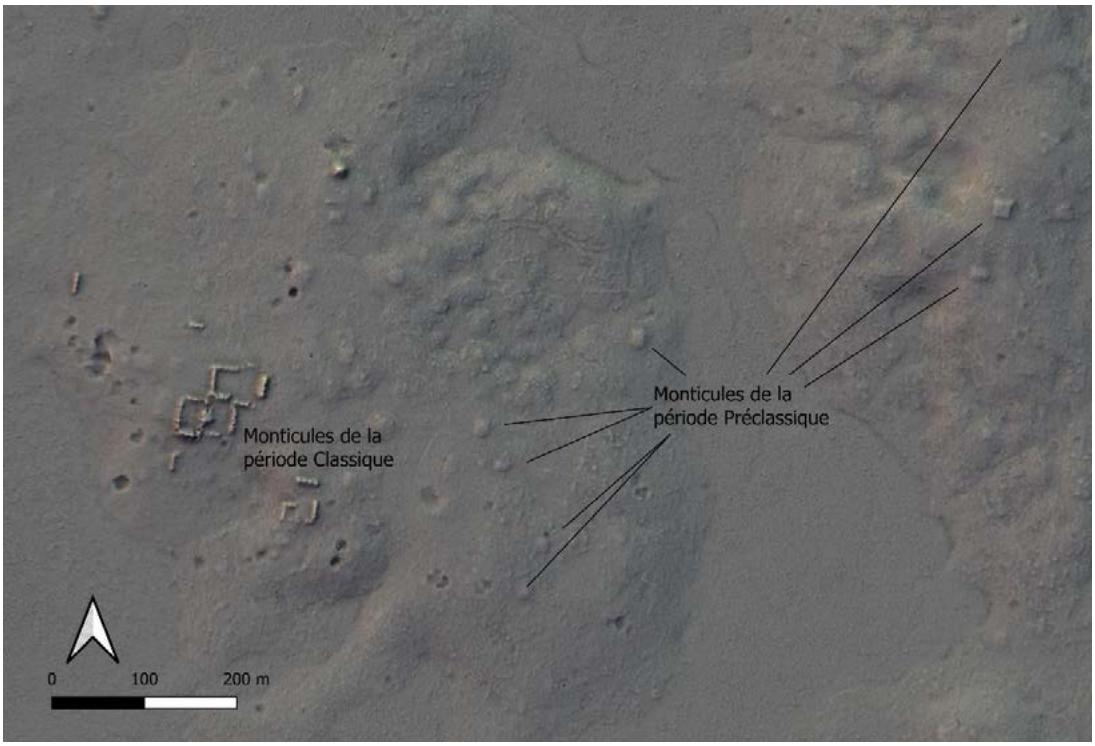


Figure 10. Modèle de terrain LiDAR de la région de Naachtun mettant en évidence les différences morphologiques entre les monticules des périodes Préclassique récent et Classique récent. (DEM : Pacunam LiDAR initiative, traitement J. Hiquet).

Il faut, donc, prendre en compte le fait que les prospections travaillant sur les vestiges de surface (de même que, dans une certaine mesure, les sondages), permettent bien plus de démontrer la présence d'occupations de la période dont les vestiges diagnostiques sont généralement faciles d'accès, qu'une absence d'occupation, ou une certaine proportion de cette occupation, pour une autre période. Dans ce contexte, il convient de considérer que les périodes qui semblent les plus présentes à travers les vestiges identifiés et les artefacts récupérés ne sont pas nécessairement les périodes les plus dynamiques ou celles qui correspondent à l'occupation maximale ; il peut s'agir des périodes dont les vestiges sont le plus aisément obtenus ou reconnus. Il s'agit là d'une question méthodologique qui doit être posée lors de l'analyse des résultats d'un programme de sondages.

2.3.3 Probabilité d'une forte mobilité accompagnée d'abandons rapides de l'habitat

Durant le Classique récent, la majorité des structures disposaient de murs de pierre maçonnés, et beaucoup étaient voûtées, de sorte que l'architecture résidentielle totalement ou partiellement maçonnée est probablement l'un des tout premiers marqueurs archéologiques diagnostiques du Classique récent. Il est donc probable que les structures voûtées aient été bien plus répandues, socialement, au Classique récent qu'au Classique ancien, période à laquelle elles constituaient un marqueur économique et social peu répandu. Les structures résidentielles du Classique ancien étaient généralement construites en matériaux moins durables que celles du Classique récent, et beaucoup de structures n'avaient pour toute partie permanente que la plate-forme les séparant du sol naturel ou agricole. Le reste de l'habitat était composé de parois en matériaux périssables. La fouille du groupe résidentiel 5N6 de Naachtun (Goudiaby 2018) fournit un exemple révélateur de ces tendances. A Tikal, les fouilles de Bronson (1968) ont révélé des structures aux vestiges invisibles en surface, dont la grande majorité dataient du Classique ancien. Ann Pyburn (2005, p. 143) relevait aussi cette tendance au Belize, à Nohmul et Albion Island, où la proportion de structures sans plate-forme et en matériaux périssables

était plus forte au Classique ancien qu'à toute autre période. C'est aussi le cas à Ceibal (Tourtellot 1990). Cette situation a deux implications : d'une part, les structures du Classique ancien sans occupation du Classique récent sont particulièrement difficiles à détecter en surface, puisqu'elles ne laissent qu'un monticule minimal correspondant à la plate-forme, voire pas de monticule du tout, en l'absence de plate-forme. On reviendra de manière plus détaillée sur les questions fondamentales posées par l'existence de vestiges d'habitat complètement invisibles au Chapitre 5. D'autre part, la légèreté de l'architecture du Classique ancien, le faible investissement dans la construction résidentielle, facilitaient la mobilité et les abandons, ce qui a des conséquences sur l'évaluation de la population de la ville. Dans les cas de forte mobilité généralisée, pour un grand nombre d'occupations, se pose la question de la contemporanéité (Culbert, Kosakowsky *et al.* 1990, p. 112 ; D. S. Rice et Culbert 1990, p. 23). Le risque est de surestimer la population du Classique ancien si l'on considère que toutes ces structures étaient habitées au même moment, alors qu'elles peuvent, en réalité, correspondre à des occupations de courte durée, non contemporaines. Dans son étude sur les tendances d'occupation dans certaines zones des Basses Terres centrales, Fry (1990, p. 297) observait qu'aussi bien à Tikal qu'à Becan, c'est au Classique ancien que la potentialité d'une mobilité généralisée avec abandon des structures était (de loin) la plus forte (voir ses tableaux 14.1 et
14.2). Il existe des études de longévité et de discontinuité comparées entre petits groupes et grands groupes d'habitat classique (Culbert 1988 ; Marken et M.-C. Arnauld 2023).
Ces difficultés méthodologiques sont illustrées par les recherches d'Haviland (1970, p. 192) à Tikal. Il notait que toutes les structures invisibles (« *hidden* », au nombre de 26) qui avaient été détectées à Tikal étaient déjà abandonnées au VIII[e] siècle. Cette découverte l'a conduit à revoir sa position sur la dynamique démographique de Tikal au Classique Ancien :

« *It is also clear that structure density increased in Early Classic times (A.D. 250-550); although how much is uncertain. While it is impossible to estimate just how many Early Classic "hidden" structures remain to be discovered at Tikal, this is offset by the fact that not all such structures were in use at one time. However, the indications are that almost as many groups of small structures were in use between A.D. 550 and 650 as by A.D. 770. Therefore, contrary to my statements in earlier articles, it appears that structure density reached a peak by A.D. 550*[45]. » (*ibid.*, p. 192).

2.3.4 Différences de systèmes d'agglomération entre périodes

Il est courant que l'agglomération interne d'un établissement maya ait changé au cours du temps : le modèle d'agglomération au Classique ancien était probablement bien différent de celui du Classique récent. Fry (1990, p. 292) notait, pour une sélection de zones résidentielles de sites des Basses Terres centrales, une forte tendance à la dispersion des habitats au début du Classique ancien. Au contraire, d'après Pyburn (2005, p. 143), l'habitat du Classique ancien est souvent concentré dans des secteurs spécifiques distincts les uns des autres, alors qu'au Préclassique récent et au Classique récent, l'occupation est généralement dispersée régulièrement, plus lâche et répartie sur l'ensemble des agglomérations (c'est, par exemple, le cas à Nohmul, selon Pyburn *et al.* 1998). A suivre Pyburn, l'identification correcte des vestiges du Classique ancien et l'estimation du taux d'occupation sont encore plus difficiles dans la mesure où il ne suffit pas de creuser sous les structures du Classique récent pour mettre au jour les structures du Classique ancien, il faut, en plus, déterminer les secteurs

[45] « Il est clair, également, que la densité des structures a augmenté au cours du Classique ancien (250-550 apr. J.-C.) ; même s'il est délicat de le quantifier. Alors qu'il est impossible d'estimer combien de structures « cachées » du Classique ancien restent encore à découvrir à Tikal, ce problème est compensé par le fait que toutes ces structures n'étaient pas occupées au même moment. Toutefois, les données suggèrent que presque autant de groupes de petites structures étaient occupés entre 550 et 650 apr. J.-C. qu'en 770 apr. J.-C. Par conséquent, et contrairement à ce que j'avançais dans des articles antérieurs, il apparaît que le pic de densité a été atteint aux alentours de 550 apr. J.-C. »

privilégiés et les secteurs délaissés à l'échelle du site. On ne peut, alors, déduire la densité moyenne d'occupation au Classique ancien ni des premiers (ce qui la surestimerait), ni des derniers (ce qui la sous-estimerait). Disons d'emblée que cette dernière proposition de Pyburn ne se vérifie pas à Naachtun, tout au moins à l'échelle de l'ensemble du Classique ancien.

2.3.5 La céramique Tzakol : un « fossile directeur » trop réducteur ?

Tous les sites n'ont pas immédiatement adopté la céramique généralement considérée comme caractéristique du Classique ancien, c'est-à-dire une céramique polychrome aux engobes brillants correspondant à la Sphère Tzakol, définie originellement à Uaxactun (R. E. Smith 1955). La possibilité que certains sites ou certaines régions aient été isolés, durant un certain temps (peut-être jusqu'en 300 apr. J.-C., selon Laporte 1995a, ou même encore plus tard), des réseaux d'échange ou de production de la céramique Tzakol a été évoquée à plusieurs reprises. Dans ces cas, c'est la céramique monochrome et cireuse, caractéristique à l'échelle des Basses Terres du Préclassique récent (Sphère Chicanel de la séquence de Uaxactun) qui serait encore utilisée. Cela conduirait à étendre les diagnostics anciens dans le temps et dans l'espace, et donc à sous-estimer l'occupation du Classique ancien et à surestimer l'occupation du Préclassique récent. Laporte (*ibid*., p. 613) évoque cette dynamique pour le sud-ouest du Petén (Altar de Sacrificios, Ceibal), le sud-est du Petén (région de Dolores) et la vallée du Belize.
Sur cette question on ne peut faire l'économie d'une évaluation heuristique. Laporte (*ibid*., p. 619) s'appuyait, en particulier, sur l'absence de niveaux d'abandon, dans les séquences d'occupation des sites concernés, entre les niveaux contenant de la céramique à marqueurs préclassiques et les niveaux contenant de la céramique du Classique récent. C'était aussi l'observation de J. Morris et A. A. Ford (2005, p. 80) pour Mountain Cow et El Pilar. Lincoln (1985, pp. 66-68) rapportait la même continuité chrono-céramique pour des sites aussi éloignés les uns des autres que Ceibal, Colha et Dzibilchaltun. Pour Lincoln (*ibid*., p. 68), toutefois, cette continuité, difficile à prouver, n'était probablement valable que dans certains cas limités, et surtout pour les facettes les plus anciennes du Classique ancien. Il faut, en réalité, probablement considérer que chaque site est susceptible de présenter des particularités dans sa séquence céramique (Laporte 1995a, p. 612 ; Lincoln 1985, p. 73). Il est probable que le problème soit plus prégnant dans les régions périphériques à la zone centrale des Basses Terres que dans cette dernière. Toutefois, nul secteur des Basses Terres n'échappe complètement à cette problématique.
Naachtun fait partie de la région pour laquelle la succession Chicanel-Tzakol au cours du III^{e} siècle apr. J.-C. est supposée être le mieux comprise. A l'inverse des régions périphériques à cette zone centrale, il ne semble pas exister de problème méthodologique sous-estimant l'occupation du Classique ancien et la période n'a jamais été considérée comme un moment d'abandon à Naachtun (Patiño 2013 ; Walker, Reese-Taylor et P. Mathews 2006). En revanche, la question se pose à d'autres échelles. A l'échelle intrasite, il est possible que le moment d'accès à la céramique Tzakol ait été différent en fonction du niveau socio-économique (Lincoln 1985, p. 78 ; Potter 1985, p. 142 ; Grube 1995b, p. 4), les familles les plus intégrées dans les échanges économiques et culturels régionaux ayant fait usage de la céramique Tzakol avant leurs contemporains, qui auraient continué à employer une céramique Chicanel. Selon certains, une des spécificités de la culture matérielle du Classique ancien serait la grande différence existant entre la céramique des élites et celle du reste de la population, différence qui serait bien plus marquée qu'au Classique récent (A. F. Chase et D. Z. Chase 2005, p. 17). Pour autant, à Naachtun, on trouve fréquemment de la céramique polychrome classique ancienne dans des unités résidentielles parmi les plus modestes.
Il est donc manifeste que même les sites du cœur de la zone centrale des Basses Terres ont pu être sujets à cette introduction progressive différentielle des nouveautés céramiques. Lincoln (1985, p. 56) expliquait de cette manière certaines incohérences du rapport céramique initial de Smith à Uaxactun, et Adams (1995, p. 41) identifiait des indices de cette dynamique dans la région de Río Azul. D'autre part, au moins dans un premier temps, et indépendamment du niveau économique et social, la céramique Tzakol a pu être réservée à certains usages sociaux particuliers, alors que pour des besoins plus quotidiens on continuait à utiliser la céramique préclassique. Le même problème se pose, par ailleurs,

pour les transitions entre toutes les sous-phases du Classique ancien. En réalité, la séquence de Uaxactun (R. E. Smith 1955), quoique fondatrice pour l'ensemble des séquences des Basses Terres centrales, a fait l'objet de nombreuses critiques méthodologiques (A. F. Chase et D. Z. Chase 2005), qui portent principalement sur la valeur réellement chronologique des facettes Tzakol 1, 2 et 3 établies par Smith. La question est : existe-t-il réellement une succession d'ordre chronologique entre Tzakol 1, Tzakol 2 et Tzakol 3 ? Les différences entre ces trois facettes pourraient-elles aussi être d'ordre économique et social, auquel cas, Tzakol 3, par exemple, serait seulement un sous-complexe fonctionnel (réservé aux tombes de l'élite), et non une « facette » (aspect) d'ordre chronologique ? A Naachtun, la céramique de la troisième facette du Classique ancien (Balam III) a longtemps posé problème, par sa rareté à l'échelle du site, en comparaison avec la céramique de la facette Balam II. Quelle que soit la raison de cette rareté, un aspect ne souffre aucune contestation : la céramique Balam III se trouve systématiquement dans des niveaux postérieurs à la céramique Balam II. En réalité, les critiques produites envers la séquence originelle de Uaxactun sont infondées dans le sens où son auteur ne prétendait pas produire une séquence définitivement valable et ce pour l'ensemble de la région. Il fallait bien, en l'absence de tout autre cadre, commencer par établir une séquence à partir de la stratigraphie. Cette contribution était donc conforme à ce que l'on pouvait attendre d'elle. Comme le soulignait M. E. Smith (1992, p. 29), l'existence de cette séquence préliminaire n'a jamais dispensé (ou plutôt n'aurait jamais dû dispenser) les chercheurs postérieurs de poursuivre l'effort de raffinement des caractéristiques des différentes phases :

« *Archaeological chronologies should not be viewed as final and unchanging, but rather as working constructs whose modification or abandonment will probably be needed periodically*[46] ».

C'est ce que faisaient Laporte et Fialko (1987, p. 163), pour qui la délimitation originelle entre Tzakol 1, 2 et 3 échouait à traduire les réels changements de la culture matérielle des Basses Terres. Ainsi, Tzakol 2 correspondait aux facettes Manik 2 et Manik 3A de Tikal, qui sont des assemblages différents correspondant à des dynamiques culturelles marquées, que l'on ne saurait réunir au sein d'une même sous-phase selon ces auteurs.
Notre option à Naachtun est, pour l'instant, de considérer que les trois facettes Balam I, Balam II, Balam III correspondent de manière raisonnable, aux Tzakol 1, 2 et 3 de la séquence de Uaxactun. Parce que la céramique est le type de vestige majeur pour l'établissement des séquences, le problème dépasse, en réalité, largement le seul cadre des études céramiques. Comme le soulignait Laporte (1995a, p. 609), une mauvaise appréciation de la céramique influence la compréhension des aspects politiques, démographiques, économiques et sociaux.

2.3.6 La courbe d'occupation au Classique ancien, dépeuplement, ou problèmes méthodologiques ?

Les écueils méthodologiques que nous venons de mentionner ont bien entendu une incidence sur l'un des sujets majeurs qui nous occupent dans cette recherche, celui de l'évaluation quantifiée de la population. Dans de nombreux secteurs des Basses Terres, comme le Belize, le nord-est du Petén, le sud-est, le sud-ouest du Petén et les Basses Terres du nord, les séquences d'occupation comportent souvent un creux, plus ou moins marqué, correspondant au Classique ancien (Lincoln 1985, p. 55 ; D. S. Rice et Culbert 1990, p. 23 ; Grube 1995b, p. 4 ; Laporte 1995a, p. 610 ; A. F. Chase et D. Z. Chase 2005, pp. 17, 19 ; J. Morris et Awe 2005, p. 1). La tendance est moins nette au cœur des Basses Terres centrales, dans la zone Tikal-Uaxactun (Potter 1985, p. 135), mais pas inexistante (Grube 1995b, p. 4) : la chute démographique existe, par exemple, pour la zone intersite Tikal-Yaxha prospectée par A. Ford (Potter 1985, p. 139 ; A. A. Ford 1986, p. 62). Cette situation ne peut qu'attirer l'attention sur les causes de cette rupture de la courbe démographique, mais aussi, avant tout, sur sa réalité, et les questions

[46] « Les séquences archéologiques ne devraient pas être considérées comme étant définitives et immuables, mais bien plus comme des outils dont la modification ou l'abandon périodique sont nécessaires ».

méthodologiques qu'elle soulève. Il convient, en effet, de déterminer si ce creux correspond bien à une diminution de la population, ou s'il est dû à l'emploi d'une méthodologie inadaptée. Est-il possible que les approches employées, qui sont efficaces pour étudier les occupations du Préclassique récent et du Classique récent, soient inadaptées pour la recherche de vestiges du Classique ancien ? Les méthodologies et connaissances mises au point par les grands projets fondateurs (à Tikal ou Uaxactun) étaient-elles appliquées trop systématiquement à des régions dont la culture matérielle ou la structure de l'habitat ne sont pas complètement comparables ? Cette problématique a suscité l'intérêt de plusieurs équipes, qui se sont attachées à faire la part des difficultés méthodologiques et des réelles tendances archéologiques (Laporte 1995a ; Pyburn et al. 1998 ; J. Morris et Awe 2005).

Certaines recherches ont montré que les approches privilégiées pour étudier les vestiges du Classique récent conduisaient à sous-estimer une occupation du Classique ancien pourtant bien présente, mais sous des modalités différentes. Pyburn a été confrontée à ces problèmes à Nohmul, au nord du Belize (Pyburn *et al.* 1998). La découverte de certains vestiges céramiques avait convaincu l'équipe qu'ils rencontreraient une forte occupation pour le Classique ancien (*ibid.*, p. 42). Il s'est pourtant avéré, suite à une campagne de ramassages de surface et de sondages répartis sur l'ensemble du site, que les vestiges du Classique ancien étaient moins nombreux que ceux des périodes précédentes et suivantes ; insistons sur le fait que dans ce cas, même les vestiges du Préclassique récent étaient plus nombreux que ceux du Classique ancien. Le problème se trouve, donc, bien au-delà de la simple question de l'enfouissement des vestiges au cours du temps (sans quoi, les structures et les tessons préclassiques seraient plus difficiles d'accès que ceux du Classique ancien). Finalement, l'occupation du Classique ancien s'est révélée être particulièrement concentrée dans certains secteurs du site, et principalement représentée par des structures invisibles correspondant à des constructions sans plate-forme. Ce type de structures invisibles, d'autant plus difficile à déceler qu'elles ne sont pas nécessairement situées à proximité de ruines visibles, ne datait pas exclusivement du Classique ancien, mais c'est au cours de cette période qu'elles représentent le plus fort pourcentage de l'occupation. La conclusion est donc que le Classique Ancien, à Nohmul, a été marqué non pas seulement par une diminution de la population, comme pourrait le laisser penser une analyse *a priori* des données obtenues par ramassage de surface et sondages, mais aussi par une diminution de la visibilité des structures, due à un changement de système d'habitat. Une partie de la population aurait délaissé les centres importants, pour vivre à l'écart, dans l'arrière-pays, tandis que d'autres habitants auraient regroupé leurs maisons de matériaux périssables, construites à même le sol, sans plate-forme, dans certains secteurs du site. Les auteurs envisageaient d'expliquer ce changement vers un habitat modeste comme une stratégie développée par une partie de la population pour se soustraire aux exigences des pouvoirs émergents du début du Classique ancien, qui auraient cherché à établir un contrôle trop contraignant sur les productions (*ibid.*, pp. 42, 56). Le Classique ancien correspond aux débuts de la royauté sacrée qui aurait institutionnalisé les inégalités et une forte pression sur la population (par des taxes et des corvées), afin de constituer des « lieux politiques » au sens architectural, collectif et cérémoniel. Il semblerait que l'on observe cette dynamique dans la demande en main-d'œuvre pour la construction monumentale avec les débuts des dynasties de Naachtun ou Copan (Carrelli 2004).

Les recherches sur le peuplement menées par Pyburn à Nohmul mettaient donc en évidence les écueils méthodologiques qui peuvent conduire à une mauvaise identification de la population d'une période donnée. Il est souhaitable d'employer des méthodes spécifiques selon la période que l'on souhaite étudier, toutes les approches n'ayant pas la même efficacité pour détecter les occupations de toutes les périodes. Dans certaines régions, l'occupation du Classique ancien peut être principalement constituée par des structures invisibles, agglomérées dans certains secteurs. On risque alors, en employant les méthodes qui sont adaptées à la recherche sur le Classique récent (ramassage de surface, programmes de sondages aléatoires), de mal identifier les occupations du Classique ancien. Ainsi, au nord du Belize, les sites pour lesquels on a pris en compte l'habitat invisible indiquent une légère augmentation de la population au Classique Ancien, alors que ceux dont seuls les vestiges visibles ont été pris en compte montreraient une baisse de la population à la même période (Pyburn *et al.* 1998, p. 50). Il existe donc un

véritable risque d'erreur méthodologique, puisque dans de nombreuses régions, l'habitat suivait, au Classique ancien, des tendances différentes de celles des périodes antérieures et postérieures.

2.4 Les synthèses de référence sur le Classique ancien

Les difficultés inhérentes à l'étude du Classique ancien ont suscité la tenue d'importantes discussions sur les données archéologiques et tendances caractéristiques de la période, ainsi que sur les questions et écueils à surmonter. Ces discussions ont débouché sur des publications de référence, exclusivement ou principalement dédiées au Classique ancien.

2.4.1 A Consideration of the Early Classic Period in the Maya Lowlands (1985)

La première importante synthèse sur la période fait suite à un séminaire tenu à l'Université de Harvard au cours de l'automne 1982. Constatant la domination écrasante des études touchant au Classique récent, les auteurs signalent que : « *most of what we know and write about ancient Maya civilization, especially in statements of general synthesis, is drawn from Late Classic data*[47] » (Willey et P. Mathews 1985, p. 1). Il en a découlé une publication, *A Consideration of the Early Classic Period in the Maya Lowlands* (*ibid*.). Ce volume réunit des contributions de spécialistes sur des domaines aussi variés que les études céramiques, l'architecture, les structures de l'habitat, ou encore l'épigraphie. Comme dans tous les domaines, des progrès substantiels ont été effectués depuis 1985 dans la connaissance de la période. De nouvelles données, de nouveaux sites, de nouvelles lectures épigraphiques sont venus compléter ou contredire le contenu de cette synthèse. Ainsi, la liste des stèles et inscriptions du Classique ancien proposée par P. Mathews (1985) demanderait, aujourd'hui, une actualisation considérable. Il en est de même pour certaines des interprétations qui en découlent, en particulier sur la relation entre Tikal et Uaxactun. Des datations par radiocarbone démontrent que les séquences céramiques peuvent être bien plus fines que ce que Lincoln (1985, p. 74) imaginait. Enfin, une multitude d'édifices du Classique ancien montrent une richesse et une variété architecturales que Falkenhausen (1985) n'avait pas soupçonnées. Néanmoins, certains problèmes méthodologiques soulevés par les auteurs sont toujours d'actualité, qu'ils concernent, entre autres exemples, la céramique ou les structures de l'habitat. Les contributions dont l'apport est le plus intéressant pour notre recherche sont celles qui touchent la céramique (Lincoln 1985), l'architecture (Falkenhausen 1985), la structure de l'habitat (Potter 1985) et la structure socio-politique (Gibson 1985). On limitera l'exposé à ces trois derniers domaines, la céramique et les commentaires de Lincoln ayant été traités auparavant.

La contribution de Falkenhausen (1985) sur l'architecture permet, *a posteriori*, de mesurer combien le cas de Naachtun est privilégié. En effet, en 1985, aucun site connu et étudié ne présentait de vestiges suffisants pour étudier l'urbanisme du Classique ancien, et aucun ne s'était développé au Classique ancien sans antécédent urbain préclassique comme Naachtun (*ibid*., pp. 111, 115). Sa vision (*ibid*., p. 130) de l'organisation des chantiers de construction monumentale au Classique ancien suggère que la construction n'était pas un processus long, en tout cas, bien moins long que les chantiers s'étendant sur plusieurs générations tels que nous les connaissons pour le Moyen-Age européen. Il privilégiait l'idée de chantiers courts (« *quickly performed ventures* »), qui auraient réuni de nombreux ouvriers non spécialisés, travaillant à temps partiel (« *a large work force of untrained [and probably part-time] laborers* ») ainsi qu'un certain nombre de spécialistes travaillant à plein temps (« *a considerable number and variety of full time specialists* »).

Sur les modes d'urbanisation et la structure de l'habitat intra-urbain, Potter (1985) passait en revue les différences majeures de dynamiques d'occupation classique ancienne pouvant exister entre plusieurs sites des Basses Terres, entre dynamisme de l'occupation de tous les secteurs de la cité, comme à Tikal, et quasi-abandon comme à Ceibal (ce qui est confirmé par les recherches récentes d'Inomata, Triadan,

[47] « La quasi-totalité de ce que nous savons et écrivons sur les anciens Mayas, en particulier les énoncés de synthèse, d'ordre général, nous le tirons de données correspondant au Classique récent. »

MacLellan *et al.* 2017, p. 3). Il relevait également (p. 139) une dépopulation des hinterlands, par exemple, pour la zone intersite Tikal-Yaxha : l'hypothèse de la nucléation classique ancienne de la population autour des centres était posée (p. 142) ; elle est fondamentale pour notre recherche, et nous y reviendrons par la suite.
Gibson (1985) synthétisait le débat consistant à caractériser le système politique des Mayas classiques comme à situer entre la chefferie et l'État et rappelait (*ibid*., p. 165) le rôle déterminant que, supposait-on alors, jouaient l'architecture monumentale et l'investissement énergétique dans cette séquence évolutionniste particulière. Il reconnaissait que caractériser l'intensité de l'investissement dans l'architecture était souvent un effort « hautement subjectif » de la part de la plupart des chercheurs. C'est bien ce que nous nous proposons de dépasser dans la présente recherche. Dans le cadre de la chefferie, l'architecture monumentale était censée demander la participation de main-d'œuvre supérieure à ce que peut fournir un seul village, « *thus, the absolute size of construction and approximate number of laborers involved in corvee labor projects are also important variables*[48] ». Dans le cadre de l'État, l'architecture serait plus monumentale, plus coûteuse d'un point de vue énergétique, et aurait exigé plus de travailleurs spécialisés. L'approche énergétique de l'architecture monumentale était donc placée au cœur de la question sur le stade évolutionniste orthodoxe de développement socio-politique de la cité maya. Pour Gibson (1985, p. 171), les Mayas du Classique ancien étaient bien parvenus au stade de l'État, mais un État avec ses spécificités, pas encore dépouillé de ses « *chiefdomlike aspects* » (*ibid*., p. 174), tels qu'une supériorité sociale de certains individus justifiée par une relation d'ordre magique avec l'environnement et le monde surnaturel. Mis à part ce vocabulaire évolutionniste assez dépassé, les propositions de Gibson demeurent d'actualité et assez proches de notre propre question de recherche, à savoir le rôle de l'architecture monumentale dans l'émergence d'une capitale politique et de sa communauté urbaine de population agglomérée.
A la suite de ce séminaire d'université, plus aucun volume de synthèse ne fut exclusivement voué à réunir et synthétiser les connaissances générales sur le Classique ancien. Quelques tables-rondes importantes ont été dédiées à la période, mais les chercheurs y présentaient des travaux sur des sites ou des questions plus ciblés.

2.4.2 The Emergence of Lowlands Maya Civilization: the Transition from the Preclassic to the Early Classic (1995)

Dix ans après la publication du séminaire de Harvard, une nouvelle publication réunissait les contributions de différents spécialistes, cette fois sur un moment plus ciblé de l'histoire maya, celui de la transition entre le Préclassique et le Classique ancien (Grube 1995a). Elle faisait suite à un symposium se proposant de discuter des nombreux apports récents sur ce moment crucial de l'évolution des cultures mayas. Au début des années 1990, de nombreuses découvertes épigraphiques et archéologiques avaient montré que les premières dynasties et les premières inscriptions dans les Basses Terres remontaient, dans certains cas, au Préclassique récent. Dans bien des aspects, on pouvait se poser la question de la pertinence d'une distinction entre Préclassique et Classique ancien. Même si notre recherche englobe un cadre chronologique plus large, il est au moins un de ses aspects qui se place dans ce contexte de la transition entre Préclassique récent et Classique ancien : celui de la naissance (à Naachtun) de la cité, de la communauté, de l'agglomération spatiale d'habitants et de la construction des premiers secteurs monumentaux de l'épicentre. En ce sens, certains chapitres de cette publication constituent des apports précieux dans le cadre de ce travail. L'une des questions majeures qui est traitée dans ce symposium est celle de l'émergence du système dynastique et des moyens mis en œuvre pour le justifier et le maintenir, parmi lesquels l'architecture monumentale n'est pas le moindre (Grube 1995b, p. 2 ; Valdés 1995, pp. 80, 83).
Répétons-le toutefois, la visée générale de l'ouvrage n'était pas celle de la publication de Willey et P. Mathews (1985). Il ne n'agissait pas d'une synthèse générale visant à une approche aussi globale que

[48] « Dès lors, la taille absolue des constructions et le nombre approximatif de travailleurs mobilisés par la corvée sont aussi des variables importantes ».

possible de la période, mais d'un symposium rassemblant diverses études de cas plus ponctuelles, comme celle de Laporte (1995b) pour Mundo Perdido, un secteur de l'épicentre de Tikal fondamental pour la compréhension des dynamiques du Classique ancien, ou celle d'Adams (1995), sur Río Azul. Ce dernier liait (*ibid*., p. 38) les besoins en main-d'œuvre pour la construction monumentale, les quantités de restes céramiques, et la sophistication culturelle à une augmentation substantielle de la population entre le Préclassique moyen et le Préclassique récent. Pour le Classique ancien, il soulevait (*ibid*., p. 42) le paradoxe de la prétendue inadéquation entre la population du site et le besoin en main-d'œuvre, suggérant que des ouvriers étaient périodiquement envoyés depuis Tikal pour participer à la construction du site, qu'il voyait comme un avant-poste frontalier administré par Tikal. Dunning (1995) discutait l'importance de la gestion d'un milieu aux terres agricoles d'inégale qualité dans l'émergence des sociétés segmentaires.

A. F. Chase et D. Z. Chase (1995) approchaient cette période de transition par l'analyse des Groupes de Type E, dans une contribution utile à la compréhension de Naachtun, puisque le Groupe de Type E de ce site est à la fois l'ensemble architectural le plus volumineux et, peut-être, le plus ancien du site. A travers cette approche, la question des implications sociales et démographiques de la présence d'une architecture monumentale était nécessairement abordée. Sur cette question, le point de vue de A. F. Chase et D. Z. Chase (*ibid*., p. 87) était explicité d'emblée : « *Construction of large complexes can be undertaken with relatively small numbers of people*[49] ». Le Groupe de Type E est considéré par A. F. Chase et D. Z. Chase (*ibid*., p. 100) comme participant à la définition d'un espace, d'une place, d'un lieu central, ce qui est effectivement le cas à Naachtun. La définition de ce lieu central est directement liée à l'émergence des élites dirigeantes, phénomène qui a eu lieu à différents moments, du Préclassique moyen au Classique ancien selon les sites. A. F. Chase et D. Z. Chase (*ibid*., p. 100) pointaient une évolution des pratiques rituelles associées aux Groupes de Type E, à Caracol, à Cenote ou à Tikal. Dans un premier temps, à la période préclassique, de nombreux dépôts étaient associés aux Groupes de Type E. Mais au début du Classique ancien, des tombes royales commencèrent à être intégrées à l'architecture de ces groupes, alors que les lieux d'inhumation privilégiés auparavant (comme, à Tikal, l'Acropole Nord), étaient délaissés pour un temps. A ce moment-là, il semblerait que les rituels civiques et dynastiques aient été confondus, au sein d'une même architecture institutionnelle, alors que des édifices spécifiques et bien discriminés leur étaient dédiés auparavant. A Naachtun, des recherches plus précises devront être menées sur le sujet, en particulier en termes de datation des contextes, malheureusement souvent pillés, mais il est possible que le site ait connu une évolution semblable, peut-être sur un temps plus court.

La contribution de Fahsen Ortega (1995), quoique axée essentiellement sur l'épigraphie, rappelle, par bien des aspects, celle de Gibson (1985) dans *A consideration of the Early Classic Period in the Maya Lowlands*. Tout comme Gibson, Fahsen discutait le degré de développement politique des sociétés mayas du Préclassique et du Classique ancien, à partir, en particulier, de la distinction des stades évolutionnistes établie par Carneiro (1981). Pour Fahsen Ortega (1995, p. 155), les données épigraphiques montraient que les Mayas des Basses Terres avaient atteint le stade de l'État, et ce dès le Préclassique récent. Comme A. F. Chase et D. Z. Chase (1995), mais, encore une fois, à partir d'une approche épigraphique, Fahsen Ortega (1995, p. 156) caractérisait la transition politique entre le Préclassique récent et le Classique ancien par une manipulation et une appropriation du message religieux, confondu avec la communication politique au service de la dynastie.

[49] « Il est possible d'entreprendre la construction de grands complexes avec un nombre relativement réduit de participants ».

2.4.3 Research Reports in Belizean Archaeology (2005)

En 2004, le Symposium d'Archéologie du Belize consacrait une large partie des discussions à l'étude du Classique ancien dans ce secteur des Basses Terres. Il en a résulté une section de près de 200 pages dans le deuxième volume des *Research Reports in Belizean Archaeology* (Awe, J. Morris *et al*. 2005). Il ne s'agit pas d'une synthèse généraliste, mais de contributions sur des sites spécifiques. Néanmoins, il en ressort un certain nombre de questions et d'avancées pour la compréhension de la période. Les problématiques de l'étude du Classique ancien au Belize ne sont pas toujours les mêmes que celles que l'on rencontre à Naachtun et dans la zone centrale des Basses Terres, mais plusieurs présentations soulèvent des problèmes méthodologiques et des comparaisons utiles. Au Belize, comme dans d'autres régions en périphérie de la zone centrale, il a longtemps été compliqué d'identifier les occupations du début du Classique ancien, et un dépeuplement semblait caractériser ce moment. L'intérêt de ce symposium est qu'il a permis d'affiner cette vision des choses et de discuter le poids de certaines inadéquations méthodologiques dans la compréhension des dynamiques du Classique ancien. Il apparaît qu'à une échelle très fine, avec une méthodologie plus adaptée à la période, on peut identifier des occupations substantielles dans certains secteurs, comme l'ouest de la vallée du fleuve Belize, alors que dans d'autres régions, comme la partie orientale de cette même vallée, le dépeuplement semble bel et bien avéré (J. Morris et Awe 2005, p. 2).
Pour A. F. Chase et D. Z. Chase (2005, p. 17), la mauvaise compréhension de la situation au Classique ancien vient d'une série de problèmes méthodologiques, comme une tendance injustifiée à chercher à appliquer la séquence céramique de Uaxactun, inadaptée à la compréhension des dynamiques chronologiques du Classique ancien, ainsi que l'emploi de méthodes de fouille pensées pour mettre au jour des vestiges classiques récents et peu efficaces quand il s'agit d'identifier ceux de la première moitié du Classique ancien (*ibid*., p. 19). Parmi ces méthodes, on trouve les programmes de sondages aléatoires, qui ne conviendraient pas à la réalité de l'implantation des occupations du Classique ancien. Autre problème méthodologique, l'ouverture de tranchées axiales dans les monticules, inefficace lorsqu'il s'agit de mettre en évidence des restes antérieurs à la deuxième moitié du Classique ancien. En adaptant les méthodes d'acquisition de données, A. F. Chase et D. Z. Chase (*ibid*.) parvenaient à mettre au jour les indices d'une occupation classique ancienne substantielle à Caracol. Selon ces auteurs (*ibid*., p. 32), la victoire militaire de Caracol sur Tikal en 562 apr. J. C. serait reflétée dans la séquence de construction monumentale par une accélération dans la succession des étapes de construction :

« *The impact of the successful warfare with Tikal also can be seen in the substantial construction undertaken in the Structure B20 locus between [...] A.D. 537 and [...] A.D. 577*[50] ».

Dans une autre publication, plus récente, les mêmes auteurs prêtaient à ce succès militaire un rôle dans l'augmentation démographique du site (D. Z. Chase et A. F. Chase 2016, p. 4). Mais notons que chez l'adversaire, la défaite n'aurait pas eu de répercussions visibles sur la population :

« *Evidence suggests that political upsets between A.D. 562 and 682 had little effect on most people*[51] »

(Haviland 2003, p. 140). Voir aussi, à propos de la permanence de l'architecture monumentale, Moholy-Nagy (2016). La question de l'influence des aléas politiques sur l'investissement dans l'architecture monumentale et sur les dynamiques de population se pose, bien entendu, à Naachtun.
La communication de Awe et Helmke (2005) sur la vallée du Belize prenait comme point de départ la faiblesse supposée du peuplement classique ancien dans ce secteur des Basses Terres, et se proposait de

[50] « L'impact de la victoire militaire sur Tikal peut aussi être perçu dans la construction substantielle menée à bien autour de la Structure B20 entre 537 et 577 apr. J.-C. »
[51] « Les données suggèrent que les bouleversements politiques de l'intervalle 562-682 apr. J.-C. n'eurent que peu d'effets pour la majorité de la population. »

déterminer de nouveaux éléments diagnostiques plus représentatifs des pratiques locales, qu'il s'agisse de céramique, de pratiques rituelles ou d'architecture : c'est ainsi qu'ils parvenaient à démontrer la vitalité de la période dans cette région. A Actuncan, un site majeur de l'ouest du Belize au Classique ancien, LeCount et Blitz (2005, p. 75) soulignaient, en particulier, l'importance de la prise en compte de la céramique domestique monochrome et sans engobe pour une compréhension fine des occupations du Classique ancien ; ce point est important, aussi, à Naachtun. D. Z. Chase et A. F. Chase (2005, p. 127) évoquaient le même problème à partir de l'étude de Santa Rita Corozal. J. Morris et A. A. Ford (2005) utilisaient les exemples de Mountain Cow et El Pilar pour montrer que l'occupation classique ancienne du Belize était plus dynamique que ce qui avait été longtemps admis pour la région, et sont de ceux qui considèrent que l'application au Belize de la séquence céramique de Uaxactun conduit à sous-estimer l'occupation du Classique ancien. De même, la rareté des inscriptions dans la région n'indique pas forcément un abandon de l'occupation, ni même un affaiblissement du pouvoir. Dans de nombreux cas, la séquence architecturale, ininterrompue, suggère bien une continuité de l'occupation et de l'activité (*ibid*., p. 80, 85). Buttles *et al*. (2005) ont travaillé dans le nord-ouest du Belize (la région qui comprend les sites de Colha et Kichpanha). Eux aussi considéraient que certains traits matériels du Préclassique (comme le type céramique *Sierra Rojo* ou certains outils de pierre) perdurèrent durant le Classique ancien, ce qui complique l'identification des occupations de la période. Ils distinguaient tout de même, pour la région, une tendance à la dispersion de l'occupation, allant de pair avec un relatif abandon des centres urbains.

Pyburn (2005, p. 143) commençait sa contribution par un avertissement méthodologique, recensant les raisons pour lesquelles il est plus difficile d'identifier les occupations du Classique ancien par rapport à celles d'autres périodes, en particulier le Préclassique récent et le Classique récent. Ces raisons sont : la durée de la période (deux fois plus courte que le Préclassique récent, qui est donc plus susceptible d'avoir produit de nombreux vestiges), un changement d'organisation de l'habitat (vers une occupation plus localisée en certains points particuliers), la différence d'intégration des communautés aux réseaux économiques et sociaux utilisant les nouveaux modes et types céramiques, une tendance plus marquée qu'à d'autres époques à l'utilisation de matériaux périssables pour l'habitat, ne laissant que des traces difficilement identifiables, et la difficulté d'accès aux vestiges, souvent profondément enterrés.

Prufer (2005) évoquait la problématique de la continuité céramique entre Préclassique et Classique ancien pour le sud du Belize, une zone où l'on trouve, par ailleurs, comme à Uxbenka (Prufer 2005, p. 173 ; Wanyerka 2005), des mentions épigraphiques des événements de 378 apr. J.-C., voir *supra*, « *l'Entrée* » de Teotihuacan à Tikal.

Goldsmith (2005) rapportait les résultats de sa recherche sur les secteurs résidentiels de Chau Hiix. Il y a effectué un programme de sondages à la tarière à toutes les intersections d'un quadrillage à échelle 10 m sur une surface de 4 ha contenant trois unités résidentielles visibles en surface. Cette méthodologie a mis en évidence deux secteurs présentant des concentrations de matériaux, des sols de stuc et des remblais, correspondant à deux autres unités résidentielles invisibles supplémentaires (*ibid*., p. 161), soit cinq unités pour 4 ha. Les cinq groupes résidentiels étaient tous occupés au Classique ancien, et autant que l'on puisse en juger à partir de la céramique obtenue grâce à ces sondages, sans occupation du Classique récent (Goldsmith 2005, p. 165). Somers et McKillop (2005) ont utilisé, avec succès, la même méthodologie sur le petit site de Arvin's Landing[52]. Dans la zone testée, qui ne contenait qu'une seule plate-forme, ils ont pu détecter deux secteurs d'habitat supplémentaires.

Enfin, d'autres recherches avaient pour sujet l'évolution politique et la cristallisation du pouvoir au début du Classique ancien. La contribution de M. K. Brown et Garber (2005) ne portait pas spécifiquement sur le Classique ancien, mais sur l'évolution de l'architecture monumentale, depuis les plates-formes prédynastiques à vocation communautaire du Préclassique moyen, jusqu'à la mise en place du pouvoir dynastique, à travers l'exemple du site de Blackman Eddy. La morphologie des bâtiments ainsi que des dépôts rituels permettait d'étudier les différents types de mobilisation de main-d'œuvre employés. Dans un premier temps, durant la première moitié du Préclassique moyen, le

[52] Le Belize, ex Honduras Britannique, a une toponymie de langue anglaise.

contenu de dépôts directement associés au processus de construction (p. 58) semble révéler une pratique « festive » du travail, dans laquelle les efforts des travailleurs seraient récompensés par un festin, dont les restes (céramique, ustensiles, nourriture) étaient inclus dans le remblai. Par la suite (p. 60), les constructions pyramidales remplacent les plates-formes basses, le coût de construction de chaque étape augmente, et le rituel semble devenir moins communautaire. Les dépôts, en tout cas, n'incluent plus de restes de festins, ce qui pourrait suggérer une mobilisation sur un mode moins réciproque, ou une autre forme de compensation (sur ces questions, voir le Chapitre 9). Guderjan (2005) décrivait le cas du site de Blue Creek, dont la majorité de l'architecture monumentale remonte, comme à Naachtun, au Classique ancien (*ibid*., p. 131). Comme dans de nombreux autres sites, les premières constructions publiques de Blue Creek furent des plates-formes basses datant du Préclassique (terminal, dans ce cas précis). Comme souvent (voir M. K. Brown et Garber 2005), les dépôts associés suggèrent l'implication d'une large partie des habitants, puisque pas moins de 425 lames d'obsidienne, suggérant une vaste cérémonie d'autosacrifice, étaient associées à une plate-forme publique préclassique (Guderjan 2005, p. 131).

2.5 Conclusion

L'identification correcte de l'occupation des cités pour le Classique ancien et sa caractérisation posent aux archéologues des problèmes majeurs, dont nous avons tenté de donner un aperçu dans cet état de l'art. Plusieurs discussions (sur les systèmes d'agglomération, les méthodes de fouille ou les problèmes d'identification correcte et d'interprétation de la céramique diagnostique) concernent principalement des zones périphériques aux Basses Terres centrales, comme le Belize, le sud-est et le sud-ouest du Petén, et non la zone centrale des Basses Terres, à laquelle appartient Naachtun et dont les vestiges diagnostiques sont supposés être mieux connus, grâce à l'ancienneté des recherches archéologiques qui y ont été menées (à Uaxactun ou à Tikal). Toutefois, les réponses méthodologiques apportées par les archéologues travaillant dans ces régions (Laporte 1995a ; Pyburn et al. 1998 ; A. F. Chase et D. Z. Chase 2005 ; Goldsmith 2005 ; Somers et McKillop 2005) nous obligent à reconsidérer la qualité de notre identification des dynamiques du Classique ancien à Naachtun, et tout particulièrement des dynamiques internes au Classique ancien (c'est-à-dire, au sein des trois sous-phases). La localisation préférentielle de nos sondages permet-elle d'identifier de manière correcte les occupations de chaque sous-phase ? Certains secteurs du site ont-ils connu une occupation plus dense au cours d'une sous-phase du Classique ancien ? Existait-il une plus forte tendance à la construction résidentielle en matériaux périssables, peu visible ? Tous les groupes sociaux ont-ils eu accès à la céramique diagnostique de chaque sous-phase de manière simultanée ? On verra par la suite que le nombre de niveaux archéologiques datés de Balam III (la dernière sous-phase du Classique ancien, entre 400 et 550 apr. J.-C., approximativement) est largement inférieur à l'abondance des vestiges Balam II, dans l'architecture résidentielle comme monumentale publique. Avant d'y voir les effets d'une crise démographique, politique ou militaire (ce que pourrait suggérer une lecture simpliste de données épigraphiques ténues et lacunaires), il est nécessaire d'explorer les possibles écueils méthodologiques qui auraient provoqué une mauvaise identification des occupations de cette sous-phase. Nous n'excluons bien évidemment pas la possibilité de cette crise à la fin du Classique ancien, mais la richesse des dépotoirs de la période identifiés dans la Zone résidentielle de Naachtun, et la comparaison avec le cas de Tikal, bel et bien défaite militairement à cette époque mais toujours dynamique dans son architecture monumentale et sa démographie, doivent inciter à la prudence.

Les archéologues qui se sont intéressés à l'organisation de l'habitat au Classique ancien ont soulevé un point fondamental pour notre recherche, qui ne peut malheureusement que faire l'objet d'hypothèses à l'heure actuelle, mais qu'il sera souhaitable de traiter au plus vite dans le futur : celui d'une probable tendance classique ancienne à la concentration des habitats autour des centres primaires et secondaires, la nucléation (un aspect que nous traiterons à nouveau par la suite). La taille du réservoir de main-d'œuvre constitué par la population d'un arrière-pays plus ou moins peuplé change nécessairement la donne quant à la répartition de l'effort de construction sur la population.

Enfin, soulignons à nouveau l'importance des questionnements sur le rôle joué par l'architecture monumentale dans les moments d'instauration de nouveaux pouvoirs, comme le furent la fin du Préclassique récent et le Classique ancien. C'est à ce moment, et après une vague d'effondrement du système politique, économique et urbain, que furent fondées les dynasties caractéristiques du Classique ancien et du Classique récent. L'architecture monumentale, et plus particulièrement les Groupes de Type E, se trouvent au centre des dynamiques de la formation des cités à cette période.
Depuis le début des années 2000, les projets de longue haleine se sont multipliés au Petén. A El Mirador, El Zotz, El Perú-Waka', La Corona, Holmul, Nakum, Uaxactun ou encore Naachtun (sans oublier le Belize - Blue Creek, Actuncan, pour ne citer que ceux qui ont une forte composante classique ancienne - et le sud du Campeche - Uxul, Yaxnohcah ou El Palmar -), des recherches pluridisciplinaires sont menées annuellement et une masse conséquente de données sur les périodes préclassique et classique est en cours d'obtention et de publication. Pour autant, l'accent est souvent mis sur l'évaluation de l'architecture et des institutions du Préclassique, sur l'épigraphie, et sur les dynamiques démographiques, environnementales et politiques à l'époque du collapse du Classique terminal. Comparativement, l'étude de la population classique ancienne progresse peu, compliquée en particulier par des obstacles méthodologiques difficilement surmontables. Le prochain chapitre est l'occasion de dresser un état de la question des estimations du coût énergétique de l'architecture monumentale et de la population au Classique ancien.

Chapitre 3 : Quantification de la construction monumentale et estimations de population au Classique ancien, état des questions

Après le panorama sur la recherche consacrée au Classique ancien et à ses nombreux problèmes spécifiques, le présent chapitre est voué à l'étude des antécédents et à l'état de l'art de la quantification du coût énergétique de l'architecture monumentale et des effectifs de population, en particulier dans le contexte classique ancien.

3.1 État de l'art sur l'approche énergétique de l'architecture monumentale

Pour dépasser la vision intuitive et, dans certains cas, mythologique, de l'architecture monumentale, et quantifier l'effort de construction, il est nécessaire de calculer les coûts énergétiques de la construction monumentale[53]. Précisons d'ores et déjà que les coûts énergétiques sont en général (mais pas systématiquement) exprimés en jours-hommes ou jours-personnes (j-p), ou heures-personnes (h-p), nous reviendrons sur ces unités par la suite, mais on peut déjà établir que le jour-personne est une estimation du rendement moyen d'un travailleur affecté à une tâche spécifique sur une journée. La somme du coût en jours-personnes de toutes les tâches permet d'obtenir un coût total pour une construction.
Il se trouve que, dans la littérature internationale traitant des questions de quantification du coût énergétique de la construction monumentale, deux études mayanistes tiennent une place prépondérante et sont, aujourd'hui encore, des jalons principaux et incontournables à partir desquels les calculs sont effectués[54]. Les travaux de Charles Erasmus (1965) et d'Elliot Abrams (1994) constituent des références fondamentales pour l'ensemble des archéologues qui s'intéressent aux questions de coûts de construction, de la Crète Minoenne (Devolder 2005), à Hawaii (M. J. Kolb 1991) en passant par la côte péruvienne (Eeckhout 2002), le Viêt Nam (Kim 2013), Teotihuacan (Murakami 2015) ou les monticules de Louisiane (Aaberg et Bonsignore 1975). Tous s'appuient, avec plus ou moins de recul critique, sur la méthodologie initiée par Erasmus et formalisée par Abrams pour les Mayas, et sur les indices de rendement qu'ils proposent pour les différentes tâches de la construction. Dès lors, une étude critique poussée de ces travaux est indispensable. On ne peut mener à bien la quantification de l'effort de construction d'un site maya en se passant complètement des contributions fondamentales d'Erasmus et plus encore d'Abrams, mais il faut aussi mettre en évidence leurs limites.

3.1.1 Mise au point de la méthode : l'apport d'Erasmus

Charles Erasmus n'est pas le premier à avoir évalué de manière scientifique et quantifiée l'effort de construction investi dans la construction monumentale. On reviendra, par la suite, sur les apports de certaines tentatives antérieures, mais on peut consulter, chez Abrams et Bolland (1999, p. 266) une liste des travaux pionniers menés au XIX^{e} siècle sur les monticules d'Amérique du Nord. Il est, néanmoins,

[53] Et ce, quand bien même les chiffres obtenus échappent à nos capacités de représentation. Shenkel (1986, p. 220) préférait exprimer la monumentalité des monticules du Mississippi à travers une approche plus intuitive : la longueur des files de camions qu'il faudrait aligner pour contenir la terre accumulée par leurs bâtisseurs. Pour le Monk's Mound de Cahokia, la file de camions bennes irait *« from east St. Louis northeast past Chicago almost to the Illinois-Wisconsin border »*. Voir également l'approche originale et très visuelle proposée par Brunke *et al*. 2016, Fig. 3, pour l'architecture monumentale de Mésopotamie.

[54] Ce qui ne signifie pas que les questions d'effectifs de main-d'œuvre et de présupposés politiques de la construction monumentale aient d'abord été traitées en Mésoamérique. Dans le contexte de la colonisation des Etats-Unis, ce sont d'abord les monticules qui parsèment le territoire qui ont suscité bon nombre d'études plus ou moins sérieuses sur le sujet (Abrams et McCurdy 2019, p. 15). Ajoutons que de nombreux travaux d'expérimentation ont également eu lieu, de longue date, en Grande-Bretagne. Leurs résultats ont permis un développement poussé des études de coût de construction de l'architecture monumentale néolithique locale (*ibid*.).

le premier à avoir mené à bien ce type de quantification de manière systématique, pour l'ensemble d'une cité, et ce, dans l'idée de corréler son estimation à celle de la population du site. Son article, paru en 1965 - *Monument Building: Some Field Experiments* - demeure surtout fondateur dans l'historiographie pour ses comptes rendus de reconstitution expérimentale de différentes tâches du processus de construction, depuis l'extraction des matières premières jusqu'à la construction des différents éléments architecturaux. Les résultats des travaux d'expérimentation menés à Tikul, dans l'Etat du Yucatán et Las Bocas, dans l'Etat de Sonora, constituent une référence fondamentale, à laquelle font appel beaucoup de ceux qui travaillent sur la quantification des coûts humains du travail, chez les Mayas ou dans d'autres contextes culturels. Notre recherche ne fait pas exception. Ainsi, ses données sont reprises, entre autres, par Webster (1976, p. 97) ou Arnold et A. Ford (1980, p. 718) et bien d'autres encore. En somme, avant le début des années 1990 et la publication des travaux d'Abrams (qui s'appuient également, à de nombreuses reprises, sur ceux d'Erasmus), la publication d'Erasmus constituait une source majeure pour toute tentative de quantification énergétique de la construction monumentale. Pourtant, la méthodologie employée est loin d'être exempte de failles qu'il est important de prendre en compte.

3.1.1.1 Objectifs et contexte de l'étude d'Erasmus

Entre les années 1940 et 1960, Erasmus (qui n'était pas archéologue mais anthropologue) s'était intéressé à l'organisation du travail dans certaines communautés contemporaines latino-américaines, parmi lesquelles les Mayo, de l'Etat de Sonora, au Mexique. Sa thèse de doctorat (Erasmus 1955) portait sur l'organisation « festive » et réciproque du travail en Amérique latine et sa publication de 1956 est une référence très utile dans le domaine de l'organisation du travail dans de nombreuses sociétés ethnologiques. Fort de cette expérience sur les modes de recrutement de la main-d'œuvre dans différents contextes sociétaux, politiques et économiques, Erasmus se proposait, pour son article de 1965, de déduire le degré de développement socio-politique des Mayas de la période classique à partir d'une étude de cas sur le mode de mobilisation de la main-d'œuvre pour l'architecture monumentale. Il s'agissait de comparer la contribution annuelle à l'architecture monumentale de la part d'un foyer de la cité d'Uxmal à la contribution des foyers dans d'autres types de sociétés, au degré d'intégration socio-politique mieux connu (Erasmus 1965, pp. 277, 280-282). Dans le contexte scientifique d'alors, une approche culturelle croisée suggérait que plus la contribution en jours-personnes dédiés à la collectivité était élevée, plus la société était complexe et centralisée (de la chefferie à l'État moderne), mais Erasmus était déjà forcé de reconnaître qu'il ne pouvait exister de corrélation systématique entre le nombre de jours-personnes travaillés et le degré d'intégration socio-politique, d'où sa référence liminaire (p. 277) à la publication de Kaplan (1963). Erasmus (1965, p. 282) avait porté son choix sur Uxmal pour des raisons pratiques (principalement, sa facilité d'accès), mais aussi parce qu'on considérait alors que la construction de son épicentre monumental s'était étalée sur un court laps de temps (de 250 ans), ce qui évacuait presque le problème chronologique et faisait supposer que la demande énergétique pouvait difficilement être plus intense ailleurs, pour un site dont l'occupation serait plus longue, ce qui est le cas de la grande majorité des cités mayas des Basses Terres. Bien que la séquence chronologique du site manque encore de fermeté, on considère aujourd'hui que l'occupation d'Uxmal fut plus courte encore que ce que l'on supposait dans les années 1960 (Sharer et Traxler 2006, p. 536), ce qui conforte, *a posteriori*, le choix de ce site.
Pour mener son projet à bien, Erasmus devait quantifier le coût énergétique de la construction de l'épicentre d'Uxmal. Pour ce faire, il a procédé à plusieurs sessions d'expérimentation sur l'extraction de matières premières, le transport de matériaux et la construction d'éléments architecturaux.

3.1.1.2 Résultats des calculs d'Erasmus

Erasmus (1965, pp. 283, 296-297) a conclu de ses calculs que la demande en main-d'œuvre pour chaque foyer dans le cadre de la construction de l'épicentre d'Uxmal était fort limitée et n'impliquait

aucunement l'existence d'une structure politique hautement centralisée. En somme, selon lui, l'existence de l'architecture monumentale maya n'indiquait pas, à elle seule, qu'ils avaient atteint le niveau de l'État, la contribution exigée à chaque foyer n'étant pas supérieure à celle qui existe dans les chefferies, comme les Wogeo de Nouvelle-Guinée. Il aboutit (*ibid*., p. 294) à un total de 7 500 000 jours-personnes pour l'ensemble de la construction de l'épicentre, qu'il décida, faute de données plus précises, de répartir régulièrement sur les 250 ans supposés d'occupation de la cité. A l'échelle des structures, il considérait que le Quadrilatère des Nonnes, dont le coût de construction était évalué à 650 000 jours-personnes, pourrait avoir été construit en 13,5 saisons de 40 jours (*ibid*., p. 296).
Quant à son évaluation de la population, obtenue par un calcul de capacité de charge à partir de la production de maïs, elle semble très largement en deçà des estimations plus récentes, avec 6 000 habitants répartis sur 78 miles^2 (soit 202 km^2) soit environ 75 habitants par mile^2 (75 habitants pour 2,6 km^2 ou bien 29 habitants par km^2) (*ibid*., p. 296). Pour le centre, contemporain, de Sayil, Tourtellot *et al.* (1990) suggéraient une population déjà plus nombreuse pour les seuls 3,45 km^2 centraux de la cité. Il est donc très probable qu'une population beaucoup plus nombreuse ait occupé la région d'Uxmal et son arrière-pays, formant, par conséquent, un réservoir de main-d'œuvre bien plus large. Toutefois, à l'heure actuelle, les connaissances précises sur l'occupation résidentielle d'Uxmal et de sa région sont encore très lacunaires, parce que les travaux ont été principalement dédiés à l'épicentre monumental et à sa restauration.

3.1.1.3 Critique méthodologique des travaux d'Erasmus : des apports mais de nombreuses failles

Les travaux d'expérimentation d'Erasmus sont, à l'heure actuelle, encore abondamment cités dans la littérature sur le calcul du coût énergétique de la construction monumentale. Certaines de ses observations sont fondamentales, et ses indices de rendement sont encore utilisés dans de nombreux calculs de coût de main-d'œuvre (y compris dans la présente recherche). Il est donc indispensable de procéder à une critique raisonnée de ces résultats, qui s'avèrent parfois très précaires malgré leur grande popularité.
En réalité, comme beaucoup d'études pionnières, la contribution d'Erasmus est peut-être tout aussi précieuse pour ses failles, qui mettent en évidence les difficultés méthodologiques d'une telle entreprise, que pour ses résultats, dont certains sont largement perfectibles. Il est manifeste qu'Erasmus avait sous-estimé certaines des difficultés inhérentes à son projet d'expérimentation. La question de la rémunération des travailleurs s'est durement posée, au point de faire échouer la reconstitution de l'extraction de la terre, dont les résultats sont, pourtant, très fréquemment repris dans la littérature (Aaberg et Bonsignore 1975, p. 46 ; Abrams 1987, p. 490 ; Abrams 1994, p. 47 ; Abrams 2001, p. 588 ; Murakami 2015, p. 269 ; DeLuca 2019, p. 193). Réflexe on ne peut plus compréhensible, le travailleur rémunéré à la quantité de terre excavée est bien plus productif que celui qui est payé au temps de travail. Comme Erasmus (1965, pp. 285, 292) a pu rapidement s'en apercevoir, ce détail peut complètement fausser les résultats d'une expérimentation, d'autant plus si celle-ci ne comporte qu'un nombre réduit d'observations, comme ce fut le cas. Il n'a pas fallu plus d'une demi-heure aux deux hommes, payés en fonction du volume de terre qu'ils extrayaient à l'aide d'une pelle ou d'un bâton, pour venir à bout du budget prévu par Erasmus. Les résultats de cette expérience infructueuse, qui sont pourtant repris très largement par les chercheurs, ne sont donc que le fruit d'une extrapolation à partir d'une seule demi-heure de travail en sur-régime de la part de deux hommes. Une baisse de rendement de 34 % pour le travailleur au bâton et de 25 % pour le travailleur à la pelle venait, tout de même, pondérer l'extrapolation, mais cette correction ne résout pas complètement le problème, parce que cette diminution du rendement serait probablement aussi advenue avec un rythme de travail normal (voir, par exemple, l'expérimentation de Toussaint 2009 pour d'autres chiffres sur la diminution du rendement au cours de la journée de travail).

Remarquons que la contribution de Moyes *et al.* (2016) sur des expérimentations de transport de pierres par *mecapal*[55] menées au Belize propose une solution efficace sur la manière de gérer l'inévitable tension liée au paiement des ouvriers dans le cadre des travaux d'expérimentation. Pour le transport de pierres depuis la rivière jusqu'au site, les jeunes hommes sélectionnés étaient payés à la journée, et non à la quantité de pierres transportées. Néanmoins, afin de maintenir une certaine productivité, un paiement supplémentaire était alloué en fonction de la quantité de matériau transporté, suffisant pour maintenir la motivation des participants, sans toutefois biaiser les résultats ou grever le budget du projet (Moyes *et al.* 2016, p. 150).

Dans le même ordre d'idée, l'identité des travailleurs a, elle aussi, eu une influence certaine sur leur productivité. Ainsi, alors que les Mayo du Sonora[56], qui n'avaient, pour le projet d'Erasmus, pas d'intérêt autre que leur rémunération, déclinaient physiquement à la fin de la journée de travail, les Mayas du Yucatan, forts de la fierté de contribuer à la reconnaissance internationale de la culture et des réalisations remarquables de leurs ancêtres, ont, au contraire, redoublé d'efforts à mesure que l'expérimentation avançait, malgré la fatigue (Erasmus 1965, pp. 286, 292). Ne peut-on pas toutefois supposer qu'un sentiment de fierté semblable habitait les travailleurs de la période classique qui participaient à l'embellissement de leur cité ? Ou encore que la compétition entre groupes de travailleurs provenant de différents quartiers ou lignages contribuait à augmenter la productivité ? On évoquera ces questions au Chapitre 9.

Il faut bien retenir qu'Erasmus n'a généralement employé que deux hommes, et que ses expérimentations n'ont jamais été répétées. Or, la performance peut varier très largement selon les individus, leur expérience et leur état de forme. A une seule reprise, Erasmus a utilisé quatre personnes, ce qui a mis en lumière de façon évidente les inégales capacités des travailleurs. L'un d'entre eux, âgé de 55 ans, a pu porter bien plus de pierres que ses collègues âgés d'une vingtaine d'années (*ibid.*, p. 287). Voir Remise (2019, pp. 83-85) pour une autre critique de cette expérimentation de transport de matériaux.

L'obtention de pierres pour la construction a bel et bien été reconstituée par Erasmus (1965, pp. 285-286), mais la méthode employée semble trop éloignée de celles qui devaient être privilégiées par les Mayas pour que les résultats soient suffisants. Elle consistait à récupérer les blocs irréguliers dispersés en surface à l'aide d'une barre de bois. Or, il est fréquent de retrouver des carrières archéologiques (Gillot 2018b, en présente une sélection qu'elle a étudiée sur le site de Río Bec), où les négatifs de l'extraction de blocs de calcaire, nettement visibles, sont d'éloquents témoignages des méthodes de travail employées. Il est donc manifeste que les Mayas ne comptaient pas uniquement sur le ramassage de blocs en surface, technique qui est la seule à avoir été reconstituée et chronométrée par Erasmus. Or, l'extraction de blocs parallélépipédiques dans les carrières était une technique bien plus lente et coûteuse que le simple ramassage (Annexe B).

Pour plusieurs tâches, Erasmus n'a pu mener à bien d'expérimentation, qu'il s'agisse de l'extraction du *sascab*[57], de la coupe de bois avec des outils de pierres, ou de la fabrication artisanale de chaux (Erasmus 1965, pp. 290-291). Dans ces cas, il a dû se contenter d'enquêtes orales, dont les résultats peuvent être remis en question. S'il ne fait pas le moindre doute que les travailleurs mayas de Tikul ont une véritable expertise dans l'extraction du *sascab*, comment pourraient-ils, en revanche, avoir une idée précise du rendement d'outils de silex pour couper du bois (*ibid.*, p. 291), eux qui ont toujours disposé de machettes ? Quant aux chiffres fournis sur la calcination de calcaire pour la production de chaux, ils sont très fermement rejetés par Schreiner (2001, p. 363), qui a, lui, observé à de nombreuses reprises le

[55] Il s'agit d'un système de portage dans lequel la charge, placée sur le dos du porteur, est soutenue par une corde attachée à un bandeau placé son front.

[56] A ne pas confondre avec les Mayas.

[57] Le *sascab* est un calcaire non consolidé de couleur blanche, typique du sous-sol de la péninsule du Yucatan. Il est abondamment employé dans la construction, en particulier dans la confection des mortiers où il sert d'agrégat.

fonctionnement de *caleras*[58] plus ou moins traditionnelles. Il est donc certain que les chiffres proposés par Erasmus doivent être améliorés, et complétés par de nouveaux indices issus d'autres expérimentations, plus ciblées et plus complètes.
Pris dans leur ensemble, il semblerait que les indices de rendement utilisés par Erasmus sous-estiment le coût énergétique de la construction monumentale : la vitesse de l'extraction de la terre est probablement surestimée, et la demande en bois pour la construction des fours à chaux est largement sous-estimée (*ibid.*). Enfin, la méthode d'obtention des pierres ne semble pas correspondre aux pratiques des Mayas classiques, et la technique d'obtention des blocs qui est quantifiée par Erasmus est bien moins coûteuse que l'extraction de blocs en carrière par tranchées de havage. Il est donc très probable qu'Erasmus, malgré tout le soin pris pour proposer une évaluation la plus élevée possible du coût de construction (afin d'éviter les critiques l'accusant de sous-estimer le coût de travail) ait assez largement sous-estimé le coût énergétique de la construction d'Uxmal. Cela dit, comme son estimation de la population du site était, elle aussi, très sous-estimée, le rapport entre les deux peut garder une validité relative.
Le travail d'Erasmus est passé à la postérité pour les indices de rendement issus d'expérimentations. Pourtant, ces indices ont mal vieilli, et un examen attentif permet de constater qu'ils constituent en réalité un maillon faible de l'étude. L'apport réel d'Erasmus est plus probablement à chercher dans ses études comparatives des systèmes de contribution aux travaux collectifs dans différentes cultures de tous niveaux de complexité politique et sociale. C'est à l'aune de ces références, sur lesquelles nous reviendrons au Chapitre 9, qu'il est possible de mesurer l'intensité pour la population de la demande en journées de travail pour la construction monumentale.

3.1.2 Mise au point de la méthode : les travaux d'Abrams

3.1.2.1 Objectifs et contexte des recherches d'Abrams

Longtemps après Erasmus, entre les années 1980 et 1990, Elliot Abrams a mené une étude plus poussée et systématique du coût énergétique de la construction, dans le cadre du Proyecto Arqueológico Copan II. Copan offrait un contexte d'étude favorable, pour sa grande richesse en vestiges architecturaux de toutes dimensions, associés à toutes les catégories sociales imaginables, qui avaient fait l'objet d'études détaillées tout au long d'un siècle de recherches archéologiques. Un grand nombre de ces structures avait, par ailleurs, été restauré, ce qui permit d'avoir une idée encore plus précise de leur volume originel et de l'énergie nécessaire à leur construction. L'objectif d'Abrams était, cependant, relativement différent de celui d'Erasmus. Abrams ne s'était pas proposé de quantifier le coût énergétique de la construction de l'épicentre de Copan, et a principalement travaillé sur la construction résidentielle, à tous les niveaux socio-économiques de la société. Cet aspect doit donc être souligné : Abrams n'a pas particulièrement focalisé son attention sur l'architecture monumentale publique. L'édifice le plus monumental qu'il ait traité est le palais 10L-22 (Abrams 1987 ; 1994 ; Abrams et Bolland 1999), et il n'a pas quantifié la construction de pyramides. Il a, en revanche, multiplié les publications sur différents aspects de l'organisation du travail précolombien, comme le degré de spécialisation des travailleurs (Abrams 1987) ou la question de la production de la chaux (Abrams et Freter 1996), et s'est livré à de nombreuses observations des travaux de restauration du site pour améliorer les indices de rendement proposés par Erasmus. Abrams a aussi procédé à des expérimentations pour déterminer le rendement de certaines tâches, souvent spécifiques à la géologie et à l'architecture de Copan (Abrams 1994, p. 44). Son livre, *How the Maya Built Their World, Energetics and Ancient Architecture*, (1994) est la référence la plus complète pour le champ de la quantification du coût énergétique de l'architecture. C'est dans cet ouvrage (qui reprend et synthétise des données de sa thèse de doctorat non publiée et de

[58] Il s'agit des fours à chaux traditionnels mésoaméricains, dont l'usage a longtemps perduré dans la région, au point qu'il est relativement aisé d'observer la fabrication de chaux selon des méthodes probablement très proches de celles qui étaient utilisées au cours de la période précolombienne. On discutera tout de même leur ancienneté par la suite.

divers articles antérieurs) que la méthodologie du calcul de coût énergétique est formalisée. Cette méthodologie et ses applications sont désignées par le terme « *architectural energetics* ». C'est ainsi qu'Abrams établit une distinction claire entre les différents types de tâches composant la chaîne opératoire (ou le processus technique) de tout projet architectural (voir, par exemple, *ibid*., *Table* 3, p. 44). On trouve, d'abord, les tâches d'extraction des matériaux, celles de transformation des matériaux, celles de transport des matériaux, bruts ou transformés, puis, enfin, l'assemblage des matériaux. Cette méthodologie doit être explicitée de manière plus détaillée, mais auparavant, comme dans le cas de la contribution d'Erasmus, il faut établir une critique contextualisant les travaux d'Abrams afin de déterminer la portée de leurs apports dans le domaine précis qui nous occupe, celui de l'estimation du coût de construction de l'architecture monumentale publique dans les Basses Terres centrales.

3.1.2.2 Résultats des travaux d'Abrams

On l'a mentionné, l'un des apports majeurs du travail d'Abrams se trouve dans la formalisation de la méthode de quantification des coûts énergétiques, qui permet une quantification plus fine de l'investissement consenti dans l'architecture que la seule approche volumétrique. Cet aspect est si fondamental que l'ensemble de la sous-section suivante lui est consacré. Pour l'heure, on soulignera quelques-uns des résultats obtenus sur de grandes questions concernant la construction et son organisation chez les Mayas anciens. Ils seront utiles à l'ensemble de nos analyses. Les travaux d'Abrams (1987 ; 1994) suggèrent que la construction monumentale (mais le cas le plus monumental qu'il prenait en compte étant le palais classique récent 10L-22 de Copan) ne demandait le recrutement que d'une très faible proportion (1,5 %) de l'ensemble de la population en âge de travailler et susceptible d'être mobilisée, et ce, sur de courtes périodes (autour de 60 jours par an). Il a aussi avancé (1987) de manière convaincante que la très grande majorité de la main-d'œuvre n'était pas spécialisée, et que la plupart des hommes acquéraient rapidement, grâce à leur participation à la construction résidentielle, les savoir-faire nécessaires à la construction monumentale des palais. En revanche, les producteurs de chaux destinée à l'architecture monumentale (construction et entretien) étaient, eux, vraisemblablement spécialisés (Abrams et Freter 1996).

3.1.2.3 Critique méthodologique des travaux d'Abrams

Abrams (1994, pp. 7, 9) revendiquait pour ses travaux une portée dépassant le seul site de Copan : son livre se voulait un manuel valable à l'échelle de l'ensemble de la zone maya. Il l'est assurément, en ce qu'il établit fermement la méthodologie, appuyée par de nombreuses observations de terrain. Il n'en reste pas moins que l'on ne doit pas employer de manière servile les indices de rendement qu'il propose. D'un point de vue géologique, et par conséquent, architectural, Copan est un site très particulier des Basses Terres, dont il se trouve à la marge. Il est construit en pierre volcanique, le tuf, dont les gisements peuvent se trouver à une grande distance de l'épicentre du site (*ibid*., p. 18, Abrams cite une carrière de tuf se trouvant à un kilomètre de l'épicentre). De même, les gisements de *sascab* sont très éloignés de l'épicentre (*ibid*., p. 69), ce qui n'est pas le cas au Petén ou au Yucatán. La chaux était peu utilisée dans les remblais de Copan (Abrams et Freter 1996). Dès lors, aussi bien le coût d'extraction des blocs que celui de leur transport, ou encore le coût de la fabrication des mortiers, ne sont aucunement comparables aux pratiques architecturales du Petén, où l'on trouve souvent des carrières de calcaire au pied ou à proximité immédiate des édifices et où le *sascab* et la chaux étaient abondamment employés. Ajoutons qu'Abrams n'a travaillé que sur des édifices datant du Classique récent, aussi les problèmes d'acquisitions des données étaient évidemment bien moins fondamentaux que dans notre étude.
L'autre différence majeure avec la présente recherche est que la plupart des travaux d'Abrams ont essentiellement porté sur la construction résidentielle (1994 ; 1998). Certes, celle-ci peut être monumentale, et l'architecture palatiale monumentale a été prise en compte dans les travaux d'Abrams, mais les logiques de mobilisation de la main-d'œuvre ainsi que les contraintes chronologiques sur l'avancée des chantiers de construction étaient probablement différentes dans le

cadre de l'architecture monumentale non résidentielle. Parmi l'échantillon de structures pris en compte par Abrams (1994), la plus coûteuse, le palais 10L-22 de Copan, a un coût de construction estimé à environ 30 000 j-p (son coût exact varie légèrement selon les publications, avec une amplitude qui n'est pas significative). Bien des épisodes de la construction classique ancienne à Naachtun ont un coût nettement plus élevé, et la construction de plusieurs d'entre eux a représenté des centaines de milliers de j-p (voir le Chapitre 8). Dès lors, les implications sur le recrutement de la main-d'œuvre sont nécessairement distinctes des besoins bien plus modestes mis en évidence par Abrams. Insistons donc sur le fait que les objectifs des recherches principales d'Abrams ne sont pas strictement applicables à notre étude, et que leur apport est essentiellement dans l'établissement formel de la méthodologie, qui est traitée dans les prochaines lignes.

3.1.3 Méthodologie du calcul de coût énergétique de l'architecture monumentale

L'un des apports fondamentaux d'Abrams a consisté en la formalisation de la méthodologie de calcul du coût énergétique de la construction, que l'on synthétise dans les paragraphes suivants. Notons que la récente synthèse dirigée par McCurdy et Abrams (2019a, pp. 3-5) venait récemment confirmer chaque pas de cette méthode.

3.1.3.1 Obtenir l'information aussi précise que possible sur la morphologie et les techniques de construction de l'édifice

Il est nécessaire, pour commencer, de rassembler l'information la plus complète possible sur les dimensions, la morphologie et les techniques de construction de chacun des éléments de l'édifice, qui dans un premier temps sont donc considérés isolément les uns des autres (Abrams et McCurdy 2019, p. 4). On cherche à établir et quantifier la composition des remblais, des parements et de tous les éléments architecturaux le composant. L'ensemble des matériaux utilisés doit être identifié, de la manière la plus précise possible, y compris les matériaux composites ou transformés, auquel cas il est nécessaire de remonter le processus de leur fabrication, en isolant chaque matériau utilisé. Il faut tenir compte des transformations d'ordre chimique ou physique qui peuvent avoir lieu : perte de matière, de densité, de volume, tassement. C'est ensuite la chaîne opératoire, le processus technique de la construction qu'il s'agit de reconstituer, sachant qu'elle peut être relativement simple et bien maîtrisée (par exemple pour la construction résidentielle non-élitaire) ou beaucoup plus complexe (pour les palais) et méconnue (pour les pyramides).

3.1.3.2 Envisager la construction comme la succession (chaîne opératoire) de différentes tâches appartenant à quatre types

Quels que soient les projets architecturaux, on considère que la construction résulte de la combinaison de différentes tâches appartenant à quatre types (Abrams 1994, p. 43 ; Abrams et McCurdy 2019, p. 4). Le premier type de tâche est l'obtention des matières premières. Dans le cas des Basses Terres mayas à la période classique, il s'agit des blocs de pierre calcaire (avec des techniques pouvant varier selon qu'il s'agit d'obtenir un bloc pour un parement, pour un remblai, ou pour la fabrication de chaux), de la terre, du *sascab*, de l'argile, du bois (pour la calcination de la chaux, pour les charpentes, pour les échafaudages), de l'eau.
Le deuxième type de tâche est le transport de ces matières premières, et le troisième est la transformation des matières premières en matériaux de construction. Le transport peut se faire du lieu d'extraction au lieu de construction, ou, dans certains cas, du lieu d'extraction au lieu de transformation, puis du lieu de transformation au lieu de construction. Bien souvent, les lieux de transformation se trouvent à proximité immédiate des lieux de construction, mais cela n'est pas nécessairement le cas, par exemple dans le cas particulier de la fabrication de la chaux, qui aurait plutôt lieu à proximité des lieux d'obtention du calcaire selon certains chercheurs (il est possible que le cas

inverse ait également eu lieu, tout étant fonction du temps disponible pour la construction et de la destination de la chaux, qui n'était pas utilisée que pour la construction). Il faut établir le mode de transport, la quantité de matériaux transportables lors d'un aller-retour, la distance, la vitesse de transport, qui dépend des deux derniers éléments cités mais aussi de la difficulté ou de l'inclinaison du terrain, de la hauteur de la construction, etc. Les différentes conditions de transport ont une influence certaine dans le coût énergétique total de la structure. Ainsi, le coût de construction d'une même structure peut être bien différent selon que les matériaux employés pour la construire sont obtenus à proximité ou non. Lorsque les carrières se trouvent à une très grande distance du lieu de construction, ou quand le chemin qui relie les deux est très pentu ou escarpé, le coût total de construction peut s'en trouver significativement augmenté.
La transformation des matériaux concerne, par exemple, la fabrication de la chaux, que l'on obtient par la combustion de blocs de calcaires sur des piles de bois (les *caleras*), la fabrication et le gâchage des mortiers, faits à base de chaux et de *sascab* ou simplement de terre, ou encore le dressage des blocs de parement.
Enfin, le quatrième type de tâche à quantifier est la construction proprement dite, l'élévation des différents types de murs, le remplissage des remblais, l'application des enduits sur les sols et les parements, la construction de toits de palme. Ce type de tâche inclut aussi la décoration modelée, sculptée et peinte.
Il ne faut pas oublier le coût de la maintenance des édifices (Abrams 1994, pp. 74-75 ; Carrelli 2004). Il ne s'agit pas d'un cinquième type de tâche, d'un ordre différent de celles qui viennent d'être citées, dans la mesure où la maintenance reprend les mêmes quatre types de travaux, mais d'un élément - tardif - de la chaîne opératoire, qui devait sans doute être fréquemment répété, ce qui pouvait dans certains cas occasionner un coût énergétique non négligeable, en fonction du type de structure concerné et de l'ampleur des réparations. Le climat tropical, les pluies intenses et l'écoulement des eaux érodaient rapidement les surfaces, alors que des végétaux, mousses ou arbustes, fragilisaient aussi, sans doute, les édifices. Toujours dans le domaine des coûts annexes à la construction proprement dite, la mise en place de structures temporaires permettant de mener à bien la construction (rampes de terre et de pierres - Ponciano, Inomata et Santos 2003 ; Ponciano, Inomata, Román *et al.* 2004 ; Iannone 2005 - ou échafaudages) doit aussi être prise en compte. Remarquons que dans le cas de nos estimations sur l'architecture monumentale classique ancienne de Naachtun, il est apparu que l'impact de ces activités était généralement assez négligeable, à l'échelle qui nous intéresse, qui est celle des grandes dynamiques d'investissement par sous-phase. Une étude plus fine du coût exact d'un épisode de construction particulier pourrait être plus affectée par ces considérations. Il est à noter qu'Abrams (1994, p. 75) prenait le parti d'écarter le coût de maintenance des édifices de ses calculs.

3.1.3.3 Calculer le coût de chaque tâche grâce à un indice de rendement en jours-personnes

Chaque tâche doit être corrélée à la quantité (volume ou surface) de matériau présent dans chaque partie de l'édifice. On doit, comme nous l'avons déjà précisé, considérer séparément les différents éléments architecturaux basiques composant les édifices : soubassement (éventuellement composé de plusieurs corps indépendants, superposés), escaliers, superstructure, crête faîtière ... On calcule ensuite le coût de chaque tâche à partir d'indices de rendement en heure-personne ou jour-personne. Cette unité exprime le rendement horaire ou quotidien d'un travailleur pour une tâche donnée. L'heure-personne est une unité plus objective que le jour-personne, qui dépend de nombreuses variables culturelles, liées au climat, aux motivations et au pouvoir de coercition du commanditaire des travaux. La durée du jour-personne est parfois établie de manière quelque peu arbitraire (voir la critique de Harper 2016, pp. 51-52), mais les observations ethnologiques et les travaux d'expérimentation permettent souvent de tirer des observations concordantes sur la durée possible des tâches les plus physiques en milieu tropical. Il nous semble souhaitable d'analyser les résultats des estimations exprimés en jour-personne, au moins dans le cadre des questions qui nous occupent dans la présente recherche. Encore une fois, le choix de la méthode dépend des objectifs et de l'échelle de précision de

la recherche. Ici, nous travaillons sur des coûts exprimés en jours-personnes, car c'est cette unité qui permet de corréler une population à une demande en main-d'œuvre, bien plus qu'un chiffre exprimé en heures-personnes.
On peut déterminer les indices de rendement à partir de trois approches : l'observation ethnologique, l'observation du travail de restauration, et l'expérimentation. Chacune de ces approches présente des points forts et des défauts ; il est important de les expliciter. L'observation ethnologique concerne de rares cas, mais permet de collecter de précieuses informations. A l'heure actuelle, plus aucune culture ne produit d'architecture en utilisant les techniques et l'organisation du travail employées par les Mayas de la période classique, d'autant moins en ce qui concerne l'architecture monumentale : plus aucune culture ne bâtit de pyramides. L'apport des observations ethnologiques est donc souvent plus ponctuel. Il concerne la façon de mener à bien une tâche spécifique, ou le mode de recrutement des travailleurs pour les travaux collectifs et publics, la distribution et l'organisation des tâches, le rendement de certains travaux. On peut placer l'ethnohistoire dans cette catégorie, avec toutes les réserves méthodologiques pouvant exister quant à cette discipline, souvent très précieuse.
Pour en revenir à l'observation ethnologique, Becquelin a, par exemple, assisté à la construction, en 1965 et selon des moyens artisanaux, d'une école dans la localité d'Acul, dans les Hautes Terres du Guatemala. Il a pu observer qu'un homme équipé d'un *mecapal*, travaillant 7 à 8 heures par jour, parvient à transporter 500 kg de pierres (12 fois 40 kg), soit 1/5 de mètre cube, sur une distance de 200 mètres (Becquelin, Breton *et al.* 2001, p. 207). Il est intéressant de constater que la durée de travail observée est assez largement supérieure à la durée quotidienne de 5 heures que l'on utilise généralement pour les calculs de coût énergétique. En revanche, le rendement de transport semble faible (comparé, par exemple, avec les résultats des expérimentations de transport proposées par Erasmus, 1965). Nous reviendrons par la suite sur les effets des regroupements et des interactions sociales sur le rendement. Becquelin a pu tirer de ses observations une rapide estimation du coût de construction du site de Baschuc, qui se trouve à proximité d'Acul. D'après Becquelin, le *cacicazgo*[59] d'Acul comptait environ 1 000 habitants au début du XVI^{e} siècle, date de construction de Baschuc. Cela permettrait donc de mobiliser une centaine d'hommes pendant 75 jours de l'année, et de construire le centre de Baschuc en trois ou quatre ans (Becquelin, Breton *et al.* 2001, p. 207).
L'intérêt principal des travaux de restauration tient à la connaissance des matériaux de construction et de leurs propriétés. Les restaurateurs utilisent, en effet, des matériaux aussi proches que possible des matériaux utilisés dans la construction originale. On obtient ainsi, par exemple, des données fondamentales sur les types de pierres qui étaient privilégiés (Ruiz A. 1986), ou sur le rendement des fours à chaux (E. H. Morris *et al.* 1931). En revanche, les ouvriers restaurateurs utilisent des outils modernes, de métal. Le recrutement des travailleurs et le mode d'organisation correspondent aussi aux exigences de notre économie contemporaine. Abrams (1994) a longuement observé les travaux de restauration de Copan dans le cadre de son étude fondatrice sur l'approche énergétique de l'architecture (voir également l'observation par McCurdy 2015 des campagnes de conservation à Xunantunich). Il est toujours possible d'établir des indices de rendement à partir de l'observation de travaux de restauration employant des techniques modernes, puis de les corriger pour s'approcher du rendement que l'on atteint en employant des outils traditionnels, généralement un peu moins efficaces que les outils de métal (Abrams 1994).
On peut, exceptionnellement, solliciter les ouvriers, maçons ou carriers pour des expérimentations de travail simulant les conditions de travail archéologiques, avec l'utilisation d'outils de pierre et de bois (*ibid.*, p. 41). L'exercice a, par exemple, été tenté par Woods et Titmus à Tikal, puis Nakbé (Woods et Titmus 1994 ; Titmus et Woods 2002). L'archéologie expérimentale de la construction possède déjà une longue histoire. Elle implique un certain nombre de problèmes méthodologiques, le principal étant celui de la maîtrise du maniement des outils. Le second problème est celui de l'endurance à la tâche de l'expérimentateur, qui n'est pas nécessairement à la hauteur des capacités des travailleurs des populations anciennes, souvent habitués à un rythme élevé de travail intensif tout au long de l'année.

[59] Ce mot espagnol dérivé du Taino indique le territoire placé sous la domination d'un dirigeant local.

On pourra objecter, toutefois, que de nombreux archéologues sont tout à fait rompus aux travaux de terrassement. En ce qui concerne le premier problème, une progression significative du rendement est systématiquement observée après quelques semaines de pratique (Saraydar et Shimada 1973 : p. 346 ; Titmus et Woods 2002). La question de la différence d'efficacité entre les volontaires modernes, même expérimentés, et les travailleurs antiques, capables d'une maîtrise optimale de leurs outils, doit donc être posée. Il est probable que les rendements atteints lors de ces expérimentations soient inférieurs à ce dont était capables les travailleurs au cours des périodes archéologiques.

3.1.3.4 L'amélioration de la précision du calcul par l'apport des méthodes de gestion de projet

La quantification énergétique telle que formalisée par Abrams permet d'obtenir un coût en j-p pour chaque tâche, pour chaque élément d'un édifice, et pour la construction de l'édifice total, par addition de ses éléments. C'est ainsi qu'Abrams (1994) obtenait un coût total de 24 705 j-p pour la construction du Palais 10L-22 de Copan. L'archéologue se trouve alors confronté à la difficile tâche d'évaluer la distribution des jours et des hommes pouvant correspondre à un tel total. Dans le contexte maya classique, aucun compte-rendu, chronique politique ou document administratif ne fournit clairement la durée ou la quantité de main-d'œuvre associée à un épisode de construction. Il existe, toutefois, des techniques permettant d'atteindre une plus grande précision dans la durée des tâches et l'affectation des hommes. Les objectifs de l'étude décident de la pertinence de les employer.
Après avoir formalisé la méthode de calcul du coût énergétique, Abrams ouvrit la voie, avec Bolland (1999), à l'affinement des coûts bruts obtenus, par l'apport des méthodes et applications de gestion de projet. Précisons d'emblée qu'il s'agit d'une adaptation de méthodes et de théories pensées dans un contexte économique capitaliste à des cultures archéologiques préindustrielles. On peut considérer que la construction monumentale chez les sociétés anciennes, n'appartenant pas à ce contexte, obéissait à des logiques autres que le capitalisme agressif[60] de Goldratt. Abrams et Bolland (1999, p. 273) défendaient l'application de ces outils par l'argument du bon sens : ils considéraient que même si les exigences économiques de productivité n'étaient pas les mêmes que dans une entreprise moderne,

« *We are simply making the assumption that large architecture in a preindustrial state was built by individuals of differing roles and skills according to some pragmatic construction design influenced by time, labor and technology constraints*[61]*.* »

Il n'est pas certain que les commanditaires des travaux publics dans le contexte maya aient systématiquement cherché à optimiser les rendements. De fait, il pouvait être stratégique de maintenir les ouvriers au travail plus longtemps que ce qu'une stratégie rationnelle et productiviste indiquerait, dans une optique de renforcement de l'autorité (Kim et Heo 2019, p. 48). L'ethnologie et l'ethnohistoire témoignent, par ailleurs, comme on le verra au Chapitre 9, du fait que l'aspect social du regroupement des travailleurs prime bien souvent sur une hypothétique tendance à l'optimisation de l'effort (Ternaux-Compans 1839, p. 265 ; Udy 1959, p. 78). Malgré tout, la séquence des tâches doit incontestablement suivre un certain ordre logique et des contraintes de succession des travaux existent bel et bien. Même si l'application des méthodes de gestion de projet doit garder une certaine souplesse l'écartant du contexte économique actuel, il s'agit de la meilleure approximation de la distribution réelle des travailleurs dans le temps.
Dans une approche énergétique classique telle que développée par Abrams (1994), les coûts en j-p sont exprimés par tâche ou type de tâche (par exemple, l'extraction des pierres, la pose et le polissage des enduits ...), ainsi que sous la forme d'un résultat final englobant l'ensemble des tâches. Ces données sont

[60] La couverture de la troisième édition (2012) du roman-essai *The Goal* de Goldratt en témoigne de façon manifeste.
[61] « Nous supposons simplement que l'architecture monumentale dans les États préindustriels était menée à bien par des individus aux fonctions et compétences variées, et en fonction de plans pratiques soumis à des contraintes de temps, de main-d'œuvre et de technologie. »

utiles pour comparer le coût de construction de plusieurs édifices, mais elles demeurent (au mieux) obscures quant à la répartition effective de ces efforts en jours et en travailleurs. Diviser le coût brut en j-p de la construction d'une structure par un nombre de jours ou un nombre de travailleurs constant conduit fréquemment à des résultats absurdes, si l'on se penche sur le détail des tâches, dès lors que plusieurs tâches sont impliquées (voir un exemple de ce type de résultat *in* McCurdy 2019, p. 219). C'est dans ce contexte, si l'on cherche à obtenir une répartition réaliste et précise des tâches, qu'une simulation employant les outils de gestion de projet trouve son utilité. En effet, les journées de travail ne peuvent pas être réparties de manière aléatoire, et les différentes tâches étaient imbriquées dans la chaîne opératoire, avec des contraintes d'antériorité : avant de construire un mur, il faut avoir extrait les pierres qui le composeront, etc. Il faut, bien entendu, respecter cette logique de succession des tâches, mais il faut également prendre en compte la fluidité de leur enchaînement : il est par exemple inutile et contre-productif d'extraire trop de matériaux bruts si l'on dispose de trop peu de porteurs pour transporter ces matériaux sur le lieu de construction (Abrams et Bolland 1999, p. 284). L'inverse est également vrai : il est maladroit de mobiliser trop de porteurs si les travailleurs chargés de l'extraction ne peuvent leur procurer les charges suffisantes. De telles erreurs de gestion créent des goulots qui peuvent paralyser l'ensemble du système. Abrams et Bolland (ibid.) envisageaient le chantier maya dans le contexte de la Théorie des Contraintes, développée par Goldratt et Cox (2012), selon laquelle le gestionnaire du projet doit justement focaliser son action sur la recherche et l'élimination de ces goulots pour maintenir la productivité de tous les acteurs de la chaîne opératoire.

Abrams et Bolland ont publié une étude de cas maya, portant sur le palais 10L-22 de Copan, la structure résidentielle la plus coûteuse de l'échantillon travaillé par Abrams, fréquemment utilisée comme exemple dans ses publications. Par son approche énergétique classique, Abrams a calculé que le coût de construction de la Structure 10L-22 était de 24 705 j-p (Abrams 1994, p. 60 ; Abrams et Bolland 1999, p. 280). L'approche utilisant les outils et théories de la gestion de projet (Abrams et Bolland 1999, pp. 282-284) permettait d'élaborer un scénario plausible selon lequel la construction est menée à bien en moins de 75 jours par quelques centaines de travailleurs mobilisés au sein de la population, toutes les tâches associées à la chaux (production, transport, enduit des surfaces) étant écartées du calcul car censées avoir été effectuées par des spécialistes, tout comme la sculpture. Au plus fort des travaux, l'ensemble des tâches aurait demandé la mobilisation simultanée maximale de 250 travailleurs, même si les effectifs fluctuaient au quotidien en fonction des tâches en cours, et diminuaient au fur et à mesure de l'avancée du chantier.

Plusieurs thèses de doctorat ont, par la suite, suivi cette approche lancée par l'effort préliminaire d'Abrams et Bolland, en mettant l'accent sur l'emploi de méthodes d'ingénierie appliquées à la chaîne opératoire de la construction ancienne. Smailes (2000 ; 2011 et 2019) puis Harper (2016) employaient la méthode du chemin critique (*Critical Path Method*), fréquemment utilisée par les architectes et ingénieurs actuels. Encore une fois, la méthode est formalisée, sous le nom de Chaîne critique, dans le cadre de la Théorie des Contraintes de Goldratt et Cox (2012).

Concrètement, la méthode commence par l'élaboration d'organigrammes synthétisant la chaîne opératoire et le coût de chacune des tâches, appelés *energetic flowcharts* ou *work breakdown structure* en anglais (voir les synthèses méthodologiques proposées par Smailes 2011, p. 42 et Harper 2016, p. 73). On introduit ensuite dans ces organigrammes les dimensions et volumes de la construction (*Quantity survey*) : jusqu'à ce point, cette méthode n'est qu'une formalisation de la méthode classique des calculs de coûts énergétiques généralisée par Abrams. L'amélioration consiste à traiter l'ensemble via un programme de gestion de projet utilisant des chemins critiques ou la méthode des antécédents (*precedence diagram*). Un diagramme de Gantt permet généralement de synthétiser ces résultats.

Cette démarche est aujourd'hui facilitée par de nombreux logiciels de gestion de projet. Ils permettent d'estimer, pour chaque tâche et à tout moment de la durée du chantier, le nombre de travailleurs affectés à une tâche et la durée de cette affectation. Il n'est pas pour autant possible d'éliminer totalement la part d'arbitraire qui échoit à l'utilisateur : il ne s'agit bien que de simulations (Smailes 2011, p. 40). L'un des avantages des outils actuels est la possibilité de proposer des intervalles pour le rendement des différentes tâches (*ibid*., p. 40). On obtient alors un aperçu du projet selon un scénario

optimiste (rendements maximaux), pessimiste (rendements minimaux), ou intermédiaire et probable[62]. Un traitement statistique peut ensuite être appliqué (*ibid.*) : il consiste à multiplier les simulations de l'ensemble de la construction d'une structure (traitement Monte Carlo, qui est également utilisé pour le traitement bayésien des dates radiocarbones par le logiciel *Chronomodel*). On a vu que pour chaque tâche, une durée était proposée, sous la forme d'un intervalle allant de la durée minimale à la durée maximale. A chaque itération de la simulation, une durée aléatoire est tirée au sein des intervalles possibles pour chaque tâche. On peut alors analyser statistiquement la durée probable, minimale et maximale du chantier en fonction de la séquence de succession des tâches exprimée par le logiciel de gestion de projet. Ce traitement n'a pas été effectué dans la présente recherche, mais il pourrait permettre, dans le futur, d'en approfondir les résultats, une fois que des données plus précises seront disponibles sur la morphologie et les matériaux de construction des édifices de Naachtun.
Notons que les travaux de Smailes et Harper concernaient, pour le premier, l'architecture Chimu de brique crue (relativement simple et très bien documentée, y compris par l'observation ethnologique) et pour le second, les structures parfaitement relevées de l'antiquité méditerranéenne (comme le Trésor d'Atrée à Mycène) dont les techniques de construction ont pu faire l'objet de traités d'architectes et de rapports de gestionnaires, et ce y compris dès la période mycénienne (Harper 2016, p. 31). Dans le contexte mayaniste, Abrams et Bolland (1999) appliquaient leur méthode à Copan, sur un palais à la morphologie très bien connue, appartenant à un type architectural complexe mais différent des grands soubassements. McCurdy (2019) parvenait à appliquer cette approche au site maya de Xunantunich, et simulait de manière détaillée la répartition en hommes et en journées de travail des travaux de construction du *Castillo*. Nous ne pouvions mener une analyse aussi précise sur notre échantillon classique ancien de Naachtun, car de trop nombreux paramètres sont mal connus, aussi bien en termes de morphologie des structures que sur la chaîne opératoire de la construction des pyramides (malgré l'apport récent de McCurdy). Surtout, la présente recherche se place à un niveau de précision inférieur, puisqu'elle englobe l'ensemble des épisodes de construction de l'Épicentre du site au Classique ancien, une échelle d'analyse incompatible avec la précision et l'exhaustivité des méthodes mentionnées dans cette sous-section. Nous réservons cette approche, riche en perspectives, pour des recherches futures, plus ciblées. Ici, nous explorons plutôt les possibilités offertes par l'approche plus classique d'Abrams.

3.1.4 Antécédents et état de l'art sur les estimations de coûts énergétiques pour la zone maya

Dans cette sous-section, nous continuerons à situer la présente quantification de l'effort architectural classique ancien de Naachtun croisée avec l'estimation de la population dans le contexte des estimations de coût énergétique menées pour d'autres sites mayas.

3.1.4.1 Le Temple des Guerriers à Chichen Itza

La première tentative raisonnée d'évaluation d'un coût de construction monumentale en zone maya est l'étude du Temple des Guerriers de Chichen Itza, par l'expédition de la Carnegie Institution (E. H. Morris *et al.* 1931). Le calcul, qui s'appuie sur des fouilles et des travaux de restauration, entre dans le cadre d'une monographie consacrée à cet imposant édifice, pris en compte indépendamment des autres éléments architecturaux de la cité. Morris et ses collègues étaient bien conscients de mener une étude pionnière, et de la difficulté de la mener à bien.

« *We can think only in terms of processes dependent upon the use of metal tools, explosives and mechanical means of transportation. Hence, we have no approach by which to judge of the magnitude of the task involved in any given*

[62] La prise en compte de ces intervalles de rendement nous semblait constituer un aspect fondamental pour le développement de notre propre logiciel de calcul, décrit au Chapitre 4.

unit of construction, under the conditions operative at the time of its erection. Nevertheless, a somewhat detailed consideration of the quantity of materials employed in a specific instance will be illuminating[63]. » (*ibid*., p. 225).

Il s'agissait, donc, dans un premier temps, de déterminer la quantité (volume et masse) de matériaux employés pour la construction, et de la corréler à la capacité de transport.
Le soubassement (« *substructure* ») du temple présente un volume de 13 987 m^3 et la superstructure (« *building itself* ») un volume de 2 018 m^3 (ce qui pourrait représenter un volume total légèrement inférieur à celui de la pyramide XX Sub de Naachtun). E. H. Morris *et al.* (1931, p. 225) considéraient que 1 m^3 de remblai (« *limestone rubble masonry* ») pèse en moyenne 2 402,7 kg (« 150 *pounds per cubic foot* »). Dès lors, la structure totale aurait eu, avec ses 16 005 m^3, une masse de 38 455 213,5 kg (84 778 485 *pounds*). Pour le parement, il était proposé qu'il ait été constitué de 31 337 blocs simples et 3 688 blocs décorés, sans qu'aucune autre estimation de masse ou de main-d'œuvre mobilisée ne soit avancée (*ibid*., p. 225). E. H. Morris *et al.* (ibid., p. 225) envisageaient qu'un quart du volume de la maçonnerie de la pyramide était composé par du mortier, ce qui donne environ 4 000 m^3 de mortier, et qu'un quart de ce volume de mortier était composé de chaux, soit 1 000 m^3. D'après leur observation de la fabrication de la chaux à partir de *caleras* traditionnelles (voir l'Annexe B), E. H. Morris *et al.* (*ibid*.) calculaient qu'il avait fallu réunir et brûler 3 804 m^3 de bois pour produire la chaux nécessaire à la construction de la pyramide (ce qui correspond à 88 caleras de 5,5 m de diamètre et 2 m de haut telles qu'ils avaient pu les observer).
La seule tentative de transformation des observations des chercheurs de la Carnegie en coûts de construction concerne le transport des matériaux pour le remblai. Cependant, en l'absence d'expérimentation sur le transport des matériaux par la seule force humaine, c'est une approche quelque peu arbitraire qui était appliquée. En supposant qu'un homme peut porter 45,359 kg (« 100 *pounds* ») de matériaux par trajet, il faudrait alors 847 797 trajets - à partir de la conversion en kg ; 847 784 trajets si l'on utilise le chiffre original en *pounds* - pour transporter les matériaux nécessaires jusqu'au lieu de construction. Il était considéré que les porteurs pouvaient réaliser 3 allers-retours par heure pour acheminer les matériaux de construction. En envisageant une journée de travail de 10 heures, le transport de tous les matériaux demanderait 28 200 j-p. Une répartition de 100 hommes travaillant durant 282 jours était proposée (E. H. Morris *et al*. 1931, p. 225). Cette durée de 10 heures de travail journalier pour l'effort intense que constitue le transport de lourdes charges est très supérieure aux durées moyennes utilisées plus récemment. Un certain consensus, fondé, entre autres, sur les observations de terrain d'Erasmus (1965, p. 283) existe aujourd'hui autour d'une journée de 5 heures pour les tâches les plus épuisantes (voir la discussion de ce chiffre au Chapitre 9).
Si Morris et ses collègues privilégiaient ce chiffre étonnant, c'est peut-être parce qu'ils concluaient de leurs calculs que la construction de l'épicentre monumental de Chichen Itza avait représenté pour la population un fardeau écrasant, « *an expenditure of human effort colossal in its proportions* » (E. H. Morris *et al*. 1931, p. 225), imposé par une élite aveugle face aux souffrances du peuple opprimé (*ibid*., pp. 225-226). Il est même fait de cette demande démesurée une cause potentielle de l'abandon du site. En réalité, une telle analyse politique ne devrait être envisagée qu'à partir d'une quantification systématique du coût de construction de l'ensemble des structures, pondérée par la séquence chronologique, et corrélée à la population totale de la cité. Malgré des apports méthodologiques indéniables, le travail de l'équipe de la Carnegie Institution était encore trop intuitif pour permettre de mesurer le coût réel de la construction monumentale à Chichen Itza. De fait, on retrouve, sous la plume de E. H. Morris *et al.* (*ibid*., pp. 225-226), un ton et des propos sensiblement identiques à ceux employés par Norman (1849, pp. 175-176), pour le même site, plus de quatre-vingts ans auparavant.

[63] « On ne peut raisonner, à l'heure actuelle, qu'à partir de techniques employant les outils de métal, les explosifs, les moyens de transport mécaniques. Par conséquent, il n'existe pas d'approche permettant de juger de la magnitude des travaux de constructions, quels qu'ils soient, dans le contexte technologique dans lequel ils ont été menés à bien. Toutefois, la prise en compte aussi détaillée que possible des quantités de matériaux employés pour des tâches spécifiques apportera un certain éclairage sur la question. »

La postérité de l'étude de E. H. Morris *et al.* (1931)

Les conclusions manquaient sans doute de finesse, mais ce travail était le premier à s'intéresser aux méthodes d'acquisition traditionnelle des matériaux de construction, comme le rappelait Gillot (2018a, p. 60). Sans pour autant être explicitement citée pour cela, l'étude de Morris et ses collègues a également joué un rôle déterminant dans l'un des débats majeurs de l'archéologie mayaniste : il s'agit de la question de la production de la chaux, et de ses implications environnementales. Comme le soulignait Wernecke (2005, p. 169), l'idée, très amplement généralisée, que la production à la période précolombienne se faisait à partir des *caleras* en plein air (très consommatrices en matières premières, pour une production relativement faible) telles qu'on pouvait encore les observer en pays maya au XX^e^ siècle vient en partie du compte rendu de E. H. Morris *et al.* (1931), et de l'idée (explicitée p. 220) que la méthode employée par les ouvriers du Projet Chichen Itza était représentative des pratiques de la période classique. Même si Wernecke n'a pas tort d'appeler à la prudence face à cette analogie ethnographique, puisque des indices de l'existence de fours au meilleur rendement ont été rassemblés dans les Basses Terres du nord et les Hautes Terres du sud depuis le XX^e^ siècle, le débat perdure en ce qui concerne les pratiques en usage dans les Basses Terres centrales. D'après Gillot (2018a, p. 196), les constructeurs du Petén et du Campeche pouvaient bien fabriquer la chaux selon les méthodes décrites par Morris et ses collègues. C'est également la conclusion de Russel et Dahlin (2007), y compris pour les Basses Terres du nord, puisqu'ils rapportaient la découverte de possibles vestiges de *caleras* de plein air à Mayapán.

3.1.4.2 Groupe E de Uaxactun

Peu après les travaux de Morris et ses collègues à Chichen Itza, une autre grande expédition de la Carnegie Institution se proposait d'établir une quantification très préliminaire de coût énergétique de la construction d'un grand édifice maya : il s'agissait du Projet Uaxactun, où le coût du soubassement de la plate-forme longue formant la partie orientale du Groupe E était estimé (Ricketson et Bayles Ricketson 1937, p. 20). Comme dans le cas de Chichen Itza, l'ambition des auteurs était en réalité limitée : ils se proposaient de calculer le volume de matériaux ainsi que le coût de leur transport. Dans le cadre de notre recherche, l'un des aspects les plus intéressants de ce travail, lui aussi pionnier, est la proximité, à la fois stylistique et chronologique, entre ce bâtiment et la Structure XXIII du Groupe de Type E de Naachtun.
Pour faciliter le calcul, aucune structure sub n'était envisagée, comme si la plate-forme n'avait eu qu'une seule étape de construction. La question de la construction des trois temples supérieurs était elle aussi écartée, le soubassement seul faisant l'objet de l'étude. Son volume était estimé à 6 610 m^3, pour des dimensions maximales de 4,5 m de hauteur et une base de 71 par 25,5 m. Aucune tentative n'était faite pour quantifier l'extraction des pierres, la fabrication des mortiers ou la construction : seul le transport de la terre était pris en compte, sous le présupposé qu'elle constituait la majorité du volume du soubassement. Le transport de la terre était envisagé dans les conditions suivantes : la densité du matériau était estimée à environ 1 600 kg par m^3, les charges transportées à 45,3 kg par trajet. En ce qui concerne la durée de la journée de travail, deux options étaient envisagées, plus réalistes que les propositions effectuées dans le cadre de la mission Carnegie de Chichen Itza : il n'était plus question de journées de travail de 10 heures. Une journée de travail de 8 heures était d'abord envisagée, mais elle était rapidement qualifiée d'irréaliste, probablement sur la base d'observations ethnologiques, et le calcul était aussi effectué pour une journée de 4 heures. Dans tous les cas de figure envisagés, le résultat obtenu est qu'une telle plate-forme pouvait être construite en moins d'un an, par des effectifs raisonnables. Bien entendu, le calcul sous-estimait largement le coût énergétique de la construction, puisque seul le transport de la terre était pris en compte. Cette sous-estimation n'était que très partiellement compensée par l'omission des versions antérieures incluses dans le remblai. Même ainsi, malgré la modestie évidente de l'approche employée, la démarche de Ricketson ne manque pas d'intérêt quand on la place dans le contexte de l'étude des implications démographiques de la construction

monumentale. En effet, l'auteur semblait établir une distinction implicite entre les tâches du processus de construction pouvant requérir la mobilisation de l'ensemble de la population, de manière indéterminée, et les tâches pouvant demander plus de spécialisation, comme l'extraction de blocs de calcaire, la fabrication des mortiers, la maçonnerie. La distinction établie était un point de départ digne d'intérêt, et c'est sur les mêmes tâches que portait la discussion d'Abrams (1987) sur le rôle des spécialistes dans la construction. Toutes les tâches n'ont, en effet, pas le même poids dans la mobilisation de la main-d'œuvre. Certaines sont très exigeantes et demandent un investissement lourd, à l'image de la fabrication de la chaux ou de l'extraction des blocs de construction, mais elles ne demandaient pas nécessairement une mobilisation d'une main-d'œuvre nombreuse, et pouvaient être menées à bien par des groupes de spécialistes plus réduits en effectifs, travaillant sur de longues durées, voire en continu tout au long de l'année. L'implication en termes de démographie est alors toute autre qu'une mobilisation massive pour le transport de matériaux. C'est d'ailleurs dans le cadre de ce calcul ciblé de coût énergétique de l'architecture monumentale que s'inscrit la mise en place de l'estimation de la population de l'arrière-pays de Uaxactun, vouée à une longue prospérité dans les débats sur les questions de population en zone maya.

3.1.4.3 Le Nohochbalam de Chakanbakan

Cortes de Brasdefer (2005) a tenté une quantification préliminaire du coût de construction d'une pyramide majeure (haute de plus de 40 m) du site de Chakanbakan, au Quintana Roo. Il s'agit de la Structure CH-1, ou Nohochbalam, une pyramide construite, entre le Préclassique récent et le Classique ancien, dans le style architectural du Petén, décorée de moulures en tablier, dotée de masques monumentaux encadrant l'escalier et d'une superstructure ornée d'une imposante crête faîtière. L'analyse est basique et peu détaillée. Elle a été compliquée par la présence des trois structures sub. En l'absence de données précises sur la morphologie et les dimensions de ces structures sub, Cortes de Brasdefer (*ibid*., pp. 867, 871) leur prête une forme de pyramide tronquée. Puisqu'il était impossible d'évaluer avec précision le coût de construction des structures sub, Cortes de Brasdefer (*ibid*.) se proposait de considérer la pyramide dans son état final, comme si elle avait été construite en une seule étape, représentant un volume total de 22 228,09 m^3 et une masse de 31 363 834,99 kg (*ibid*., p. 877). Selon cette approche, il aurait fallu une main-d'œuvre de 304,49 individus travaillant durant un an[64] pour mener à bien la construction, entreprise qualifiée, avec emphase, de « *titánica* » (*ibid*., p. 877), un terme qu'il s'agirait de discuter, en particulier en mettant en parallèle ce coût et la population du site. Il est regrettable que le détail des calculs n'ait pas été publié (dimensions précises, indices de rendement pour les différentes tâches, durée de la journée de travail, répartition exacte des jours-personnes), de même que n'est fournie aucune donnée sur la population du site et de son arrière-pays. En l'absence de ces données, l'effort préliminaire de Cortés de Brasdefer reste difficilement exploitable.

3.1.4.4 Travaux au Belize

Moyes *et al.* (2016) ont récemment évalué le coût de construction d'un petit groupe de monticules du début du Classique ancien (interprétés comme des plates-formes rituelles) situés à proximité de la grotte de Kayuko Naj Tunich, dans l'arrière-pays d'Uxbenka. Les techniques de maçonnerie utilisées, assez grossières, facilitent le calcul, de même que l'absence de structure sub : en effet, aucun mortier n'a été employé, que ce soit dans le remblai ou le parement (*ibid*., p. 148). Les pierres calcaires qui forment le remblai auraient été récupérées à proximité du lieu de construction, où l'on trouve une falaise, qui permet l'obtention de blocs sans avoir recours au creusement de carrières. Quant aux dalles de grès utilisées pour le parement, elles peuvent être obtenues, naturellement fragmentées, dans le lit d'une rivière située un kilomètre en contrebas du site (*ibid*., p. 148). Dès lors, seuls les coûts de transport

[64] Bien que cela ne soit pas explicité dans l'article, on peut remonter à un coût approximatif de 110 000 j-p, puisque 304,49 p. x 360 j. = 109 616,4 j-p et 304,49 p. x 365 j. = 111 138,9 j-p.

des pierres ont été évalués. L'intérêt principal du travail de Moyes et de ses collègues tient sans doute à leur expérimentation de transport des blocs. En effet, le chemin entre le site de construction et la rivière est long (un kilomètre), incliné et accidenté, ce qui permet d'établir une comparaison avec d'autres études expérimentales et de tester nos modèles et formules de calcul. Cela dit, le transport des matériaux à Naachtun était probablement moins long et complexe qu'il ne l'était à Kayuko. Il est indiqué (p. 150), que le temps de trajet minimal pour un aller (on suppose, chargé, sans que cela ne soit explicité) a varié entre 13 et 61 min, alors que le chargement minimal était de 25 kg et le chargement maximal de 60 kg. Le trajet étant long d'un kilomètre, cela permet de calculer des vitesses de transport comprises entre 1 km/h, pour le trajet de 61 minutes, et 4,62 km/h, pour le trajet de 13 minutes. Comme souvent, l'expérimentation a permis de se rendre compte que la technique de départ n'était pas optimisée, un meilleur rendement étant atteint au fur et à mesure de l'avancement de l'expérimentation. Il a été, dès lors, considéré que le rendement de transport obtenu (38 kg transportés sur 1 km par heure/personne) était plutôt bas (« conservative », *ibid*., p. 150). La densité des pierres employées pour la construction a été évaluée à partir de mesures des trois axes des blocs de remblai, qui étaient, par ailleurs, systématiquement pesés. Nous avons pu nous rendre compte, à Naachtun, que cette méthode, très approximative, tend à surestimer largement le volume effectif des blocs, et, par conséquent, sous-estime la densité du matériau[65]. Pour cette raison, il est très probable que la densité du calcaire comme du grès employée dans les calculs de Moyes *et al.* (2016, p. 152) soit sous-estimée. En conséquence, le rendement du transport est surestimé. Au total, les trois structures prises en compte auraient demandé 7 308,38 heures de travail, soit un peu plus de 1 461 j-p de 5 heures. La Structure 1, circulaire, a un volume approximatif de 141,6 m^3, sans compter son escalier, et un coût estimé de 3 311,11 heures-personnes, soit 662,22 j-p de 5 heures. La Structure 2, circulaire également, a un volume approximatif de 161,6 m^3 sans son escalier. Son coût est estimé à 3 335,89 heures-personnes, ou 667,18 j-p de 5 heures. La Structure 6, rectangulaire, a un volume approximatif de 31,4 m^3 et un coût estimé à 661,38 heures-personnes, soit 132,28 j-p de 5 heures.

Il a été calculé que la population d'Uxbenka au début du Classique ancien était comprise entre 1 500 et 2 600 habitants (*ibid*., p. 153). Il était donc possible, pour cette population, de construire ce groupe rituel à proximité de la grotte, en une seule saison de travail.

Autre site bélizéen, autre échelle de monumentalité : McCurdy (2019) a récemment simulé de manière aussi fine que possible le coût de construction de l'architecture monumentale de Xunantunich. On a déjà fait référence à sa méthodologie, et l'on s'intéresse ici à ses résultats. Le *Castillo*, la très monumentale acropole (essentiellement) classique récente du site, est le fruit de multiples agrandissements, au coût très inégal. Le travail de McCurdy a consisté à mettre en parallèle la main-d'œuvre disponible dans les environs du site et la séquence de construction de cette structure très complexe, dont les premières plates-formes sub remontent au Préclassique moyen. L'étape de construction la plus substantielle, qui fit passer la structure d'une plate-forme basse à un très volumineux soubassement pyramidal, aurait demandé plus de 200 000 j-p (*ibid*., p. 214) et pourrait avoir été menée à bien sur une dizaine de saisons (*ibid*., p. 220). Par la suite, les quatre étapes suivantes ont un coût compris entre environ 50 000 et 100 000 j-p. McCurdy (*ibid*., pp. 224, 229) corrélait donc ce coût aux effectifs de main-d'œuvre pouvant être mobilisés au sein de la population estimée de la micro-région de Xunantunich : c'est au Préclassique moyen que la part de la population impliquée dans la construction pourrait avoir été la plus haute, non pas du fait du coût particulièrement élevé de la construction (il s'agit de plates-formes basses), mais en raison de la mobilisation collective envisagée, impliquant toutes les familles du secteur. Par la suite, l'étape majeure de la construction, au début du Classique récent, pourrait bien avoir demandé une participation de toutes les familles mobilisables, à raison d'un peu plus d'une personne par famille, et ce, cette fois, en raison du coût élevé de la construction. Pour les autres étapes de construction, il n'était nécessaire de faire appel qu'à une fraction

[65] Comme on le verra dans l'Annexe A, il est particulièrement complexe de mesurer de manière satisfaisante la densité des matériaux dans des conditions de terrain.

de la population mobilisable, évaluée, en fonction des types de mobilisation, de la demande pour la construction et de l'évolution démographique, à l'intervalle 1-39 % des foyers. La récente étude de McCurdy est donc un apport extrêmement précieux pour une future mise en contexte des résultats obtenus dans la présente recherche.

3.1.4.5 La Structure P-7 de Piedras Negras

P-7 est le codage d'un bain de vapeur de Piedras Negras dont le coût de construction a été évalué de manière préliminaire par Abrams (2001), à l'intervalle 4 288-7 260 j-p. Si cette quantification rapide n'est en rien aussi fondamentale pour l'historiographie de l'approche énergétique que les travaux d'Abrams à Copan, elle a le mérite de porter sur des méthodes de construction spécifiques au Petén. Abrams (*ibid*., p. 590) observait par exemple qu'à Piedras Negras, le poids relatif de l'extraction du calcaire parmi toutes les tâches de la construction était bien plus élevé que celui de l'extraction du tuf à Copan. Abrams employait pour Piedras Negras à la fois l'indice d'extraction proposé par Titmus et Woods (2002) pour les niveaux superficiels durcis des bancs de calcaire et celui d'Erasmus (1965) pour les parties plus tendres (cette prise en compte de deux indices de rendement selon le type de pierres à obtenir est aussi l'option retenue dans notre recherche). La preuve était apportée par Abrams lui-même que les résultats des calculs de coût énergétique de construction donnent bien des résultats spécifiques selon le site considéré, son contexte géologique et ses pratiques architecturales privilégiées.

3.1.4.6 Les acropoles Danta et Tigre d'El Mirador

El Mirador regroupe probablement plusieurs des structures parmi les plus volumineuses de toute l'Aire Maya. Ainsi, les complexes triadiques Tigre et Danta sont des acropoles bien plus volumineuses que les plus massives des constructions de Naachtun. C'est logiquement que la question du coût et de la durée de leur construction s'est posée, malgré les difficultés d'acquisition de données précises sur leur morphologie (la question de l'aménagement de reliefs naturels qui pourraient constituer une partie du cœur des soubassements reste à ce jour irrésolue, R. D. Hansen 2013, p. 263) et sur la succession des étapes. Il est à noter que plusieurs membres du projet El Mirador ont consacré de nombreuses études à la caractérisation des matériaux de construction, à l'étude de leur extraction et de leur production (Woods et Titmus 1994 ; E. F. Hansen 2000 ; Schreiner 2002 ; Titmus et Woods 2002).

El Tigre

R. D. Hansen (1990, p. 215) évaluait à 428 680 m^3 le volume des édifices de l'acropole El Tigre, ce qui lui permettait d'estimer, à partir des indices proposés par Erasmus (1965), Sidrys (1978) et Tourtellot (1978), un coût énergétique total compris entre 2 803 595 et 5 000 000 j-p, en supposant que l'ensemble du soubassement est artificiel. Il lui était impossible de déterminer si des structures sub existaient, mais des recherches postérieures indiquent que les Mayas pourraient en réalité avoir aménagé une élévation du relief naturel pour construire la pyramide (Webster 2018, p. 63).

La Danta

L'acropole Danta est plus volumineuse et plus haute encore que le complexe triadique El Tigre. R. D. Hansen (2013, p. 263) estimait son volume à 2 800 000 de m^3, une estimation qui n'est cependant pas unanimement acceptée : voir, par exemple, la critique de Webster (2018, p. 63). Un observateur attentif remarquera toutefois, en défaveur de cette critique, que la Fig. 15 de Webster (*ibid*.), censée permettre la comparaison à la même échelle de la Pyramide du Soleil de Teotihuacan et des Acropoles Tigre et Danta d'El Mirador, représente en réalité les acropoles de Mirador à une échelle deux fois plus grande que celle de la Pyramide du Soleil. Il n'est donc pas étonnant que la pyramide de Teotihuacan semble alors bien plus volumineuse. Si cette maladresse grève lourdement l'argumentation de Webster,

l'estimation proposée par Hansen prête tout de même le flanc à la critique. Il n'est pas inintéressant de se pencher sur la méthode de calcul de ce volume. R. D. Hansen (2013, p. 263) indique que la plate-forme basale du complexe Danta mesure 320 par 600 m et que la pyramide sommitale culmine à 72 m du sol. C'est le volume de cette plate-forme basale, qui n'est pas prise en compte par Webster, et pour laquelle une hauteur constante de 10 m est estimée, qui représente à lui seul près de 2 000 000 de m^3, soit plus des deux tiers du volume total. Or, nul ne connaît la séquence de construction de ce soubassement, ni la nature du relief naturel qu'il recouvre ou aménage simplement. Il est très probable que le calcul géométrique employé pour l'estimation du volume (320 x 600 x 10 m) surestime largement le volume réel de la plate-forme.
Le coût énergétique de cette acropole, dont les techniques de construction soignées participent à mettre en évidence un souci de consommation énergétique ostentatoire, était estimé à 15 000 000 de j-p (R. D. Hansen 2013 ; Suyuc Ley et R. D. Hansen 2013, p. 229 ; R. D. Hansen et Suyuc Ley 2016, p. 177). La dimension temporelle est évidemment primordiale pour la compréhension des implications de la construction d'un tel groupe d'édifices, mais les données semblent manquer de précision. Selon R. D. Hansen et Suyuc Ley (2016, p. 160), l'acropole Danta fut construite rapidement, au cours du règne d'un seul dirigeant, une interprétation tirée de l'observation de l'homogénéité stylistique de l'ensemble du complexe. L'hypothèse d'une construction en 41 ans par un millier d'ouvriers travaillant tout au long de l'année a été émise (Suyuc Ley et R. D. Hansen 2013, p. 229). Webster (2018, p. 64) niait fermement une telle possibilité, supposant que la construction avait duré plus d'un siècle, sans pour autant apporter le moindre élément factuel pour appuyer cette estimation.

3.1.4.7 Le cas de Tikal

On a vu, et l'on continuera à voir au long de ce volume, que Tikal est un site omniprésent dans la littérature mayaniste. Son architecture monumentale est parmi les mieux documentées et les plus impressionnantes de l'aire maya. Les travaux de restauration de nombreux temples, menés avec une intensité rare au Petén, permettent d'utiles observations sur les matériaux de construction (Ruiz A. 1986) et les techniques architecturales (Webster et Kirker 1995). Pourtant, dans le domaine des estimations de coût énergétique de l'architecture monumentale, peu d'études précises ont été effectuées, et la plupart des chercheurs se limitent à des observations non quantifiées sur le coût supposé de telles réalisations (Sanders et B. J. Price 1968 ; Stavrakis-Puleston 2015, p. 22).
La contribution de Webster et Kirker (1995) sur le coût de la construction du Temple I (90 000 j-p) demeure le travail le plus documenté sur la question, mais il ne s'agit que d'un exercice théorique, une simulation appliquant à cet édifice les techniques architecturales de Copan. Peut-on seulement en espérer un vague ordre de grandeur ? Rien n'est moins sûr, dans la mesure où l'extraction des blocs de tuf telle qu'elle est quantifiée par Abrams était une tâche sans le moindre doute bien moins coûteuse que ne l'était l'obtention des blocs de calcaire dans les carrières du Petén.
Puleston a, par ailleurs, tenté d'évaluer le coût de creusement du long du fossé entourant le site (Stavrakis-Puleston 2015, p. 121). Si aucune estimation n'a été proposée, les résultats de son expérimentation peuvent être utiles pour l'établissement d'un indice de rendement du creusement dans du calcaire à l'aide d'outils de pierre. Ils sont présentés dans l'Annexe B.
Notons en revanche que Tikal a fait l'objet d'études dans le domaine du calcul de coût énergétique de la construction résidentielle privée, un domaine bien différent de la construction des pyramides. L'étude d'Arnold et A. Ford (1980), sur laquelle s'est appuyée Carmean (1991) pour une analyse du même type de l'habitat du site Puuc de Sayil, adaptait aux pratiques locales les rendements rapportés par Erasmus (1965)[66]. Dans ce genre de calcul portant sur des centaines, voire des milliers de structures, comme c'est le cas à Tikal, le calcul du coût énergétique est aussi standardisé que possible, au lieu d'être étudié au

[66] Michelet et Becquelin, (communication personnelle), relevaient quelques incohérences dans ces calculs de coût de construction des structures, à manipuler avec prudence. Nous passons, dans cette thèse, par une autre méthodologie de calcul des volumes (décrite au Chapitre 4), qui permet de remédier à ces problèmes.

cas par cas. Ainsi, l'auteur élabore un coût de construction au m^3 ou au m^2 pour chaque type d'élément constructif, sans se soucier de la distance réelle aux gisements de matières premières ou des spécificités de chaque structure.
L'estimation du coût énergétique de l'architecture monumentale de Tikal reste donc, à l'heure actuelle, un domaine étonnamment peu approfondi, objet de bien plus d'affirmations intuitives que de quantifications sérieuses.

3.1.5 Le cas particulier de Copan

Depuis les années 1980, la question de l'énergie humaine investie dans la construction monumentale de Copan est au centre d'une controverse sur la population de la vallée au cœur de laquelle se trouve le site et sur le degré de développement politique de la cité. C'est, sans le moindre doute, à Copan que la question de la corrélation entre population, coût énergétique de la construction monumentale et degré de pouvoir des gouvernants a fait l'objet du plus grand nombre de développements. On doit cette situation aux travaux d'Abrams sur le calcul des coûts de construction, mais aussi à la coexistence de deux équipes de chercheurs aux approches diamétralement opposées : d'un côté, le Proyecto Arqueológico Copan II (PAC II, 1980-1988), dirigé par les chercheurs de Penn State University. De l'autre, le Copan Acropolis Archaeological Project (CAAP, 1988-1996), mené par des scientiques de l'University of Pennsylvania Museum, de la Northern Illinois University ou du Middle American Research Institute, sous la direction de l'IHAH hondurien. Ce projet a donné lieu au Early Copan Acropolis Program, débuté en 1989, qui cherchait à documenter l'architecture élitaire classique ancienne de ce secteur. C'est à Copan que l'argument du besoin en main-d'œuvre pour la construction monumentale est entré le plus fréquemment en compte dans les évaluations de population. Alors que les membres du CAAP avançaient que l'occupation de la vallée ne pouvait qu'avoir été dense, au vu du volume de l'architecture monumentale et publique de l'épicentre, les chercheurs du PAC II soutenaient, estimations de coût de construction à l'appui, qu'en aucun cas l'argument du besoin en main-d'œuvre pour la construction monumentale ne pouvait être avancé dans le cadre d'une étude de population. Les approches de ces deux équipes ont chacune leurs spécificités, apports et excès, et la confrontation a eu le mérite de stimuler la recherche sur ces questions, chaque publication donnant lieu à une réponse en réaction. Revenons plus en détail sur les tenants et aboutissants de cette longue controverse scientifique.

3.1.5.1 La première corrélation entre la quantification de l'architecture monumentale et la population du site : Cheek (1986)

Cheek (1986) fut le premier à quantifier l'effort de construction du secteur de la Place Principale de Copan. Il ne proposait pas d'estimation en jours-personnes du coût de construction des différentes structures. Plus simplement, sa quantification reposait sur le volume de chaque version de chaque structure, si possible, mesuré, sinon, extrapolé. Plusieurs grandes étapes (« *stages* ») d'aménagement successives étaient distinguées, à l'échelle de la Place Principale. Différents traitements des données (*ibid*., p. 58-59) mettaient en évidence le volume construit au cours d'une étape, le volume moyen d'un épisode de construction au cours de chaque étape, le volume moyen construit par année au cours d'une étape, le nombre d'épisodes de construction par année au cours d'une étape, et la durée maximale de construction d'un épisode si l'on considère que les différentes structures sont construites à la suite les unes des autres. A partir de ces calculs, une séquence architecturale mettant en évidence les dynamiques propres à chacune des étapes était mise au point. L'objectif de Cheek était de corréler la quantification de la construction monumentale aux dynamiques sociales, politiques et économiques de Copan[67]. Ceci lui permit de déterminer l'impact qu'ont pu avoir, sur le domaine précis de la construction

[67] Mentionnons la publication de M. Drennan et M. J. Kolb (2019), qui adoptaient une approche très comparable pour le sanctuaire de Karnak en Egypte antique, à ceci près que les sources écrites leur permettaient de quantifier par un indice l'action politique des pharaons impliqués.

monumentale, de grands événements historiques tels que le hiatus du Classique moyen, l'apogée du Classique récent, ou encore la défaite militaire majeure de Waxaklajuun Ub'aah K'awiil « 18-Lapin » face à Quirigua (*ibid*., p. 61-69). Dans ce contexte, la corrélation entre le volume construit des structures de l'épicentre et la main-d'œuvre disponible ne faisait l'objet que d'une analyse limitée (*ibid*., p. 67), en l'absence, d'une part, de données définitives sur l'occupation des différentes parties de l'arrière-pays de la cité, et, d'autre part, d'un calcul précis du coût de construction des structures. Cheek suggérait, toutefois, de manière intuitive, que l'intense construction monumentale du Classique récent dans le secteur de la Place Principale de Copan n'avait pu être menée à bien qu'au moyen de l'augmentation de la demande en main-d'œuvre de la part des dirigeants ([...] *the rulers at Copan seem to have increased the tax burden on their peasant population* [...][68], Cheek 1986, p. 67), dans la mesure où le volume construit semblait augmenter dans des proportions très supérieures à l'évolution de la population. Cette corrélation, encore préliminaire, était vouée à être fortement remise en cause par la suite (Sharer, Traxler *et al*. 1999, p. 19).

Une autre faiblesse (admise) du travail de Cheek est qu'il ne prenait en compte dans ses calculs qu'un seul secteur de l'épicentre, à savoir la Place Principale, laissant de côté l'Acropole, faute de disposer, à l'époque, de données suffisamment précises pour mener à bien les calculs (Cheek 1986, p. 60). Or, il est certain que l'on ne peut extrapoler à un site entier les dynamiques rencontrées dans un seul secteur de ce site. Ainsi, après la défaite de Copan face à Quirigua, la construction dans la Place Principale connut un indéniable coup d'arrêt. Cheek remarquait, toutefois, que le secteur de l'Acropole fit, alors, l'objet d'un investissement massif dans l'architecture (*ibid*., p. 69), investissement confirmé par des recherches postérieures (Sharer, Miller *et al*. 1992 ; Sharer, Traxler *et al*. 1999). Malheureusement, comme il le précisait, il ne disposait pas de données suffisamment précises pour quantifier cet investissement.

La contribution de Cheek, même préliminaire, montrait l'existence de réelles variations de l'investissement dans la construction monumentale, et la difficulté de les expliquer, en particulier dans un travail à l'échelle d'un secteur réduit, et non à l'échelle du site. Il semblerait bien, tout de même, que des difficultés d'ordre économique ou politique ayant touché les élites aient pu jouer un rôle dans la contraction momentanée des projets architecturaux, comme ce fut le cas dans la première moitié du VII^{e} siècle, dans ce qui ressemble à un hiatus généralisé des Hautes Terres, légèrement postérieur à celui des Basses Terres. Un peu à la manière de la tendance observée à Naachtun en Balam III (discutée aux Chapitres 6, 8 et 9), le hiatus aurait touché bien plus la construction monumentale que la production de stèles gravées, sans le moindre doute moins demandeuses en main-d'œuvre. Quant à la défaite de 18-Lapin, si une rupture pouvait effectivement être observée dans l'architecture monumentale, elle ne s'est pas traduite par l'arrêt des constructions, puisque c'est précisément son successeur K'ak' Joplaj Chan K'awil qui a fait construire l'édifice très orné souvent appelé *Popol Nah*, Structure 10L-22A[69] (Fash et Agurcia Fasquelle 2005, p. 29). Il s'est donc plutôt agi d'un changement de secteur privilégié pour la construction (Cheek 1986, p. 68).

Sharer, Miller *et al*. (1992) se proposaient de compléter l'apport de Cheek, en étudiant, avec des objectifs comparables, la séquence architecturale de l'acropole. Il s'agissait d'un travail très préliminaire, à partir de données limitées : aucune quantification ou évaluation volumétrique n'était encore proposée. Mais les intentions étaient clairement définies. Cette publication était fondée sur l'idée que l'évolution de l'architecture monumentale de l'épicentre permettait de mesurer les variations des dynamiques politiques, sociales et économiques de la cité. Pour ces chercheurs (*ibid*., p. 149), les débuts de l'architecture monumentale dans le secteur de l'Acropole correspondraient à l'installation de la dynastie, même si des plates-formes non monumentales pré-dynastiques (probablement résidentielles) existaient dans le secteur. La même dynamique était proposée par Houston, Escobedo *et al*. (2003) pour Piedras Negras, et il se pourrait qu'à Naachtun, comme on le verra, l'architecture monumentale ait également accompagné l'essor de la dynastie (une interprétation fondée sur l'analyse des tombes et non sur les données épigraphiques). L'un des objectifs principaux de Sharer, Miller *et al*. (1992, p. 150) était,

[68] [...] à Copan, les dirigeants semblent avoir augmenté la taxation de la population paysanne [...].

[69] A ne pas confondre avec la Structure voisine 10L-22 étudiée par Abrams.

à l'instar de Cheek (1986), de corréler séquence d'investissement dans l'architecture monumentale et séquence historico-politique obtenue à partir de l'épigraphie. D'autre part, la corrélation devait être établie avec les dynamiques d'occupation tirées des recherches à l'échelle de la vallée. La corrélation entre l'investissement dans l'architecture monumentale et la séquence dynastique devait, aussi (Sharer, Miller *et al.* 1992, p. 151), permettre d'alimenter la controverse sur l'existence effective des premiers dirigeants de la cité, sur le type de pouvoir dont ils disposaient et, finalement, sur le degré d'évolution politique de la société de Copan : s'agissait-il d'un État ? Si oui, à partir de quel moment de l'histoire de la cité ?

3.1.5.2 Premières estimations quantifiées

Ces questions étant posées, il était nécessaire de gagner en précision, aussi bien sur le thème de la quantification de la population de Copan que de la quantification de l'énergie humaine investie dans la construction. Les données sur le peuplement de la vallée, de plus en plus nombreuses, de plus en plus précises, conduisirent progressivement les chercheurs du Proyecto Arqueológico Copan II à revoir à la baisse les estimations du nombre d'habitants. Webster, Sanders *et al.* (1992, p. 185) rapportaient cette évolution des chiffres. Alors qu'ils considéraient, en 1981, que le nombre minimal d'habitants de la vallée à la période d'apogée (le Classique récent) était de 50 000, en 1992, la population maximale de la vallée de Copan n'était plus évaluée qu'à 27 500 habitants. Ils considéraient que la population de la vallée au Classique ancien était minime (Webster et Freter 1990a, pp. 79, 81) et ne pouvait avoir dépassé « *a few thousand people* » : peut-être 4 000 à 5 000 habitants en 600 apr. J.-C., dont 2 000 à 3 000 dans la « *Copan Pocket* », l'espace comprenant l'épicentre du site et les terres fertiles directement adjacentes. Ces chiffres, tirés de programmes de sondages, étaient légèrement revus à la hausse par une simulation mathématique de la croissance démographique de la population de la vallée (Paine *et al.* 1996, p. 58), sans pour autant que la barre des 6 000 habitants ne soit atteinte (*ibid.*, Fig. 5).
A partir de ces résultats, qui sont le fruit d'une approche essentiellement fondée sur l'étude de la population de l'arrière-pays, le PAC II développait une vision très modeste de la société de Copan au Classique ancien (Webster et Freter 1990a ; Webster, Sanders *et al.* 1992 ; Paine *et al.* 1996, mais voir aussi Abrams 1994, p. 107). La petitesse de la population était corrélée à la faiblesse du pouvoir, vu comme une chefferie (qui n'implique aucunement l'absence d'architecture monumentale, voir, par exemple, Renfrew 1973). Dans un paragraphe sans le moindre doute provocateur, taillé pour faire couler de l'encre, l'existence effective des premiers membres de la dynastie était mise en doute, ou, tout au moins, leur caractère royal, et Copan était décrit comme « *a very small-scale polity both in terms of subjects and territory*[70] » (Webster et Freter 1990a, pp. 81-82). Une vision toujours soutenue par Webster (2018) quoique de manière plus nuancée.
Cette vision des choses entrait frontalement en contradiction avec les résultats du Copan Acropolis Archaeological Project, ce qui aboutit à une ferme mise au point par Fash et Sharer (1991). Comme l'intitulé du projet le laisse supposer, l'approche de ces chercheurs était tout à fait différente de celle du PAC II. Forts de leurs données pluridisciplinaires sur l'aménagement de l'épicentre de la cité et les différentes structures royales du Classique ancien, ils soutenaient que Copan avait été le siège, dès sa fondation au V^{e} siècle, d'une dynastie de rois dont la puissance n'avait rien à envier aux grands souverains des Basses Terres centrales. Loin d'être de petits chefs locaux, les gouvernants de Copan ne pouvaient avoir été, selon eux, que de puissants dirigeants susceptibles de mobiliser une multitude d'ouvriers pour la construction de leurs temples et palais. Surtout, et c'est ce qui nous intéresse particulièrement, Fash et Sharer (*ibid.*, pp. 173, 180) avançaient l'argument du besoin en main-d'œuvre impliquée dans la construction monumentale du Classique ancien pour attaquer les estimations de population proposées par le PAC II : il fallait qu'il y ait eu une population nombreuse sur place, en plus d'un pouvoir politique fort, pour mener ces projets architecturaux à leur terme. Pour les archéologues de ce projet, l'étude de la séquence de construction de l'Acropole devait offrir, à l'image de la

[70]« une entité politique de très petite taille, en termes démographiques comme en termes de territoire. »

méthodologie adoptée par Cheek (1986), un bon proxy des fluctuations de l'histoire politique et dynastique du site, puisque l'architecture monumentale constituait une matérialisation de l'énergie pouvant être investie par les dirigeants (Sharer, Miller *et al.* 1992, pp. 148-150).
Notons d'ores et déjà que le PAAC allait obtenir, rapidement, des preuves archéologiques et épigraphiques de l'existence des premiers rois et de leurs liens avec les élites mésoaméricaines (Sharer, Traxler *et al.* 1999 ; Fash et Agurcia Fasquelle 2005, p. 17). Mais, en 1991, leurs observations sur la taille de la population de Copan et le besoin en main-d'œuvre pour la construction des différentes plates-formes de l'Acropole n'étaient qu'intuitives (Fash et Sharer 1991, p. 180 ; voir aussi la critique de Paine *et al.* 1996, p. 58), même si une étude énergétique de la construction de l'Acropole était annoncée dès 1992 (Sharer, Miller *et al.* 1992, p. 150). Dans le même temps, les estimations basses du camp opposé provenaient de quantifications proposées à partir des données de terrain, s'appuyant, pour l'estimation du coût énergétique de la construction, sur les premiers travaux d'Abrams (Webster, Sanders *et al.* 1992, pp. 192, 195).
Sur la question de la quantification de la population, Fash et Sharer (1991, pp. 173, 177), manquant de données propres à l'échelle régionale, en étaient réduits à critiquer (avec certains des arguments que nous avons passés en revue au chapitre précédant pour d'autres régions des Basses Terres) les méthodes d'échantillonnage et d'analyse des données utilisées par le PAC II pour évaluer la population de l'ensemble de la vallée au Classique ancien[71]. Aucun élément concret ne leur permettait de démontrer fermement l'existence d'une occupation plus nombreuse, mais ils attiraient l'attention sur la forte probabilité, selon eux, qu'elle eût existé (*ibid.*, p. 178). De manière arbitraire, en se fondant uniquement sur leur perception de la monumentalité des projets architecturaux du Classique ancien dans l'Acropole, Fash et Sharer (*ibid.*, p. 180) proposaient de doubler la population calculée par le PAC II (4 000 à 5 000 habitants) pour arriver à 8 000-10 000 habitants dans la vallée de Copan à la fin du Classique ancien. Wingard (2013) a démontré, depuis, qu'une telle population était complètement inenvisageable, pour des raisons de subsistance. Selon lui, les sols de la vallée n'auraient pas pu subvenir aux besoins d'une population aussi nombreuse sur une durée de plusieurs siècles. En ce qui concerne la population maximale, au Classique récent, il est maintenant largement accepté, des deux côtés, qu'elle était proche des 20 000 habitants (D. S. Rice et Culbert 1990, p. 21 ; Fash et Agurcia Fasquelle 2005, p. 4).
Du côté de la question du coût énergétique de l'architecture monumentale, on l'a dit, des quantifications rigoureuses et alimentées par les données de terrain se faisaient attendre. Les premières tentatives, par Abrams (1987), puis Webster, Sanders *et al.* (1992, p. 195), étaient assez timides, et de portée encore trop limitée pour réellement peser dans le débat, parce qu'elles portaient seulement sur le calcul du coût énergétique de la construction résidentielle (à tous les niveaux de la société). Les travaux d'Abrams permettaient, certes, d'estimer que la construction avait un coût limité, et ce, plus encore au Classique ancien, période à laquelle les superstructures résidentielles maçonnées étaient encore peu répandues. Selon ces chercheurs, une contribution annuelle de 5 jours-personnes par famille au cours du Classique

[71] Ainsi, ils considéraient (Fash et Sharer 1991, p. 173) qu'une partie substantielle de l'occupation du Classique ancien au-delà de la Copan Pocket, dans les autres secteurs de la vallée, avait pu être négligée par le PAC II, dans la mesure où beaucoup d'implantations anciennes pouvaient se trouver dans des secteurs aujourd'hui dépourvus de monticules ou autres vestiges en surface. Il aurait fallu, selon eux, multiplier les recherches en profondeur (la Vallée de Copan connaissant une très forte sédimentation alluviale) dans des secteurs en apparence inoccupés pour se donner des chances de mettre au jour les unités d'habitat du Classique ancien. La stratégie du PAC II, consistant à surtout tester les monticules visibles appartenant à de petites unités d'habitat, aurait conduit à une sous-estimation de la population du Classique ancien. En effet, Fash et Sharer (*ibid.*, p. 174) rappelaient que les recherches du PAC I, dans la Copan Pocket, avaient révélé une majorité de sites du Classique ancien dans les grandes unités d'habitat et dans les zones vides de monticules, mais pas dans les petites unités d'habitat. Pour les chercheurs du PAC II (Webster et Freter 1990a, p. 79), les groupes de monticules visibles aujourd'hui sont implantés sur les meilleurs emplacements, et il est donc peu probable que d'autres emplacements aient été choisis au Classique ancien, alors que les meilleures parcelles étaient encore disponibles. Fash et Sharer (1991, p. 177) supposaient aussi que des occupations du Classique ancien pouvaient passer inaperçues dans un programme de sondage comme celui du PAC II. C'est-à-dire que l'occupation ancienne d'une unité d'habitat n'est pas nécessairement identifiée dans un sondage implanté dans cette unité.

ancien, aurait été suffisante pour mener à bien la construction des résidences royales (*ibid*., pp. 195-196). Toutefois, cette première série d'estimations n'apportait guère de réponses concrètes dans les domaines de l'architecture non résidentielle du Classique ancien. La structure la plus discutée (et la plus coûteuse de toutes celles dont le coût de construction était estimé) était par exemple le palais classique récent 10L-22.
Il est rapidement devenu évident que la position de Webster et Freter (1990a, p. 81), selon laquelle la construction monumentale au Classique ancien dans l'épicentre de Copan était négligeable, était en fait intenable. Il fallait se rendre à l'évidence : dès le Classique ancien, la dynastie avait multiplié les projets architecturaux ambitieux (Sharer, Traxler *et al.* 1999). Cela impliquait-il, pour autant, la présence d'une population nombreuse dans la vallée de Copan ? Cela indiquait-il réellement l'existence d'un pouvoir fort ? C'était en quantifiant le coût énergétique de ces projets architecturaux de la manière la plus stricte possible que l'on parviendrait à démontrer le degré de pertinence de la corrélation entre population, coût de l'architecture monumentale et système politique.

3.1.5.3 De réelles estimations de coût de main-d'œuvre pour régler le différend : Webster et Kirker (1995) ; Carrelli (2004)

Dès 1987, Abrams prenait sa place dans la controverse, considérant que l'architecture monumentale de Copan au Classique récent n'avait pas exigé de la population une contribution suffisamment forte pour donner quelque indice que ce soit du degré de puissance et de pouvoir d'un dirigeant tel que Yax Pasaj Chan Yopat, le dernier *Kuhul ajaw*[72] de la cité (Abrams 1987, p. 494), aussi considérable qu'ait été son héritage artistique et architectural (Fash et Agurcia Fasquelle 2005, pp. 30-31). L'apport d'Abrams (1994) concernait, toutefois, principalement l'architecture résidentielle, bien plus que l'architecture monumentale publique.
En 1995, paraissait l'article *Too many Maya, too few buildings*, de Webster et Kirker. A partir de la méthodologie et des indices de rendement proposés par Abrams (1994), Webster et Kirker calculaient le coût en jours-personnes de la construction de très grands temples-pyramides comme le sont le Temple I de Tikal et la Pyramide 10L-26 de Copan, dotée du fameux escalier hiéroglyphique. Cependant, il s'agissait plus d'un exercice méthodologique que de l'étude précise du coût de construction d'une structure réelle (Webster et Kirker 1995, p. 373). En l'absence de données suffisantes sur la morphologie des édifices de Copan[73], l'objectif de Webster et Kirker (*ibid*., p. 374) n'était pas de mesurer avec exactitude le coût énergétique de ces structures, mais de donner un ordre de grandeur (aussi précis et fondé que possible) pour le coût de construction des très grandes structures publiques, dans le cadre de la controverse sur la population de Copan. Il s'agissait de montrer quel pouvait être le coût, exprimé en jours-personnes, de la construction d'une très grande pyramide, et comment ce coût se répartissait sur la population. S'agissait-il d'une demande très pesante pour les habitants de la cité, exigeant la participation de toutes les forces vives, ou pouvait-on en venir à bout en sollicitant un nombre plus modeste de travailleurs ?
Selon Webster et Kirker (*ibid*., pp. 372-374), le coût de la construction ex-nihilo d'une grande pyramide, ressemblant à celles de Tikal ou Copan, était compris entre 90 000 j-p (pour Tikal) et 120 000 j-p (pour Copan). Si l'on considère que la construction pouvait s'étendre sur plusieurs années (avec des campagnes d'une centaine de jours de travail), alors, la main-d'œuvre disponible à Copan était tout à

[72] Expression maya signifiant approximativement roi sacré ou divin seigneur, désignant les dirigeants des centres principaux.
[73] Webster et Kirker (1995, pp. 368-369) ne disposaient pas des données nécessaires pour calculer avec exactitude le coût énergétique de la construction du Temple I de Tikal (construit avec des matériaux et des techniques propres à Tikal, quand la méthodologie développée par Abrams concerne Copan, un site très spécifique au niveau géologique, et très peu représentatif des techniques employées dans l'architecture des Basses-Terres). Quant au Temple 26 de Copan, ses dimensions exactes, ainsi que celles de ses structures sub, étaient mal connues, à l'inverse du Temple I de Tikal.

fait suffisante pour venir à bout d'une telle entreprise en quelques saisons, sans que cela ne lui exige un effort démesuré (*ibid*., Tables 8, 9 et 10). A l'aide de différents modèles de recrutement de la main-d'œuvre, Webster et Kirker (*ibid*., p. 375) démontraient que la construction monumentale n'avait très probablement jamais exercé une forte pression sur la population. Pour Abrams (1987, p. 494), Abrams et Bolland (1999, p. 286) comme pour Webster et Kirker (1995, p. 379), la corvée royale pour la construction monumentale publique pouvait ne concerner une famille nucléaire que sur le rythme, fort peu soutenu, de deux à trois reprises au cours d'une vie humaine.

Mais surtout, et c'était l'objectif premier de leur publication, Webster et Kirker (*ibid*., pp. 376-378, 384) montraient que la construction monumentale ne saurait constituer un bon indicateur de la population totale, tant la demande en ouvriers est diluée dans l'ensemble de la population (au moins à Tikal et Copan). Ce n'est donc pas, selon eux, parce que l'on observait des vestiges nombreux de structures monumentales, que l'on devait en déduire que la population était nécessairement nombreuse (*ibid*., p. 383).

Webster et Kirker (*ibid*., p. 382) devançaient les critiques qui, à n'en pas douter, seraient formulées par les chercheurs du PAAC : à leurs yeux, l'architecture de l'acropole, constituée par de simples plates-formes basses, parfois construites en adobe, aussi vastes soient-elles, ne pouvait avoir eu des coûts aussi importants que la construction de hautes pyramides surmontées de temples maçonnés.

Avec la parution du livre *Understanding Early Classic Copan* (Bell *et al*. 2004), c'est le point de vue opposé à celui de Webster et Kirker qui était mis en lumière. La contribution de Christine Carrelli (2004) cherchait à montrer que la construction monumentale à Copan au Classique ancien avait bel et bien représenté un effort conséquent pour la population locale, et impliqué l'existence d'un État développé. Pour cela, elle estimait le coût énergétique en jours-personnes de chaque étape de tous les édifices du Classique ancien de l'acropole. La méthodologie était donc bien différente de celle employée par Webster et Kirker (1995). Il s'agissait, cette fois, d'estimer de la manière la plus précise possible la main-d'œuvre impliquée pour chaque étape. Les estimations de Carrelli reposaient principalement sur la méthodologie développée par Abrams (Carrelli 2004, p. 117), pour laquelle elle proposait quelques ajustements, considérant que celui-ci sous-estimait la complexité et le coût énergétique de l'architecture, tout comme les autres membres du Proyecto Arqueológico Copan II sous-estimaient la complexité sociale de Copan (*ibid*., p. 114).

Elle proposait, par exemple, de mieux prendre en compte l'existence de mortiers dans les remblais que ne l'avait fait Abrams (un aspect que l'on a également tenté de prendre en compte à Naachtun, bien que seule une analyse microscopique soit à même de déterminer les proportions de chaux et de terre dans les mortiers), de tenir compte des structures sub, ou encore, d'ajouter un coût de transport pour l'eau employée dans la fabrication des mortiers (*ibid*., p. 118), coût qui était considéré comme négligeable par Abrams. Si Abrams avait décidé d'écarter la question de l'approvisionnement en eau de ses calculs, ce n'était pas un parti pris arbitraire : cette tâche avait été prise en compte dans un premier temps, mais il était apparu que son poids dans le coût final était négligeable et n'influençait en rien l'analyse des résultats (Abrams et Bolland 1999, p. 267). Nous avons testé l'influence, sur le résultat final en jours-personnes, de l'inclusion ou non dans le calcul du transport de l'eau pour la construction des structures de Naachtun. Nous renvoyons au Chapitre 8 pour notre propre estimation du poids du transport de l'eau dans le coût total de l'architecture monumentale. On peut véritablement, de notre point de vue, évoquer un coût négligeable (dans le contexte de sites, comme Copan ou Naachtun, disposant d'abondantes ressources en eau). Dans le souci d'établir le calcul le plus complet possible, nous incluons tout de même le coût de transport de l'eau dans nos calculs. Cela montre bien, toutefois, que la question de savoir si le travail se faisait en saison humide ou en saison sèche, n'est pas fondamentale au niveau de précision qui est le nôtre et compte tenu du contexte hydrographique de Naachtun. Notons que Carrelli proposait, pour ces calculs, que le transport se faisait dans des jarres de seulement 10 l., une contenance qu'elle a observée lors des travaux de restauration à Copan. On discutera de la contenance des jarres employées par les Mayas à l'époque classique dans l'Annexe B. Ici, il semble que Carrelli a cherché à revoir à la hausse les paramètres de calcul employés par Abrams.

C'était la première fois, à Copan, qu'une étude systématique était menée sur de l'architecture monumentale publique non résidentielle (rappelons que les travaux d'Abrams concernaient essentiellement l'architecture résidentielle), avec l'estimation précise du coût de construction d'un grand nombre d'édifices monumentaux, contemporains les uns des autres (qui plus est, datant du Classique ancien). En ce sens, on peut affirmer que la contribution de Carrelli (2004) est la quantification dont la méthodologie se rapproche le plus de celle de la présente recherche, même si quelques aspects (en particulier, celui de la précision chronologique) les distinguent. Précisons d'emblée que le chapitre de Carrelli en 2004 était une étude préliminaire, dans le cadre de la rédaction d'une thèse de doctorat. Pour d'évidentes raisons d'espace disponible, la présentation de ses données de travail était donc limitée ; cette thèse de doctorat n'ayant pas, à notre connaissance, été publiée, on manque du détail de ses calculs.

A la différence de notre étude, le travail de Carrelli bénéficiait d'une extraordinaire précision chronologique, la construction de chaque structure étant située dans un intervalle chronologique long de 5 ou 10 ans (*ibid*., Table 1). On peut se demander de quelle manière cette précision a pu être atteinte par le CAAP pour son estimation de la date de construction d'autant d'épisodes de construction (nous en comptons 27 dans cette Table 1), quand bien même les archéologues disposaient d'un vaste réseau de tunnels révélant les différentes structures sub de l'acropole. Quoi qu'il en soit, nous sommes encore très loin, à Naachtun, de disposer d'une chronologie aussi fine : c'est à peine si, dans le meilleur des cas, l'on parvient à situer les structures dans un intervalle d'un siècle.

On l'a précisé, il nous semble que l'affirmation de Carrelli (*ibid*., p. 118), selon qui « *water transport costs can become considerable* », donne peut-être trop de poids à cet aspect de la construction monumentale. L'importance de cette question est toutefois mineure. La question de la chaux, en revanche, est bien plus conséquente. Comme on le verra en Annexe B, un grand nombre de reconstitutions ont été menées pour déterminer le rendement de la production de chaux. Elles donnent des résultats d'une grande variabilité. Selon Carrelli (*ibid*., p. 118), le coût de fabrication de la chaux entrant dans la fabrication des mortiers aurait été négligé par Abrams. C'est un fait indéniable, même selon les estimations les plus optimistes, la fabrication de la chaux est l'une des activités les plus coûteuses du processus de construction. Elle est susceptible d'avoir une influence substantielle sur les estimations finales. Néanmoins, cette critique est discutable. La production de chaux doit-elle être prise en compte dans nos calculs ? Quiconque s'est intéressé à la vie quotidienne des populations mayas (vie quotidienne dans laquelle la chaux tient une part considérable, voir Russel et Dahlin 2007 ou Gillot 2018a) a entendu dire qu'une chaux de bonne qualité pour l'architecture doit reposer durant plusieurs mois, voire plus d'une année, avant d'être utilisée (Schreiner 2001, p. 359 ; Seligson *et al*. 2017a, p. 282 ; Gillot 2018a, p. 185). En effet, la solidification du mortier sera plus rapide et homogène avec une chaux ayant longuement reposé, ce qui évite fissures et faiblesses. Gillot (2018a) expose de manière très détaillée les processus chimiques expliquant le bien-fondé de ce traitement particulier du matériau. Dès lors, on peut penser que la fabrication de la chaux se faisait en continu, par des spécialistes (Russel et Dahlin 2007, p. 419), et en tout cas, très en amont de la construction et donc, sur un mode d'appropriation du travail différent de la corvée ou de la mobilisation massive que l'on peut supposer pour le transport des matériaux. Dans ce contexte, il semble peu probable que la production de chaux, même très coûteuse, soit à prendre en compte dans des considérations sur l'importance de la population ou la capacité des élites à mobiliser une main-d'œuvre importante. Il est, toutefois, impossible d'écarter totalement cette étape du processus de construction, et nos analyses finales (Chapitre 9) prennent en considération les deux hypothèses (production de chaux uniquement par des spécialistes / production de chaux par des spécialistes et la main-d'œuvre non spécialisée).

Un apport du travail de Carrelli consiste en sa prise en compte du coût d'élaboration des bas-reliefs de stuc pouvant orner les façades des structures, ainsi que les crêtes faîtières, un aspect peu développé par Abrams, dans le cadre de ses estimations sur l'architecture résidentielle, qui n'est que plus rarement dotée de ces éléments de décoration. Elle a établi ses indices de rendement à partir de l'observation des sculpteurs travaillant à la reconstitution de la Structure Rosalila pour le Musée de site de Copan (Carrelli 2004, p. 120).

La conclusion de Carrelli (qui ne prenait en compte que les constructions dans l'Acropole, alors que d'autres secteurs monumentaux furent édifiés au Classique ancien) est que chaque homme vivant dans la vallée de Copan, soit un quart du total des habitants, aurait eu à travailler un mois par an à la construction monumentale sous le règne de Yax K'uk' Mo', fondateur de la dynastie en 426 apr. J.-C., et plus d'un mois et demi par an sous le règne de son successeur, toujours au V^{e} siècle apr. J.-C. (*ibid.*, p. 121). Pour arriver à ses conclusions, Carrelli utilisait les estimations de population de la vallée fournies par le PAC II (Webster, Sanders *et al.* 1992). Bien qu'elle considérât que cette quantification sous-estimait la population, cela lui permettait de retourner les conclusions de Webster et Kirker (1995), pour prouver le degré de puissance des souverains du Classique ancien de Copan, par leur capacité à obtenir une forte contribution de la part de la population (Carrelli 2004, p. 122). On était amené à comprendre, à partir des conclusions de Carrelli, que le recrutement de la main-d'œuvre pour la construction de l'Acropole au Classique ancien démontrait toute l'étendue du pouvoir des dirigeants de la cité. Il est vrai qu'une mobilisation d'un quart de l'ensemble de la population de la vallée, chaque année, sans rotation possible, durant 25 ans, est un scénario de mobilisation relativement lourd, mais la durée de la saison annuelle de travail est, en revanche, comparativement faible. Pour Erasmus (1965, p. 296), une contribution d'une quarantaine de jours pour 20 % de la population est du niveau de la demande existant dans les chefferies de Nouvelle-Guinée. La contribution aurait donc été un peu plus élevée que dans ce modèle comparatif, au cours des trois premières décennies consécutives à la fondation de la dynastie.
A partir d'une simulation démographique basée sur l'évolution du rendement des sols de la vallée de Copan, Wingard (2013, p. 146) a montré que la population acceptée par Carrelli pour le Classique ancien était déjà trop élevée. En reprenant telles quelles les estimations de coût énergétique de Carrelli, il aboutissait à une répartition moyenne de 0,91 jours (*ibid.*, Table 6.7) consacré par semaine à la construction monumentale sur l'intervalle 425-450 apr. J.-C., une contribution logiquement plus intensive encore que celle proposée par Carrelli (puisque répartissant un même coût sur une population inférieure). Même avec cette contribution moyenne de 47 jours-personnes annuels pour un quart de la population totale, Wingard considérait que l'investissement ne traduisait aucunement une grande capacité de coercition de la part des dirigeants de Copan, dans la mesure où l'agriculture n'aurait demandé que 3,5 jours par semaine pour subvenir aux besoins de toutes les familles. Cela révèlerait donc que les dirigeants de Copan n'avaient pas l'intention ou la capacité de forcer les habitants à consacrer tout leur temps libre aux travaux monumentaux, voire à sacrifier une partie de l'énergie nécessaire à leur stricte subsistance pour participer aux travaux pour les élites (*ibid.*, pp. 148-149). Cette fois, c'est donc Wingard qui retournait les chiffres proposés par Carrelli dans un argumentaire sur la modestie du pouvoir royal maya, se plaçant, de manière revendiquée, dans la droite ligne des travaux de Webster.
En conclusion, les recherches menées à Copan depuis maintenant plus de trois décennies semblent indiquer qu'une population faible, inférieure à 5 000 personnes, était en mesure de mener à bien la construction d'un épicentre monumental, grâce à la contribution d'un ou deux hommes par foyer durant un peu plus d'un mois par an, et ce sur une période d'au moins vingt ans. Les recherches menées dans l'Acropole et d'autres secteurs de l'épicentre ont révélé l'existence d'un essor monumental concomitant de l'instauration de la dynastie (Abrams 1994, p. 93 ; Carrelli 2004 ; Wingard 2013 ; Murakami 2019), qui s'est traduit par une demande en main-d'œuvre touchant probablement l'ensemble des familles de la vallée sur un rythme annuel. Des divergences sur l'interprétation des implications sur le plan politique de cette demande ont pu exister, mais la corrélation entre un pic de l'investissement dans la construction monumentale et les débuts de la dynastie tendrait à valider l'hypothèse considérant l'architecture monumentale comme un outil de légitimation du pouvoir dans ses périodes d'instauration. L'exemple de Copan pourrait contribuer à expliquer les tendances dans l'investissement monumental perçues à Naachtun, à savoir un fort investissement dans l'architecture, peut-être à l'échelle micro-régionale, très tôt dans l'histoire de la cité.

3.1.6 La Pyramide du Soleil à Teotihuacan : un édifice mésoaméricain dont l'évaluation du coût de construction pose encore problème

La Pyramide du Soleil à Teotihuacan est sans nul doute la structure mésoaméricaine dont le coût de construction a fait l'objet du plus d'estimations. Elle est, à l'échelle mésoaméricaine, l'un des repères permettant de déterminer le plus fermement les implications de la présence d'architecture monumentale sur la compréhension des dynamiques de population et du système politique, bien que le caractère pleinement urbain de Teotihuacan différencie cette cité de la plupart des centres mayas. Cette pyramide fournit aussi un parfait exemple des difficultés auxquelles se confrontent les archéologues cherchant à corréler le coût énergétique de la construction monumentale à la population d'un site. Alors que la monumentalité de cet édifice attire l'attention de tous les observateurs depuis la période précolombienne, on a très longtemps peiné à en déterminer ne serait-ce que les dimensions exactes (d'autant plus que la pyramide a été considérablement raccourcie par les travaux de Leopoldo Batres au début du XX^{e} siècle), sans parler de sa séquence de construction, qui manque encore de clarté au XXI^{e} siècle (Sugiyama 2012, p. 220, voir aussi les discussions d'Aaberg et Bonsignore 1975). La morphologie de la Pyramide du Soleil, l'existence même de structures sub font l'objet de spéculations et d'hypothèses que plus d'un siècle de recherches archéologiques n'a pas permis de valider définitivement. Des murs, des surfaces semblables à des parements sont parfois atteints par les différents tunnels creusés par les archéologues dans le remblai, mais ils ne permettent que rarement de tirer des conclusions satisfaisantes. Quant à la question de la datation, elle manque encore de fermeté. Murakami (2015, p. 277) montre à quel point la datation par les seuls tessons retrouvés dans les remblais n'est qu'un pis-aller, économique mais susceptible d'induire le chercheur en erreur. Ainsi, les remblais de la quatrième étape de la Pyramide de la Lune ne contenaient qu'une proportion de 1,82 % de tessons effectivement contemporains de la construction, contre 93,82 % de tessons des phases antérieures. Nous souscrivons pleinement à cette observation. L'étude stylistique ou archéométrique des dépôts rituels scellés directement associés à la construction, heureusement loin d'être rares dans l'architecture mésoaméricaine, semble constituer une approche bien plus précise pour la datation.
Savants et chercheurs ont longtemps cru que la Pyramide du Soleil n'avait compté qu'une seule étape constructive, fait rare en Mésoamérique, surtout pour un édifice de cette ampleur. Les recherches récentes envisagent la séquence suivante : il a existé sur le secteur de la pyramide une occupation antérieure, attestée par un réseau de murs bas. La construction de l'édifice fut ensuite lancée, avec une première étape particulièrement significative puisque la surface couverte serait déjà la surface définitive. Elle représenterait aussi la majorité du volume de l'édifice final. Par la suite une seconde étape de moindre ampleur viendrait augmenter la hauteur de la pyramide (Sugiyama 2012, p. 218 ; Murakami 2015). On pense aujourd'hui que la construction a débuté autour de 200 apr. J.-C., mais la durée des travaux est encore très discutée et ne fait pas l'objet d'un consensus. Une sélection non exhaustive d'estimations de son coût de construction et de la répartition dans le temps des journées de travail est révélatrice des différences qui peuvent exister dans le traitement de la question énergétique. Il s'agit peut-être de la seule construction mésoaméricaine pour laquelle nous disposions de plusieurs calculs à confronter les uns aux autres.

3.1.6.1 Un chantier de plusieurs décennies ?

Il ne fait de doute pour personne que la construction de la Pyramide du Soleil, quel qu'ait été le nombre (et la morphologie) de ses structures sub, a demandé une très grande quantité de jours-personnes, de l'ordre de plusieurs millions. Les premières études scientifiques de la question à partir du milieu du XX^{e} siècle, qui sont les études les moins précises, avaient tendance à envisager la construction comme un processus long, étalé sur plusieurs décennies, un peu à l'image des chantiers des cathédrales médiévales européennes ou des grandes pyramides d'Egypte. Cook (1947, p. 49) proposait une vision matérialiste de l'essor de Teotihuacan selon laquelle les rendements agricoles au Mexique central au milieu du premier millénaire apr. J.-C. auraient connu une forte hausse permettant de dégager une partie de la

population de l'obligation de consacrer son temps et son énergie à la production de nourriture. Grâce aux surplus produits, une partie de la population aurait pu se consacrer à l'édification des structures monumentales. Son idée était de tenter de déduire la population de la vallée de Teotihuacan du besoin en main-d'œuvre pour la construction monumentale. Cook considérait, arbitrairement, qu'environ 3 000 travailleurs étaient continuellement impliqués dans les travaux de la Pyramide du Soleil, dont le volume était estimé à 993 000 m^3, alors que 3 000 autres étaient employés à d'autres constructions de la cité (*ibid*., pp. 50-51). La population totale estimée pour le site et son arrière-pays, sur un rayon de 50 km, était comprise entre 173 000 et 187 000 habitants, chiffre obtenu en supposant que 17 000 habitants de cette zone (élites + travailleurs engagés dans la construction monumentale et leur famille) ne participaient pas aux travaux agricoles et que le reste de la population devait donc produire autant de surplus pour nourrir cette population non productrice. L'estimation du nombre de travailleurs est bien évidemment extrêmement sommaire, mais cette étude ancienne présente l'intérêt de partir d'une estimation de coût énergétique de l'architecture monumentale pour en déduire la population du site et de son arrière-pays.
Dans son ouvrage de synthèse *The Maya Civilization*, Brainerd (1954, p. 18-19) opérait une digression, au chapitre sur l'architecture monumentale préclassique, sur le coût de construction de la Pyramide du Soleil. Le calcul, assez basique, s'appuyait en grande partie sur des éléments arbitraires. Le volume de la pyramide était estimé à 1 000 000 de m^3. Pour les besoins du calcul, Brainerd considérait (de manière arbitraire) que chaque homme devait consacrer 100 jours par an à la construction. Sans préciser la source de ses chiffres, il supposait qu'un homme était capable de transporter, chaque jour, 680 kg (1 500 *pounds*), soit 0,283 m^3 (10 $feet^3$) de terre ou de pierre. A partir de ces seules données, Brainerd proposait un coût de 3 000 000 de jours-personnes pour le transport et l'assemblage du remblai de la pyramide. Ce chiffre aurait pu correspondre, selon cet auteur, au travail de 1 500 hommes sollicités durant 20 années consécutives.
Wolf (1959, p. 94) aboutissait, lui aussi, à un volume d'environ 1 000 000 de mètres cubes (plus précisément, 1 300 000 $yards^3$, soit 993 921 m^3). Il proposait la participation de 10 000 travailleurs durant 20 ans, sans publier dans son livre de 1959 ni le détail de son calcul ni la répartition précise des journées de travail.
C'est à peu près à la même époque que Millon *et al*. (1965, p. 34), observant que la céramique trouvée dans la partie supérieure du remblai était postérieure à celle qui se trouvait dans la partie inférieure, ont suggéré dans une publication de référence sur l'édifice que la construction de la Pyramide du Soleil pouvait s'être étalée sur plusieurs dizaines d'années (éventuellement, plus de cinquante ans) à la transition entre deux phases céramiques successives.

3.1.6.2 Un chantier court regroupant des dizaines de milliers de travailleurs ?

La tendance générale à voir dans les travaux de la Pyramide du Soleil un très long chantier s'est inversée avec la publication des premières études de coût énergétique de la construction monumentale, permettant de dépasser les tentatives plus intuitives produites auparavant. Après avoir corrélé le coût énergétique de la construction de l'épicentre d'Uxmal à sa population, Erasmus (1965, pp. 298-299) proposait de comparer le cas de la cité Puuc à celui de Teotihuacan et sa pyramide la plus imposante. Il s'appuyait sur le volume d'un million de mètres cubes de remblai proposé par Brainerd (1954) et aboutissait, comme Brainerd, à un total d'environ 3 000 000 de jours-personnes de travail. Ce total correspond essentiellement au coût d'extraction et de transport de terre, sur un rayon de 1 000 mètres autour de la pyramide (Erasmus 1965, p. 298), comme si la Pyramide du Soleil était un simple monticule de terre (il s'agit, en réalité, d'une architecture bien plus complexe). On a déjà expliqué que les calculs d'Erasmus sous-estimaient probablement le coût de construction, et il est très probable que ce soit ici encore le cas. Mais ce qui est intéressant, c'est la vision qu'avait Erasmus de l'organisation du chantier : une estimation par capacité de charge l'amenait à proposer que le Bassin de Mexico était peuplé, au moment de ce que l'on considérait alors être la période de construction de la pyramide, par 250 000 habitants. Dans ces conditions, un cinquième des habitants, c'est-à-dire, 50 000 personnes, n'aurait eu

à travailler que durant 60 jours pour venir à bout de la construction de la pyramide. La question qui se pose alors est celle de la faisabilité de tel chantier regroupant une très nombreuse main-d'œuvre sur un temps court. Pour Erasmus, qui a consacré une longue partie de sa carrière à l'étude des modalités d'organisation du travail, le problème n'était pas insurmontable :

« *Organizing the labor force of such a large area would present some problems perhaps, but I personally doubt that it would have been as diffcult to bring together a relatively large population to perform a job yielding spectacular results within a year's time as it would have been to get a smaller population to struggle with it for twenty years* (Wolf 1959, p. 94)[74]. » (Erasmus 1965, p. 299).

La contribution d'Aaberg et Bonsignore (1975) fait partie des estimations les plus fines et nuancées jamais proposées pour l'étude de la Pyramide du Soleil. De nombreuses variables sont examinées (durée de la journée de travail, durée annuelle de la construction, quantités de matériaux transportés), et leurs diverses combinaisons aboutissent nécessairement à un très large intervalle de résultats, allant d'une construction complétée en 4,4 ans en imaginant la mobilisation la plus intensive à 61,8 ans en prenant en compte les conditions de travail les moins lourdes (*ibid*., p. 72). Le coût total minimal était estimé à 5 000 000 de jours-personnes, le coût maximal à 15 000 000, et 10 000 000 représentait un coût intermédiaire qui, d'après Aaberg et Bonsignore (*ibid*., p. 49) était le plus probable. La population maximale du site était estimée à 85 000 habitants, mais le détail de cette estimation n'était pas fourni (*ibid*., p. 41).
Les études les plus récentes (Sugiyama 2012, p. 221-222) ont permis de préciser la séquence de construction de la pyramide, qui est plus complexe (et plus conforme aux pratiques architecturales mésoaméricaines) que ce qui avait été imaginé auparavant. Il y aurait eu une première étape, autour de 200 apr. J.-C. (phase Tzacualli), dont la surface était déjà égale à l'étape finale. Puis la plate-forme adossée serait ajoutée à l'ouest, durant la phase Miccaotli. Ce n'est que bien plus tard, lors de la phase Xolalpan ancienne, autour de 500 apr. J.-C., que la seconde étape de la pyramide serait construite. Durant tout ce temps, la plate-forme adossée connaîtrait, elle, quatre étapes. A partir de ces données bien plus précises, des résultats des expérimentations d'Abrams ainsi que de ses propres observations de la construction expérimentale d'une structure en *talud-tablero*, avec des outils modernes (les résultats sont ensuite corrigés pour tenir compte de ce biais), Murakami (2015) a récemment proposé une estimation du coût énergétique de la construction monumentale à Teotihuacan. Pour la Pyramide du Soleil, il proposait (2015, p. 274) un volume de 1 240 000 m^3 pour la première étape et 201 600 m^3 pour la deuxième, et des coûts respectifs de 8 431 900 et 3 287 600 jours-personnes. Quant à la population totale de la vallée, au sein de laquelle était recrutée la main-d'œuvre, Murakami (2015, p. 275) synthétisait les données les plus récentes pour aboutir aux estimations suivantes : 80 000 habitants en phase Tzacualli, 120 000 habitants en phase Miccaotli, 150 000 habitants lors des phases Tlamimilolpa et Xolalpan, et 120 000 habitants en phase Metepec. Il était considéré que l'ensemble des familles (dont la composition était estimée à 5 personnes) vivant dans la cité et son arrière-pays avait dû contribuer à la construction à hauteur d'un membre du foyer. Dans la mesure où les estimations de population ont nécessairement une part irréductible d'arbitraire, Murakami (*ibid*., p. 275) n'a pas jugé pertinent de retirer les 15 à 20 % de foyers correspondant aux niveaux socio-économiques élevés, potentiellement exemptés de la participation à l'effort de construction. Selon Murakami (*ibid*., p. 275), la plupart des complexes monumentaux de Teotihuacan pouvaient avoir été construits en moins d'un an, quel que soit le nombre de jours travaillés annuellement (trois modèles de contribution annuelle étaient proposés : 30, 60 et 100 jours). L'Etape 6 de la Pyramide de la Lune (de loin, la plus volumineuse des sept étapes successives) aurait pu être menée à bien en moins de quatre ans (voire en un peu plus d'un an à un rythme de 100

[74] « Organiser la main-d'œuvre d'une si vaste région n'a, sans doute, pas été chose aisée, cependant, je doute, à titre personnel, qu'il ait été plus compliqué de réunir une population aussi nombreuse pour une tâche aboutissant à un résultat spectaculaire en l'espace d'un an, que de maintenir une population plus faible, à lutter durant 20 ans, comme le propose Wolf (1959, p. 94) ».

jours par an) et la construction du premier épisode de la Pyramide du Soleil, avec ses 8 431 900 jours-personnes, n'aurait duré que de 3,51 à 11,71 ans.
« *A close observation of the stratigraphy of the Sun Pyramid suggests that the construction of the Sun Pyramid took less than 10 years*[75] » (ibid., p. 275). En effet, on peut observer, grâce aux nombreux tunnels creusés par des archéologues depuis plus d'un siècle dans la pyramide, des niveaux visiblement soumis à l'action de l'eau, qui pourraient indiquer les pauses annuelles dans les campagnes de construction, correspondant à la saison humide. On a pu faire les mêmes observations sur le remblai de certains grands monticules des Mound-Builders aux Etats-Unis (Shetrone 1936, p. 44) et, ce qui est plus intéressant dans le cadre de cette thèse, pour certains édifices de la zone Puuc : au terme d'une saison de travail, les murs seraient enduits de mortier en attendant la reprise des travaux l'année suivante (communication personnelle, Dominique Michelet). En ce qui concerne la Pyramide du Soleil, le premier niveau de ce type se trouverait à 8 mètres de la base du remblai. Dès lors, la hauteur de la pyramide étant proche de 64 mètres, et puisqu'il était possible de construire une portion de la pyramide sur une hauteur de 8 mètres chaque année, la construction totale pouvait logiquement se faire en moins de 8 ans, d'autant plus que le volume de remblai diminue drastiquement à mesure que l'on s'élève, si bien que d'après Murakami (2015, p. 276), une durée totale de construction comprise entre 4 et 6 ans est même plus que probable. Or, Murakami a montré que si chaque famille nucléaire de la cité et de la vallée fournissait 60 jours de travail par an, la Pyramide du Soleil pouvait être construite en un peu moins de 6 ans. Cela demanderait tout de même des effectifs considérables, de l'ordre de 35 000 personnes mobilisées quotidiennement durant les 60 jours de travail (Murakami 2015, p. 276). Il est vrai que l'on a affaire à un monument de dimensions exceptionnelles, qui pourrait justifier un tel investissement ; c'était déjà l'argument d'Erasmus (1965, p. 299). Une telle mobilisation est en revanche complètement irréaliste pour des édifices d'échelle plus modeste comme le sont les pyramides de Naachtun.
On observe donc, grâce à cette rapide revue bibliographique, que la tendance actuelle, appuyée sur les études les plus détaillées du coût énergétique de la construction monumentale, consiste à envisager la construction sur un temps aussi court que possible, quitte à réunir sur le chantier des effectifs pléthoriques de main-d'œuvre. Le cas de Teotihuacan est bien entendu extrême, mais il montre qu'il n'est pas absurde d'envisager la participation simultanée de milliers d'ouvriers sur un très grand chantier.

3.1.7 Travaux récents

Le domaine des études énergétiques de l'architecture monumentale connaît un récent regain d'intérêt, appuyé par les possibilités offertes par les nouvelles technologies pour l'enregistrement et le traitement des données. Parmi les contributions récentes, l'ouvrage de Bernard (2018) traite de questions très proches des nôtres, mais dans un contexte urbain complètement différent, celui de la Rome républicaine. Nous nous intéresserons de plus près à deux recueils parus très récemment : citons le volume édité par Brysbaert *et al.* (2018) réunissant des articles sur la méthodologie et la théorie de l'étude de l'architecture monumentale. Cet ouvrage collectif comprend une section intitulée « *Architectural energetics methods and applications* ». Quoique la plupart des contributions concernent le monde méditerranéen antique, et principalement romain, Torras Freixa (2018) proposait une synthèse actualisée sur les débats récents concernant l'émergence de la monumentalité à Teotihuacan. D. R. Turner (2018) offrait une contribution plus méthodologique sur l'établissement des indices de coût d'extraction de la terre, ainsi qu'un appel à une meilleure prise en compte de la grande variabilité des paramètres qui entrent en jeu dans un calcul de coût énergétique. En effet, pour des raisons de lisibilité et de simplicité, la plupart des estimations (Erasmus 1965 ; Abrams 1994 ; Webster et Kirker 1995 ; Carrelli 2004) ne comprennent qu'un seul résultat, basé sur les indices jugés les plus adaptés. Pourtant,

[75] « Une observation attentive de la stratigraphie de la Pyramide du Soleil suggère que la construction de l'édifice a duré moins de 10 ans. »

les variables non maîtrisées sont extrêmement nombreuses, si bien qu'il faudrait, en réalité, multiplier les estimations en modifiant chaque faisceau de variables, de façon à envisager tous les résultats possibles : on verrait alors se dessiner un très large éventail de possibilités. Ainsi, à propos de la construction d'un rempart médiéval à Dublin, Turner (2018, p. 205) décrivait des scénarios extrêmes donnant un coût total de construction variant sur un rapport de 1 à 42 (de 1 234,5 heures de travail à 52 625,7 heures).

McCurdy et Abrams (2019a) ont récemment édité un recueil de contributions qui constitue un état de l'art de l'approche énergétique de l'architecture. Dans leur chapitre introductif (Abrams et McCurdy 2019), ils confirment, 25 ans après la parution de *How the Maya Built their World*, la méthodologie formalisée par Abrams (1994). Dans le même chapitre, ils proposaient une riche base de données d'indices de rendement issus d'expérimentations, qui est utile à tout calcul de coût énergétique de construction. La contribution de M. Drennan et M. J. Kolb (2019) sur l'aménagement de Karnak, en Egypte, a les mêmes objectifs que l'article de Cheek (1986) sur Copan, à ceci près que de riches textes historiques permettaient une compréhension beaucoup plus détaillée (et des traitements statistiques beaucoup plus complets) des dynamiques politiques et économiques de l'histoire du royaume, en plus de fournir de précieuses indications sur le mode de mobilisation et la vie quotidienne des travailleurs. Ce type d'informations, d'une qualité et d'une précision inconcevable pour la Mésoamérique, se trouve également dans les royaumes asiatiques, comme l'illustre l'article de Kim et Heo (2019). A Karnak, M. Drennan et M. J. Kolb (2019) démontraient que l'investissement dans la construction monumentale tendait à diminuer avec le temps (leur période d'étude couvre deux millénaires), avec tout de même des fluctuations périodiques. Il est aussi observé que les dirigeants engagés dans des opérations militaires extérieures (souvent couronnées de succès) tendaient à investir fortement dans la construction monumentale, alors que d'autres, confrontés à des guerres civiles et des troubles internes, ne pouvaient consacrer autant d'énergie à la construction. La forte corrélation entre les conquêtes militaires et l'investissement dans la construction était interprété par Drennan et Kolb (*ibid*., p. 72) d'une part comme le signe d'une volonté politique des gouvernants de montrer la continuité de la stabilité du pouvoir et de la prospérité malgré l'investissement extérieur, et d'autre part comme l'investissement des gains matériels obtenus lors des campagnes militaires victorieuses. Le chapitre de Remise (2019), bien qu'il porte sur des méthodes de construction bien différentes de celles qui étaient employées par les Mayas, est une précieuse contribution méthodologique permettant de faire face à la grande variabilité des indices de rendement des différentes tâches fournis par une littérature pléthorique et qualitativement très hétérogène. McCurdy (2019) a récemment mené à bien une étude énergétique détaillée de la construction monumentale à Xunantunich, en s'appuyant sur les outils informatiques récents de modélisation 3D pour le relevé, l'enregistrement et le calcul volumétrique précis de l'architecture. On remarquera que les indices de rendement employés dans son étude (*ibid*., pp. 212-213) sont souvent supérieurs à ceux qui sont employés dans cette thèse (voir, par exemple, le coût d'extraction du calcaire, de la terre, ou de production de la chaux, à comparer avec les valeurs discutées dans l'Annexe B). Cela implique que les coûts de construction obtenus par McCurdy sont globalement inférieurs aux nôtres. L'un des apports majeurs de McCurdy (*ibid*.) consiste à appliquer à la construction d'une grande pyramide telle que le *Castillo* de Xunantunich les méthodes d'ingénierie et de gestion de projet permettant d'affiner la répartition des jours-personnes (voir *supra*). La teneur exacte de la mobilisation demeure toutefois méconnue et McCurdy (*ibid*., p. 223) propose plusieurs simulations tenant compte de différents modes de recrutement, en faisant varier les paramètres de temps, de coercition, de proportion de la population mobilisée, de proportion de spécialistes, en fonction des dynamiques sociales et politiques envisagées pour chaque période. Murakami (2019) se propose de comparer les implications de la construction monumentale en termes de pouvoir, de manière diachronique, à Copan et Teotihuacan. Il en conclut (*ibid*., p. 271) que la demande par travailleur de la part des premiers dirigeants de la dynastie de Copan au Classique ancien était nettement plus élevée qu'à Teotihuacan (la population de la région de Teotihuacan étant bien plus nombreuse que celle de la vallée de Copan). La population de Copan augmentant fortement au Classique récent, la demande *per capita* était alors visiblement moins élevée. Murakami (*ibid*., p. 273) remarquait ensuite que l'on ne

détecte pas à Copan l'évolution bien visible à Teotihuacan vers des investissements essentiellement centrés sur les complexes administratifs et résidentiels : c'est, tout au long de l'histoire du site maya, l'architecture monumentale publique qui fit l'objet de la demande en main-d'œuvre la plus forte. La part de l'investissement énergétique consacrée à la construction résidentielle privée était probablement très supérieure, à Teotihuacan, à celle de la construction monumentale publique (*ibid*., p. 278), sauf peut-être durant la construction de la Pyramide du Soleil, qui est un cas exceptionnel. A Copan, en revanche, malgré des fluctuations dans l'intensité de cette dynamique, c'est la construction publique qui demandait plus d'énergie que la construction résidentielle, surtout au cours du Classique ancien, le rapport semblant s'équilibrer, sans s'inverser, au Classique récent (*ibid*., p. 279). Comme on le verra par la suite, nous considérons également qu'à Naachtun, au cours de la première moitié du Classique ancien (mais peut-être moins en Balam III), la construction monumentale publique représentait une demande bien plus forte que la construction résidentielle.

3.1.8 Conclusion de la section

L'étude de la construction monumentale est un thème parfois sensible, car elle touche de près des questions d'identité et d'amour propre, tant ce type d'architecture monumentale, aussi ancien soit-il, demeure un symbole puissant du prestige, du pouvoir, des savoirs et de la prospérité de ceux qui l'ont érigé. De nombreux pays, régions, mais aussi quelques projets archéologiques, revendiquent la plus haute ou la plus volumineuse pyramide de la région, de Mésoamérique ou encore du monde. Emblème politique, identitaire ou touristique, et, par conséquent enjeu économique majeur, la pyramide antique soulève encore des passions. Pour la Mésoamérique, laquelle remporte la palme, de l'acropole de Tonina « plus haute que la Pyramide du Soleil » (Rodríguez 2010), du complexe triadique de la Danta, non seulement « l'un des édifices les plus imposants du monde antique » (Suyuc Ley et R. D. Hansen 2013, p. 229), mais encore « la plus grande pyramide du monde » (Cabrera 2016), du temple IV de Tikal, du plateau de San Lorenzo, de la Pyramide du Soleil, ou de celle de Cholula, « la más grande del mundo, por encima de las del antiguo Egipto » (Vanguardia 2017) ? Et surtout, comment ces structures se comparent-elles à la construction suprême à l'échelle mondiale, la pyramide de Kheops ? En réalité, ces constructions ont été, en grande partie, conçues pour provoquer ce sentiment, pour impressionner (Trigger 1990, p. 127 ; Milner *et al.* 2010). On mesure, encore aujourd'hui, des siècles après la construction, à quel point l'objectif est atteint, quand bien même la perception actuelle peut être différente du sens exact donné aux édifices par ceux qui les firent construire et par ceux qui les construisirent effectivement (Brysbaert 2015). Pourquoi une telle constatation, a priori relativement triviale ? Il se trouve que certaines quantifications de coût énergétique d'architecture monumentale n'échappent pas à ces excès, et penchent vers l'exagération, à des fins intéressées. On rencontre aussi l'excès inverse : il existe parfois la tentation de rabaisser la quantification de la construction pour compenser les affirmations trop enthousiastes proférées par ceux qui se passent d'une estimation quantifiée (c'est peut-être ce qui explique la virulence de Webster 2018). L'approche intuitive est alors contrebalancée par une approche tout aussi fausse, qui consiste à systématiquement minimiser l'effort représenté par la construction monumentale, sans pour autant l'avoir mesuré. A propos des monticules de la vallée du Mississippi, Shetrone (1936, p. 40) écrivait déjà :

« *Yet in the reaction which followed earlier attempts to picture the Mound-builders as prodigies in every conceivable way, some modern writers have gone to extremes in minimizing the accomplishments of the authors of the mounds*[76] ».

[76] « En réaction aux tentatives plus anciennes de décrire les monticules des *Mound-builders* comme des prodiges, quelques chercheurs actuels ont cédé à la tentation de minimiser les accomplissements des constructeurs des monticules. »

Il faut parvenir, dans ce volume, à naviguer entre ces écueils, afin de proposer une quantification aussi exacte que possible du coût énergétique de l'architecture. La majorité de ceux qui se sont attachés à quantifier sérieusement l'effort de construction investi dans la construction monumentale obtiennent, en général, des résultats étonnamment bas (étonnamment, pour qui se limite à une approximation intuitive). Afin de couper l'herbe sous le pied des tenants des estimations hautes, et de ne pas être accusés de sous-estimer l'effort de construction, beaucoup cherchent à proposer l'estimation la plus haute possible du coût énergétique : « *maximal labor imputs estimates are desired* » (1965, p. 294), pour Erasmus, qui multipliait l'emploi d'indices de rendement qualifiés de « *conservative* ». Abrams (1987, pp. 486-488) faisait de même dans le cadre de son étude du palais 10L-22, pour laquelle il revendiquait employer « *assumptions which clearly overestimate energetic investment*[77] ».
Bien que nous cherchions à estimer les coûts de construction de la manière la plus précise, il est tout de même souhaitable de rechercher le coût le plus élevé possible (dans les limites de la vraisemblance). En effet, les implications d'un coût calculé légèrement surestimé sont moins lourdes de conséquences qu'une sous-estimation. La question de la possibilité matérielle pour la population résidente de fournir la main-d'œuvre nécessaire pour mener à bien la construction se pose de manière parfois implicite, tant elle est consubstantielle à tout projet de quantification des coûts énergétiques de construction. Parvenir à expliquer les mécanismes de la mobilisation pour un coût surévalué permet toujours d'expliquer une demande plus modeste, mais l'inverse ne fonctionne pas. Nous considérons, pour différentes raisons détaillées au Chapitre 8, que nos estimations aboutissent à des coûts comparativement élevés au sein du corpus des quantifications du coût énergétique de l'architecture monumentale.
Le domaine des études énergétiques de l'architecture connaît un regain très récent, auquel contribuent les outils informatiques d'enregistrement, traitement et restitution des données. Nous avons eu recours à ces outils par la création d'un logiciel contribuant à l'automatisation du calcul de coût énergétique (il sera décrit par la suite), mais il se place dans le contexte de l'approche énergétique classique, telle que formalisée par Abrams dans *How the Maya built their world*. Nous réservons les analyses plus poussées permises par les outils de gestion de projet à des recherches futures, la présente recherche étant, il faut le rappeler, un effort de quantification préliminaire et exploratoire portant sur un important volume de données brutes sur des bâtiments à la séquence et à la morphologie mal connues, n'ayant ni l'objectif ni les moyens d'une analyse aussi fine et exhaustive.

3.2 Etat de l'art sur les estimations de population pour les Basses Terres mayas

On l'a vu avec l'exemple de Copan, la quantification des populations archéologiques est une question épineuse. Une précision terminologique doit être posée d'emblée : la démographie, en tant que discipline scientifique, englobe des méthodes et des champs d'investigation dépassant très largement les objectifs et les possibilités de la recherche archéologique en général et de la présente recherche en particulier. Ici, nous nous intéressons aux dynamiques des populations, et l'on tente de les quantifier, mais il s'agit, en vérité, d'un bien modeste travail de démographe. Des notions telles que la natalité, la mortalité, la structure par âge ou par sexe échappent encore à notre compréhension et ne seront, au mieux, qu'évoquées à partir de travaux de démographes s'étant intéressés à la Mésoamérique, mais l'on ne prétend nullement à un quelconque apport dans ces domaines. Comme le rappelle Kolb dans sa synthèse méthodologique sur les estimations de population en Mésoamérique (C. C. Kolb *et al.* 1985, p. 586), la plupart des tentatives de quantification de la population pour les sites archéologiques précolombiens opèrent (faute de savoir-faire, mais surtout de données) cette réduction extrême de l'approche démographique à la seule quantification de la population (voir aussi l'avertissement liminaire d'Olga Stavrakis-Puleston, 2015, p. iv).
Longtemps (et c'est encore souvent le cas), l'évaluation de la population maya a été liée aux questions d'agriculture et de subsistance (Ricketson et Bayles Ricketson 1937 ; Willey, Bullard *et al.* 1965 ; Turner II 1976 ; Webster 2018). Un débat de longue haleine sur la productivité, l'intensification, les techniques

[77] « des options qui conduisent clairement à surestimer l'investissement énergétique. »

agricoles a vu le jour, étroitement corrélé à la quantité de population peuplant les Basses Terres. La question de la construction monumentale a souvent été liée à l'évaluation de la population, mais de manière beaucoup plus intuitive, sans susciter la quantité de recherches liées à celle de la subsistance.
En Mésoamérique, la quantification des populations ne bénéficie ni des recensements menés de très longue date dans l'ancien monde (ils ont pu exister, mais ne nous sont pas parvenus), ni de l'existence de cimetières permettant une approche paléodémographique. Dès lors, d'autres approches archéologiques doivent être tentées ; la majorité d'entre elles reposent sur l'étude de l'habitat (Schacht 1981, pp. 124-125 ; C. C. Kolb *et al.* 1985 ; Bocquet-Appel 2008, pp. 121-122). Dans une étude historiographique de la quantification des populations mayas, un aspect majeur saute aux yeux : la difficulté d'arriver à un consensus sur l'ordre de grandeur de ces populations, et l'existence d'estimations sur des échelles complètement disproportionnées (Webster 2018).
Pratiquement tous les projets archéologiques menés en zone maya ont tenté, parfois avec une grande assiduité (illustrée par les travaux de Haviland à Tikal et de Tourtellot à Ceibal), d'évaluer la population des sites concernés. Un certain nombre de synthèses de ces tentatives existent, mais une chose est certaine : autant en ce qui concerne les efforts indépendants au sein des projets que les synthèses sur la question, les tentatives de quantification des occupations antérieures au moment d'apogée (très majoritairement, le Classique récent) sont extrêmement rares, tant la tâche est ardue. Nous présenterons, tout d'abord, quelques exemples de discussions méthodologiques sur les approches les plus fréquemment menées, et jugées à même de permettre la meilleure quantification possible. On évoquera quelques-unes des synthèses qui mettent en perspective et questionnent les différentes études sur les populations des Basses Terres, avant de nous intéresser de plus près aux tentatives d'évaluation de populations classiques anciennes, ainsi que, dans un souci de comparaison méthodologique, antérieures au pic de population qui laisse la majorité des vestiges visibles.

3.2.1 Antécédents : travaux marquants dans le domaine des études de populations archéologiques mésoaméricaines et mayas

L'une des premières synthèses méthodologiques dans le domaine de la quantification des populations mésoaméricaines est celle proposée par Kolb dans *Current Anthropology* (C. C. Kolb *et al.* 1985). Il y recense un certain nombre d'approches, dont il est souvent intéressant de constater la pérennité ou l'abandon depuis les années 1980. Dans tous les cas, et c'est un fait qu'il faut prendre en compte dans notre approche, l'estimation de la population repose, plus ou moins fortement, sur des observations ethnologiques, ethnohistoriques ou ethnoarchéologiques. C'est, à la fois, une difficulté et une chance. Une chance, parce qu'il est possible d'observer la structuration de l'habitat de populations vivant sur les lieux mêmes où vécurent les sociétés qui font l'objet de cette étude, et qui ont reçu, malgré la colonisation et le christianisme, un certain héritage culturel précolombien. Mais il serait scientifiquement douteux de penser que les sociétés observées par les premiers explorateurs européens vivaient dans des contextes environnementaux, agricoles, technologiques, économiques, sociaux et politiques strictement équivalents à celui de la période classique ou préclassique (la difficulté va donc bien au-delà de l'évident bouleversement apporté par la colonisation). Tous ces critères ont évolué au cours des millénaires qu'a duré la culture maya précolombienne. Il est donc évident que les Mayas actuels vivent différemment de ceux des premières décennies de la colonie, qui vivaient différemment de ceux du Classique ancien.
Certaines des méthodes passées en revue par Kolb ne sont pas adaptées au contexte écologique ou culturel de la zone centrale des Basses Terres mayas. On présentera les raisons qui expliquent qu'elles aient été écartées dans ce travail, avant de passer aux méthodes qui peuvent être mises à profit. Pour les Mayas classiques des Basses Terres, l'approche partant de l'étude des restes humains (C. C. Kolb *et al.* 1985, p. 582) n'est pas envisageable, parce que la sélection des individus inhumés est trop restreinte, quantitativement, et peut-être qualitativement (non seulement une maigre fraction de la population est inhumée, mais il est probable que cette fraction ne soit pas représentative et qu'un certain profil

d'individus soit recherché), pour qu'ils constituent un corpus valable à partir duquel extrapoler des données démographiques (Goudiaby 2018).
Jusqu'aux années 1970, il y eut plusieurs tentatives visant à évaluer la population d'un site à partir de la quantité de tessons trouvés en surface, une approche principalement utilisée dans le Bassin de Mexico (Tolstoy et Fish 1975, p. 97, voir, p. 103, leur critique des travaux antérieurs ; C. C. Kolb *et al.* 1985, p. 582 ; D. S. Rice et Culbert 1990, p. 6). Plusieurs chercheurs ont émis des réserves très fortes à l'égard de cette technique, qui est, par ailleurs, inapplicable dans l'environnement des zones forestières protégées[78] des Basses Terres mayas, dans la mesure où, d'une part, la végétation produit des niveaux d'humus qui font qu'aucune céramique ne peut être récupérée en surface, sauf cas exceptionnels et, d'autre part, où l'absence de labours complique les collectes de matériel en surface (*ibid.*, p. 7). Même là où l'on peut mettre en place cette approche, l'indice rapportant la densité ou la quantité de tessons au nombre d'habitants est totalement arbitraire, et il est pratiquement impossible d'atteindre une quelconque finesse chronologique (l'approche est donc inadaptée pour des sites occupés sur plusieurs siècles, comme c'est le cas pour Naachtun). La quantité de tessons récupérables dépend de critères nombreux, bien au-delà de la seule densité de population. Il peut s'agir de questions de durée d'occupation, de taphonomie, de type de contexte (Tolstoy et Fish 1975). Pour toutes ces raisons, cette approche, aujourd'hui fort datée, est écartée pour Naachtun.
Dans certains cas, une approche relativement imprécise consiste à s'appuyer sur la superficie d'un établissement humain, pour y appliquer un indice de densité (C. C. Kolb *et al.* 1985, p. 582). On considère, ici, que l'on obtient, au mieux, un ordre de grandeur de la population. De plus, il s'agit d'une approche secondaire : il faut être parvenu, à partir d'une autre stratégie, à établir une densité moyenne à appliquer à la superficie du site. Cette approche est, enfin, plus efficace pour des contextes où l'habitat est standardisé que pour des contextes tels que Naachtun, où la zone résidentielle est très hétérogène. Cependant, comme il s'agit d'une méthode rapide et peu coûteuse à mettre en place, il peut être intéressant de l'appliquer pour obtenir un ordre de grandeur.
Des tentatives d'évaluer des populations grâce à une approche partant des restes alimentaires ou des artefacts liés à leur préparation ont vu le jour (*ibid.*, p. 582). Le premier cas est principalement envisageable dans le cas d'une diète très dépendante d'un seul aliment. Ascher (1959) avait, par exemple, proposé une estimation de la population associée à un amas coquillier en Californie, à partir de l'apport nutritionnel représenté par les mollusques, uniques vestiges animaux retrouvés sur le site. Il se trouve que les Mayas avaient une diète plus variée que ces populations dont la subsistance reposait sur les moules. Mais surtout, ces deux approches ne sont pas envisageables à l'échelle d'une grande cité occupée durant plus d'un millénaire. En revanche, un peu dans le même ordre d'idée, mais il s'agit cette fois d'une approche beaucoup plus utilisée en zone maya, on trouve le calcul partant de la *carrying capacity* (capacité de charge), doté d'une longue histoire (voir le calcul de Ricketson et Bayles Ricketson 1937, pp. 17-18 et les synthèses de C. C. Kolb *et al.* 1985 et Webster 2018) et porteur d'interrogations primordiales sur le mode de subsistance des Mayas. Il s'agit d'établir la quantité d'habitants pouvant être nourris dans un territoire à partir des quantités de nourriture de base (céréales) ou d'eau (McAnany 1990 ; Becquelin et Michelet 1994) qu'il est possible d'y exploiter. Cela suppose que l'alimentation des Mayas, dans sa majorité, était produite sur place, en un seul lieu, et non transportée, ni importée. C'est une question qui pourrait se poser dans le cas des cités les plus densément peuplées, et qui est évoquée par Sanders et B. J. Price (1968, p. 164) et Lentz *et al.* (2014) pour Tikal, Adams (1974, p. 292) pour Río Azul, Canuto, Estrada-Belli *et al.* (2018, p. 7) pour les cités les plus peuplées du Petén, et discutée par Webster (2018, p. 79-81). Webster (*ibid.*) et Lentz *et al.* (2014) considèrent que si de telles importations ont eu lieu, elles furent exceptionnelles et en aucun cas représentatives des pratiques de subsistance habituelles, alors que pour Canuto et ses collègues, il s'agissait du seul moyen de nourrir les habitants des cités les plus peuplées, parmi lesquelles Naachtun, au moins au Classique récent. Rappelons que dans une grande partie des Basses Terres, le transport fluvial en pirogues monoxyles est tout à fait envisageable.

[78] Rappelons que Naachtun se trouve dans un parc naturel protégé où l'agriculture est interdite.

Le projet Naachtun compte un certain nombre de spécialistes des systèmes agricoles anciens et des aménagements hydrauliques, susceptibles de mener à bien cette étude de capacité de charge qui demande une profonde connaissance du paléoenvironnement. Après plusieurs saisons de terrain, cette connaissance prend forme. De fait, Castanet (2018) a commencé à proposer des chiffres sur les possibilités de subsistance à partir du volume de certains réservoirs d'eau des alentours de Naachtun. Il sera intéressant, dans un futur proche, de comparer les chiffres de population obtenus à la capacité de charge suggérée par ces spécialistes. Néanmoins, cette approche, que ce soit pour l'eau ou pour l'alimentation, ne sera pas appliquée dans notre recherche. En effet, elle requiert un haut degré de spécialisation dans le domaine des rendements agricoles et des diverses techniques d'exploitation et d'intensification auquel nous ne prétendons certainement pas - en particulier s'il faut considérer que le système de subsistance le plus généralisé était celui de plusieurs lieux de production, probablement éloignés de plusieurs kilomètres, nécessitant donc un transport, par exemple le système *infield/outfield* (Atran 1993). En outre, l'approche par capacité de charge ne permet d'évaluer qu'une population maximale, et non une population effective, à moins de considérer que la population exploitait en permanence la totalité des ressources disponibles[79]. Or, s'il semble que la pression sur les ressources ait été forte au Classique récent, il n'est pas avéré que la situation ait été aussi pressante au Classique ancien. Webster (2018, p. 62) va plus loin : selon lui, en général, les populations se maintiennent bien en deçà de la capacité de charge. A Naachtun, par exemple, les résultats obtenus par Castanet (2018) suggèrent que la capacité des réservoirs était très largement supérieure aux besoins en eau de la population la plus haute imaginable pour la micro-région. Il est, de plus, très complexe (mais pas impossible, voir Wingard 2013) de distinguer des variations chronologiques par l'intermédiaire d'une telle approche de la capacité de charge, or, c'est exactement ce qui nous intéresse ici. Dans le cas de l'étude de Wingard sur l'histoire du peuplement de la vallée de Copan, ce n'est pas tant la capacité de charge de la vallée qui permet d'estimer la population du Classique ancien, mais une réflexion sur la durabilité de l'occupation, sur le long terme. En effet, son étude montre que l'environnement de Copan aurait pu soutenir une population importante dès le Classique ancien, mais que la pression sur les sols n'aurait, si tel avait été le cas, pas permis d'aboutir à la population de 20 000 à 25 000 habitants acceptée pour la région au Classique récent. En d'autres termes, accepter une population de 20 000 à 25 000 habitants pour l'ensemble de la vallée au Classique récent implique d'envisager une population inférieure à 3 000 ou 4 000 habitants au Classique ancien. Au-dessus, les sols auraient été trop exploités pour permettre de nourrir la population au Classique récent (Wingard 2013, p. 146).

Enfin, les approches les plus utilisées pour la quantification des populations mésoaméricaines partent de l'étude de l'habitat. Même si la forêt du Petén est loin d'être un environnement idéal pour la visibilité en prospection, le fait que beaucoup de sites (c'est, au moins, le cas du nord du Petén) aient été définitivement abandonnés après le Classique terminal, couplé à la propension des Mayas à construire fréquemment des résidences en pierre et surélevées sur une plate-forme, y compris hors des contextes élitaires, permet un aperçu assez complet de l'habitat le plus récent, sous la forme des monticules qui parsèment le paysage. D. S. Rice et Culbert (1990, p. 13) donnent une définition simple des grandes lignes de l'évaluation des populations mayas telle qu'elle est généralement pratiquée :

[79] A titre d'exemple, notons que le Yucatan contemporain était peuplé, au milieu du XX^{e} siècle, avec une densité de 12 personnes par km^2, alors que la capacité de charge permettrait une densité maximale de 23 habitants par km^2 (D. S. Rice et Culbert 1990, p. 8). Pour revenir au registre archéologique, Ortega Muñoz et al. (2018, p. 603) voient en Xcambo, au Yucatan, un exemple concret de cette même situation d'une population très en deçà de la capacité de charge au Classique ancien.

« *Population in the Maya Lowlands has traditionally been calculated by counting small mounds, excavating a sample to determine date of use, and applying adjustments that convert numbers of mounds to numbers of people*[80] ».

Les méthodes actuelles sont toutes des déclinaisons de ces principes simplement énoncés. Les ajustements permettant de passer des monticules à la population consistent soit à multiplier le nombre de monticules par un nombre moyen d'habitants, soit à diviser leur surface par un espace moyen par habitant (voir, par exemple, une discussion de ces indices in C. C. Kolb *et al.* 1985, et, dans la présente recherche, *infra*, section 5.2).

La première étude ambitieuse ayant pratiqué cette méthodologie est sans doute celle qui a été menée par Ricketson et Bayles Ricketson (1937) dans le cadre du grand projet Uaxactun de la Carnegie Institution. A partir d'une prospection aussi exhaustive que possible de quatre transects formant une croix centrée sur le site (pour une surface prospectée totale de 2,23 km^2), en multipliant le nombre de monticules par 5 habitants, et en considérant arbitrairement que 25 % des monticules étaient occupés simultanément, ils obtenaient une densité minimale de 270,8 habitants au km^2 pour les secteurs exploitables et habitables (hors *bajos*) des environs de l'épicentre, laquelle densité pouvait être extrapolée aux secteurs non prospectés. Dans le cadre du calcul de coût énergétique de la construction monumentale déjà présenté, il fallait déterminer le bassin de population susceptible de fournir la main-d'œuvre pour la construction de la grande plate-forme du Groupe E. D'une manière tout à fait arbitraire, l'espace sur lequel les dirigeants de Uaxactun étaient supposés avoir eu le pouvoir de recruter la main-d'œuvre était estimé à une zone de 16 km de rayon autour du site, à laquelle la densité de 270,8 habitants par km² habitable était extrapolée. On aboutissait à un total de 48 463 habitants pour Uaxactun et son arrière-pays (Ricketson et Bayles Ricketson 1937, p. 21).

Le Projet Tikal de l'Université de Pennsylvanie devait, une fois de plus, marquer un tournant méthodologique, y compris dans le domaine des estimations de populations mayas. A partir de son programme de relevé cartographique exhaustif de la cité et de sa zone résidentielle (le plan de Carr et Hazard date de 1961), puis de prospections le long de transects, l'idée que les Mayas du Classique récent avaient peuplé la région avec une extraordinaire densité s'imposa avec force parmi les chercheurs (sur le poids du Projet Tikal - et plus particulièrement des travaux de Puleston - dans la diffusion de cette idée, voir D. S. Rice et Culbert 1990, pp. 10-11 et Webster 2018). Les récentes réévaluations LiDAR de Tikal tendent à confirmer la densité de monticules de ces cartographies précoces (Canuto, Estrada-Belli *et al.* 2018).

Lorsque cela est possible, il est souhaitable de combiner des approches d'estimation de la population indépendantes les unes des autres afin de tester la cohérence des chiffres obtenus. C'est ce qui a pu être réalisé par Becquelin et Michelet (1994). Dans la mesure où la période et la région d'étude (la Zone Puuc des Basses Terres du nord au Classique terminal) sont très différentes de celles de la présente recherche, on devra passer rapidement sur cette contribution, sans toutefois négliger ses apports méthodologiques. En tirant profit des conditions particulières de la Zone Puuc (en l'absence de points d'eau de surface, les populations sont dépendantes pour leur subsistance de citernes artificielles souterraines, *chultun*, alimentées lors de la saison sèche ; excellente visibilité des vestiges résidentiels, toujours tardifs, en surface), Becquelin et Michelet (*ibid.*) parvenaient à croiser avec succès deux estimations de population complètement indépendantes l'une de l'autre. L'une était dérivée du volume d'eau disponible par habitant, l'autre partait de la surface d'habitat occupée par habitant, puisque dans la région Puuc, la surface intérieure des résidences peut être mesurée sans fouille (précisons que ce n'est pas le cas des monticules du Petén). Bien que la question de la gestion des réserves d'eau, critique dans la région Puuc, ne soit clairement pas aussi déterminante dans le nord du Petén, l'approche utilisée par Becquelin et Michelet (*ibid.*) partant de la surface résidentielle couverte occupée par habitant est

[80] « Traditionnellement, on calcule les populations dans les Basses Terres mayas en comptant des monticules, en en fouillant un échantillon pour déterminer la date d'occupation, et en appliquant des ajustements permettant de passer du nombre de monticules au nombre d'habitants ».

fondamentale dans notre méthode de quantification, aussi cette contribution sera traitée au chapitre méthodologique (Chapitre 5).

La synthèse de référence pour les études de population dans les Basses Terres mayas demeure sans nul doute celle qui a été publiée en 1990 sous la direction de Culbert et Rice, *Precolumbian Population History in the Maya Lowlands*. Il s'agit de la somme la plus ambitieuse jamais réalisée sur les questions démographiques en zone maya. En plus de contenir de nombreuses études de cas permettant des comparaisons intersites, le volume édité par Culbert et Rice est précieux pour son apport méthodologique. L'approche partant du compte des vestiges résidentiels visibles en surface (généralement, mais pas systématiquement, les monticules) était adoptée par les contributeurs, à de rares exceptions près (par exemple, McAnany 1990, proposait une étude de la capacité de charge). L'approche commence par le calcul du nombre de monticules, que l'on corrige grâce à différents facteurs d'ajustement, puis on applique au chiffre obtenu un indice d'habitants par monticule (Turner II 1990, p. 304). Ashmore (1990) et Tourtellot (1990) appliquaient les mêmes méthodes mais à une échelle d'analyse différente, plus utile dans notre cas : celle du groupe de maisons et annexes autour d'un patio. Dans tous les cas, l'un des aspects les plus complexes est peut-être la prise en compte de la datation à différentes échelles.

Aujourd'hui encore, ce sont les mêmes méthodes qui sont employées (Canuto, Estrada-Belli *et al*. 2018). Au-delà de cette méthodologie fermement établie sur le plan théorique, à défaut d'être exempte de critiques, on trouve dans cette synthèse plusieurs discussions très utiles sur la manière de la mettre en œuvre dans le contexte des Basses Terres centrales. D. S. Rice et Culbert (1990) proposaient, dans leur chapitre introductif, une riche synthèse méthodologique passant en revue les approches employées et les problèmes qu'elles posent. On trouve aussi dans cette contribution une revue des estimations existant pour une large sélection de sites majeurs des Basses Terres. Culbert, Kosakowsky *et al*. (1990, pp. 104-108) commentaient le problème de la représentativité des résultats des fouilles par rapport à l'occupation réelle, relevant les biais potentiels de la méthode employée, qui n'empêchent pas, cependant, d'obtenir un résultat général acceptable. La question de la contemporanéité de l'occupation, traitée pp. 109-112, faisait aussi l'objet d'une discussion primordiale ; nous y reviendrons longuement au chapitre suivant. Fry (1990, pp. 286-289) abordait le problème de l'occupation des zones vides de monticules, celui de l'échantillonnage statistique des unités à sonder et celui de la validité de l'information chronologique apportée par des sondages, toutes questions de première importance pour notre recherche. Malheureusement, malgré la richesse des contributions, l'ouvrage porte essentiellement sur le Classique récent, et le Classique ancien n'y est traité qu'à la marge. Il est vrai que Turner II (1990) adoptait une perspective plus large, couvrant l'ensemble des Basses Terres centrales entre 300 av. J.-C. et 1 500 apr. J.-C.

Webster, qui, comme on l'a vu, a toujours porté une vision alternative sur les questions démographiques, critique les quantifications généralement acceptées par les mayanistes, dans un ouvrage polémique récent (2018). Il considère qu'elles surestiment fortement la densité globale de l'occupation des Basses Terres. La critique de Webster ne porte pas tant sur la possibilité que des zones résidentielles denses aient existé autour des épicentres des cités, là où la productivité agricole était particulièrement favorable (probables *infields* cultivés de façon intensive). Il s'insurge contre l'estimation de la densité globale de l'ensemble de la région des Basses Terres centrales.

La question des limites des sites se pose avec insistance, en particulier parce qu'aucune frontière physique ne s'impose de manière incontestable autour des centres monumentaux des Basses Terres centrales ; Webster (2018) conteste l'interprétation des Tikal *earthworks* (il s'agit d'un système de fossés et de parapets aménagés à une certaine distance de l'épicentre) comme une limite de l'établissement. Or, comme le souligne Webster, il est primordial de préciser de manière très explicite l'espace pris en compte lors d'un calcul de population. En effet, on sait depuis longtemps que le nord du Petén et le sud de la péninsule du Yucatán sont parsemés, presque sans interruption (hormis les *bajos*, cultivés mais rarement occupés par des monticules résidentiels ; ils sont exploités pour l'agriculture, le stockage de l'eau et probablement l'exploitation des ressources animales et végétales) par des monticules résidentiels (Turner II 1976, p. 73 ; D. S. Rice et Culbert 1990, p. 20). On observe bien, pour la plupart des

sites, une chute de la densité des monticules au bout de quelques hectomètres à partir de l'épicentre, mais les arrière-pays demeuraient occupés, avec une densité et un rythme chronologique que l'on ne peut pas extrapoler à partir des données obtenues dans les épicentres.
L'imagerie LiDAR montre bien souvent l'étendue de cette occupation. Dans certains cas, comme celui de Naachtun, il est même possible de mesurer une densité de l'occupation approchant (ou parfois dépassant) celle de l'épicentre et de sa zone résidentielle directement adjacente (Nondédéo et Dorison 2018). La généralisation des relevés LiDAR appliqués aux régions au dense couvert forestier des Basses Terres mayas, à partir du début des années 2010 (A. F. Chase et D. Z. Chase 2010 ; Canuto, Estrada-Belli *et al.* 2018 ; Inomata, Triadan, Pinzón *et al.* 2018) a conduit à de nouvelles estimations revoyant à la hausse la population totale des Basses Terres. Mais faute de données chronologiques précises pour l'immense quantité de monticules relevés (puisqu'il est évident que l'image obtenue regroupe sur un même plan l'ensemble de l'occupation d'une région), il est à l'heure actuelle difficile de se faire une idée quant aux implications de ces découvertes sur les totaux de population à chaque période. Quelques tentatives d'établissement de typologies morphologiques de monticules ont été effectuées, dans le but d'estimer la date de construction et d'occupation des éléments visibles dans les modèles de terrains obtenus par relevé LiDAR. Inomata, Triadan, Pinzón *et al.* (2018) proposent, ainsi, une classification pour la région de Ceibal, qui manque malheureusement de vestiges du Classique ancien. Dès lors, leur travail portait, avant tout, sur le Préclassique et le Classique récent.
Nous retombons donc sur les problèmes évoqués au chapitre précédent pour le Classique ancien. Il est entendu que le paysage révélé par les couvertures LiDAR a toutes les chances de correspondre dans sa grande majorité à l'occupation du Classique récent et terminal, avec une importante minorité d'occupations préclassiques sans réoccupation postérieure. Quant aux occupations du Classique ancien, il est difficile de les détecter par cette méthode. Il est peut-être utile d'expliciter ici qu'un certain consensus existe entre les mayanistes, auquel nous souscrivons, sur l'intuition qu'il y a eu continuité dans l'habitat du Classique ancien au Classique récent, à savoir qu'ils sont, dans la majorité des cas, superposés. En revanche, cette continuité serait moins systématique entre Préclassique récent et Classique ancien. Le consensus est moins marqué en ce qui concerne l'habitat du Classique récent et celui du Classique terminal.
Mentionnons toutefois que les vastes couvertures de plusieurs centaines de kilomètres carrés se placent dans un cadre de recherche qui n'est pas exactement le nôtre, même si les résultats obtenus sont utiles pour établir un ordre de grandeur de l'occupation des arrière-pays, pour lesquels l'exhaustivité de la prospection pédestre est nécessairement limitée par les surfaces à couvrir. Nous travaillons à une échelle plus ciblée sur le site comme centre, sans négliger la population de l'arrière-pays, mais la population qui nous intéresse est bien celle qui pouvait être mobilisée dans le cadre de la construction monumentale à Naachtun, et non celle que l'on peut calculer pour les Basses Terres centrales. L'apport de la technologie LiDAR pour la quantification des structures d'habitat ne saurait être nié, même si des zones d'ombre subsistent, au premier rang desquelles se trouve la question chronologique. Il faut donc, avant de chercher à évaluer une population à partir des vestiges résidentiels révélés par le LiDAR, appliquer des corrections permettant de discerner le moment de construction et d'occupation des structures (voir l'élaboration du « *PopIndex* » proposé par Canuto, Estrada-Belli *et al.* 2018). Ces corrections ne sont pas très différentes de celles que l'on doit effectuer lorsque l'on raisonne à partir d'un plan établi suite à une prospection pédestre, que l'on détaillera par la suite.
En 2024, paraissait une nouvelle synthèse sur les quantifications de population, riche d'un recul de plusieurs années sur les apports et les problèmes des grandes couvertures LiDAR : *Ancient Mesoamerican Population History : Urbanism, Social Complexity, and Change* (Chase et al. 2024a). S'il devenait inévitable de considérer l'abondance des vestiges architecturaux parsemant les Basses Terres Mayas, la méthode d'estimation des populations à l'échelle des cités n'était pas fondamentalement bouleversée. Notons, dans cet ouvrage, la contribution de Chase *et al.* (2024b) sur la mise à jour des estimations de population pour Caracol, où l'on perçoit une réelle sensibilité à la question diachronique (pp. 77-80). La population était estimée grâce à un indice de 10 habitants par groupe résidentiel (indice unique, quelle que soit la période prise en compte), une solution aisée pour obtenir un ordre de grandeur du nombre d'habitants

du site à chaque période de la séquence. Arnauld *et al.* (2024) proposaient, dans leur chapitre sur Rio Bec, d'introduire des considérations diachroniques au sein de la typologie des structures, afin de nuancer l'estimation pour chaque période : certains types de logements étaient spécifiques à telle ou telle phase. Mentionnons également la contribution de Arroyo et Estrada (2024) sur la taille de la population de Kaminaljuyu au Préclassique. Il était fait appel à l'évidence de la construction de nombreuses et vastes plateformes dans la cité au Préclassique, pour démontrer que la population ne pouvait avoir été négligeable à ce moment de la séquence. Néanmoins, du fait de la forte destruction des monticules occasionnée par la croissance urbaine de Guatemala, ils ne pouvaient quantifier cette intuition, ni en termes de population, ni en termes d'effort de construction. Enfin, il faut également citer la contribution de Hutson (2024) sur les trajectoires démographiques dans la région nord-ouest du Yucatan. Dans cet article où la question chronologique occupe une place centrale, une approche originale était proposée pour estimer la population à chaque phase, traduisant le nombre et la proportion des tessons de chaque période obtenus dans chaque groupe résidentiel en un taux d'occupation. Si cette approximation nous paraît prêter le flanc à la critique d'un point de vue méthodologique, reposant sur des prémisses que nous ne partageons pas quant à la formation stratigraphique du registre archéologique, elle a le mérite de chercher une solution pratique à la difficulté méthodologique inhérente à la quantification d'un univers archéologique largement inaccessible.

3.2.2 Estimations de la population de grands sites mayas : le Classique récent

Il ressort du volume de Culbert et D. S. Rice (1990), comme d'autres recherches menées indépendamment, que l'apogée de l'occupation des basses terres centrales se trouve de manière généralisée au Classique récent. On détecte en plusieurs sites une brusque augmentation de l'occupation (*surge*) à partir des dernières décennies du Classique ancien (Fry 1990), qui aboutit à un pic très élevé du peuplement advenant généralement au cours du VIII^{e} siècle. Au-delà de ces nettes dynamiques, les chiffres bruts de population, dont l'établissement est un exercice toujours périlleux, pointent généralement vers une population maximale (donc, classique récente) comprise entre 1 500 et 10 000 habitants pour la zone la plus dense des grandes cités (D. S. Rice et Culbert 1990, p. 26), comprenant l'épicentre et une zone d'habitat relativement regroupé[81], c'est-à-dire, l'espace pour lequel la population de Naachtun est estimée dans notre recherche. On compterait 8 300 habitants pour les 9 km^2 centraux de Tikal (Culbert, Kosakowsky *et al.* 1990, p. 116), 5 797 à 9 214 pour le centre de Copan (Webster et Freter 1990a, p. 51), 11 000 à 12 000 habitants pour la cité, exceptionnellement dense, de Mayapan dans les Basses Terres du Nord (A. L. Smith 1962, p. 211), mais il s'agit d'une densité caractéristique du Postlassique et de ses dynamiques d'habitat bien différentes de celles de la période classique. Toujours dans le nord, Sayil, un site probablement très densément occupé aurait compté au Classique terminal entre 3 368 et 10 858 habitants (Tourtellot *et al.* 1990, p. 261). Au sud, la cité de Quirigua, beaucoup plus modeste, n'aurait compté, à son apogée, qu'entre 1 183 et 1 579 habitants (Ashmore 1990, p. 74). Un rapide calcul permettait à Willey, Bullard *et al.* (1965, p. 576) de proposer une population d'environ 2 000 habitants pour Barton Ramie au Belize, à l'est. Río Azul aurait compté 3 500 (Adams 1990, p. 28). A l'ouest, Piedras Negras aurait regroupé de 2 000 à 3 000 habitants à son apogée classique récent (Houston, Escobedo *et al.* 2003, p. 217). Toutes ces évaluations excluent les occupations de l'arrière-pays, quelle que soit leur densité. Dernier exemple, la zone de 15,25 km^2 comprenant l'épicentre de Ceibal et les unités résidentielles périphériques pourrait avoir compté, au cours de son apogée du Classique terminal, 7 577 habitants (Tourtellot 1990, p. 102). Il serait trop laborieux de donner ici une liste exhaustive d'estimations, puisque pratiquement chaque projet s'est attaché à évaluer avec plus ou moins de précision la population du site travaillé. On trouvera de nombreuses estimations et références dans l'introduction de *Precolumbian Population History in the Maya Lowlands* (D. S. Rice et Culbert 1990), ou dans l'essai de Webster (2018) sur la population de Tikal.

[81] Pour Naachtun, c'est la « Zone résidentielle ».

Compte-tenu des questions qui nous intéressent, il est important de considérer également la population peuplant l'arrière-pays des grandes cités, même si l'on peut d'ores et déjà préciser que ce thème sera traité dans cette recherche de manière moins approfondie que celui de la population de la Zone résidentielle, faute de données précises. Mais il est vrai que la main-d'œuvre pour la construction monumentale a pu provenir de ces secteurs d'occupation (ces questions de provenance de la main-d'œuvre mobilisée seront discutées par la suite, au chapitre 9). A cet égard, les sites dont la population de l'arrière-pays est la mieux connue sont Tikal et Copan. Dans le cas de Copan, la pédologie des lieux et la qualité des campagnes de prospection font que l'étendue de l'arrière-pays est bien connue, car il est circonscrit à des poches fertiles au fond des vallées des cours d'eau de la région. Une population totale de 18 417 à 24 828 habitants occupait, au Classique récent, les 162 km^2 du territoire de Copan (épicentre et zone résidentielle proche inclus), selon Webster et Freter (1990a). Pour Tikal, les chiffres sont plus disputés, parce que les limites de l'implantation sont moins bien connues. Culbert, Kosakowsky *et al.* (1990, p. 116) proposaient une population de 62 000 habitants pour un territoire de 120 km^2 autour de l'épicentre. Suite à leur traitement des données obtenues par la récente couverture LiDAR de secteurs du Petén, Canuto, Estrada-Belli *et al.* (2018) revoyaient ce chiffre à la baisse et estimaient à 38 892 habitants la population maximale de Tikal sur les 147 km^2 relevés. Webster (2018) acceptait le chiffre de 62 000 habitants de Culbert, Kosakowsky *et al.* (1990), mais pour un territoire bien plus vaste, de 400 km^2. Cette estimation s'approcherait de l'ordre de grandeur obtenu par Inomata, Triadan, Pinzón *et al.* (2018, p. 29) pour la micro-région de Ceibal (470 km^2), qui aurait compté 51 841 habitants lors de son apogée classique récent-terminal. Toujours dans le même ordre de grandeur, Yaxha pourrait avoir compté 42 000 habitants au Classique récent dans un espace de 237 km^2 (D. S. Rice et P. M. Rice 1990, pp. 131-132). Rapportons d'ores et déjà l'estimation de Canuto, Estrada-Belli *et al.* (2018, Table 6) pour la population de Naachtun à son apogée démographique : à partir de la couverture LiDAR, ils considéraient que les 135 km^2 relevés pourraient avoir été occupés par 37 889 habitants, un chiffre proche de celui qu'ils estimaient pour Tikal. La vallée du Río Belize, moins intensément urbanisée mais comprenant tout de même des centres tels que Cahal Pech, aurait compté au maximum 24 000 habitants (Willey, Bullard *et al.* 1965, p. 577).

Il est acquis que la grande majorité des vestiges résidentiels visibles en surface dans les Basses Terres centrales remonte au Classique récent, et que c'est à cette période que la population était, de loin, la plus nombreuse, suite à un sursaut démographique survenu à la transition entre le Classique ancien et le Classique récent (Culbert et D. S. Rice 1990), conduisant à l'explosion démographique classique récente. C'est pour cette raison de visibilité et de bonne représentativité que la plupart des estimations de population existantes concernent essentiellement cette dernière période. Les chiffres absolus de population ne font pas l'objet d'un consensus (Webster 2018), mais le profil de la courbe démographique est, lui, assez largement accepté[82]. On sait donc, globalement, que la population du Classique ancien est difficile à quantifier (pour les raisons décrites au chapitre précédent), et qu'elle était très probablement assez largement inférieure à celle du Classique récent. Mais quels sont les chiffres proposés pour le Classique ancien, et comment sont-ils obtenus ?

3.2.3 Traitement de l'estimation des populations du Classique ancien dans les publications principalement dédiées au Classique Récent

Une très grande majorité des travaux d'estimation des populations concerne le moment d'apogée des sites pris en compte, car c'est à ce moment que correspondent les vestiges résidentiels ou d'occupation le plus facilement accessibles (voir, par exemple, Canuto, Estrada-Belli *et al.* 2018, p. 2). C'est une

[82] Le lecteur demanderait peut-être à ce que l'on explicite les conditions de cette dynamique générale. Après la crise de 150 apr. J.-C. liée en particulier à des sècheresses, les sociétés mayas affectées auraient connu un rebond démographique à la fin du Classique ancien, pour bénéficier lors des conditions climatiques très favorables du Classique récent, d'une explosion démographique, encore que l'on ne sache pas faire la part de la croissance naturelle et de l'urbanisation dans ces dynamiques. Cette corrélation demeure spéculative (Iannone 2014).

constatation qui va bien au-delà du simple contexte maya (pour un exemple concernant l'archéologie européenne, voir Porčić 2011), mais dans le cadre maya, cela implique que les tentatives de quantification concernent en général le Classique récent, au détriment du Classique ancien. Dans le meilleur des cas, le Classique ancien fait tout de même l'objet de quelques paragraphes. Webster (2018, pp. 39-42) y consacrait plusieurs pages, mais plus couramment, l'estimation est réduite à la portion congrue, comme dans la publication de Willey, Bullard *et al.* (1965, p. 576), où le calcul de la population classique ancienne est résumé à une seule phrase. Souvent, il est tout simplement écarté.
En termes d'approches, le plus facile est d'appliquer une méthode passant par la population relativement bien connue de la période maximale pour inférer la population antérieure. Dans la majorité des cas, lorsque le Classique ancien est évoqué en marge d'une étude plus documentée sur le Classique récent, l'estimation ne va pas au-delà du calcul de l'occupation relative, « *a measure that expresses population at each time interval as a percentage of the maximum population*[83] » (D. S. Rice et Culbert 1990, p. 22). Cette manipulation consiste à attribuer à la période d'occupation maximale (en général, le Classique récent ou terminal) une population de 100 %, puis à exprimer l'occupation moindre des périodes antérieures ou postérieures en pourcentage de cette population maximale. Le problème majeur de cette approche, c'est qu'en réalité, et contrairement à la définition proposée par Rice et Culbert, elle ne concerne pas directement la population, mais le taux d'occupation des structures ou des unités résidentielles. Cette méthode, si elle a le mérite de permettre de travailler à partir d'ordres de grandeur, ne constitue donc qu'un raccourci approximatif et perfectible, lorsqu'on la traduit en nombre d'habitants.

L'approche dérivée des taux d'occupation est par exemple utilisée par D. S. Rice et Culbert (*ibid.*, p. 22, *Tables* 1.4 et 1.5) dans leur synthèse sur la population d'une sélection de sites des Basses Terres, ou par Culbert, Kosakowsky *et al.* (1990), en marge de leur quantification précise et détaillée de la population de Tikal au cours de son apogée démographique du Classique récent. Pour les périodes anciennes, seul le taux d'occupation est fourni, et aucune estimation du nombre d'habitants n'est proposée. On peut comprendre que les tableaux de pourcentages proposés équivalent, de manière implicite, à des comptes de population, dans la mesure où l'unité de base de leurs calculs est la structure (et non pas l'unité résidentielle). Il s'agit pourtant d'une extrapolation des données obtenues à l'échelle des unités résidentielles, et non pas des structures ou maisons, comme l'écrivait Fry (1969, p. 49) dans la présentation de sa méthodologie de sondages autour de Tikal. Webster (2018, p. 41) s'est chargé de tirer des chiffres proposés par Culbert, Kosakowsky *et al.* (1990) une quantification chiffrée de la population classique ancienne.
Nous considérons, ici, que ces chercheurs confondent au sein d'un même calcul population brute et pourcentage d'occupation des unités résidentielles (il est à noter qu'une seule structure, maison ou annexe, est en général sondée par unité résidentielle). Il est inexact de prétendre que le taux d'unités résidentielles occupées à un moment donné est égal au taux de population par rapport à la population maximale, et ce pour deux raisons. D'une part, parce que les unités résidentielles ont des dimensions, et par conséquent des poids démographiques, très variés ; l'approche serait valable uniquement dans le cadre d'un site où les unités seraient toutes de même composition, ce qui est très loin d'être le cas à Naachtun ; d'autre part, et c'est le point majeur à souligner ici, il faut prendre en compte la croissance des unités résidentielles entre le Classique ancien et le Classique récent, qui peut accentuer les dynamiques, puisqu'au Classique récent, la plupart des unités résidentielles pouvaient regrouper bien plus d'habitants qu'elles n'en comptaient au Classique ancien (Schacht 1981, p. 125 ; Lemonnier 2006 ; M.-C. Arnauld, Lemonnier, Forné *et al.* 2017, pp. 31-33). On reviendra de manière plus complète sur cet aspect dans le Chapitre 5, mais on peut d'ores et déjà insister sur le fait que l'état final d'une unité résidentielle est presque systématiquement le fruit d'une longue évolution, supportée par l'accroissement naturel des familles ainsi que d'autres mécanismes économiques, démographiques et

[83] « Une quantification exprimant la population, pour chaque intervalle, par un pourcentage de la population maximale. »

sociaux. Dans la plupart des cas, une même unité résidentielle comptait moins de structures et moins d'habitants au Classique ancien qu'au Classique récent. Le problème du chiffre d'occupation relative est donc qu'il ne prend pas en compte ces dynamiques. Le nombre total d'habitants est, certes, corrigé pour tenir compte du moindre nombre d'unités résidentielles occupées au Classique ancien par rapport à l'apogée humain du Classique récent, mais il doit, en réalité, encore être réduit pour tenir compte du fait que chaque unité résidentielle qui était occupée comptait alors, au Classique ancien, moins d'habitants qu'elle n'en compterait au Classique récent. Il faut encore corriger ce chiffre pour tenir compte du poids démographique différent des unités résidentielles, qu'il ne faudrait pas mélanger au sein d'un même pourcentage d'occupation. Nous reviendrons longuement sur ces considérations au Chapitre 5

A partir de l'approche relative mentionnée, les chiffres obtenus pour la population des sites au Classique ancien indiquent une population bien plus réduite qu'au Classique récent. D. S. Rice et Culbert (1990, p. 23) notaient que pour l'ensemble de leur sélection de sites, « *Almost all Early Classic figures fall below 50 % of maximum densities*[84] ». Pour la Zone centrale de Tikal (épicentre et zone résidentielle dense directement adjacente, soit environ 8 km²), Webster (2018, p. 41) propose un intervalle de 3 861 à 5 372 habitants à la fin du Classique ancien (550 apr. J.-C.), en extrapolant les données fournies par le Projet Tikal de l'Université de Pennsylvanie. On peut comparer l'extension de cette zone à celle de la Zone résidentielle de Naachtun, pour laquelle on estime une population maximale classique ancienne de 1 282 habitants (voir le Chapitre 7) : voir la Figure 11. Selon la même extrapolation, la population incluant centre et arrière-pays de Tikal est estimée à l'intervalle 20 361-28 232 habitants à la fin du Classique ancien (Webster 2018, p. 41). A Barton Ramie, la population classique ancienne était estimée (semble-t-il à partir de la proportion de groupes résidentiels occupés) à 1 540 habitants (Willey, Bullard *et al.* 1965, p. 576) contre 2 000 à la fin du Classique récent.

[84] « Presque tous les chiffres pour le Classique ancien sont inférieurs à 50 % des occupations maximales. »

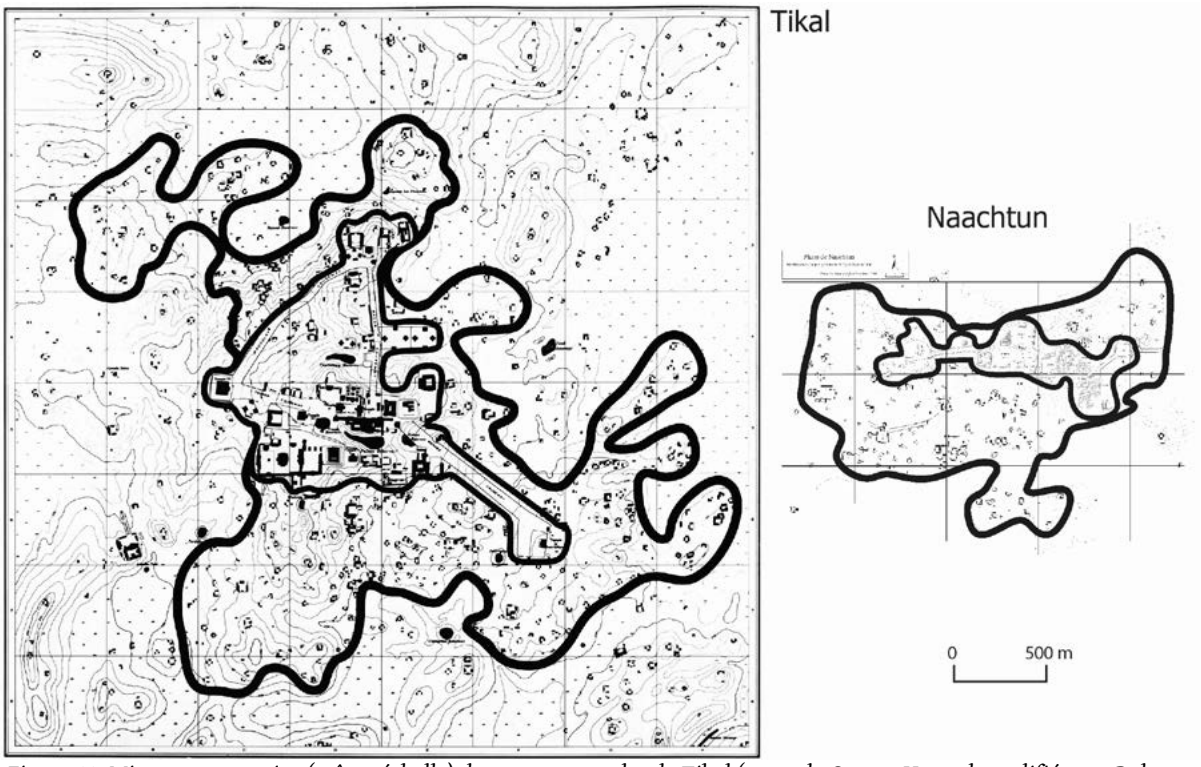


Figure 11. Mise en perspective (même échelle) des zones centrales de Tikal (carte de Carr et Hazard, modifiée par Puleston, Stavrakis-Puleston 2015) et Naachtun. Le trait extérieur épais délimite la Zone résidentielle, le trait intérieur plus fin, l'épicentre monumental.

A Ceibal, un site pour lequel les archéologues détectent une forte occupation au Préclassique récent, avant une probable diminution marquée de l'occupation, Inomata, Triadan, Pinzón *et al.* (2018, p. 23) estimaient que 10 782 habitants se répartissaient sur 470 km² environ, avec 2 648 habitants pour la zone résidentielle centrale du site, au moment de l'apogée préclassique de l'occupation. Cette estimation était fondée sur le décompte des structures visibles grâce à une couverture LiDAR de la région, en supposant que 90 % des plates-formes résidentielles étaient occupées de manière simultanée.
A Río Azul, Adams (1990) proposait pour le Classique ancien un total de 3 500 habitants, un chiffre équivalent à celui auquel aboutissait l'estimation du nombre d'habitants de la cité au cours du Classique récent, à cette différence (majeure) près que la zone centrale était supposée regrouper l'ensemble de la population de la micro-région au Classique ancien, l'arrière-pays étant délaissé, alors qu'au Classique récent il faut ajouter aux 3 500 habitants de la zone centrale la nombreuse population de l'arrière-pays. Cette estimation de population était obtenue via une approche originale, partant de l'espace de couchage (sur les banquettes) par personne (Adams 1974), une méthode qui aboutit à des totaux bien plus élevés que celle qui part de l'espace résidentiel occupé par personne[85].
Pour l'ensemble de la vallée de Copan, Wingard (2013) proposait une population arbitraire de 500 habitants en l'an 1, puis une simulation de la croissance naturelle croisée avec différents modèles de gestion des sols lui permettait de proposer un intervalle de 2 273 à 2 479 habitants en 400 apr. J.-C., de 3 146 à 3 511 habitants en 500 apr. J.-C. et de 4 355 à 4 967 habitants en 600 apr. J.-C. Lors de l'apogée de

[85] Si nous appliquons les indices proposés par Adams (1974), initialement pour Uaxactun, puis appliqués à Río Azul, (2,625 m² pour un couple d'adultes, 1,3125 m² pour un enfant) à la surface des banquettes de l'Unité résidentielle 5N6 fouillée par Goudiaby (entre 37,1 et 48,8 m² au total, selon l'interprétation que l'on fait de certaines banquettes, voir Goudiaby 2018), on obtient une population totale en Ma'ax III comprise entre 28 et 37 habitants (en supposant qu'il y avait autant d'adultes que d'enfants), alors que Goudiaby évalue (à partir de l'espace couvert disponible par habitant) la population maximale de l'unité à l'intervalle 17-21 habitants (*ibid*., p. 249).

l'occupation de la vallée à la fin du VIII[e] siècle, la population serait comprise entre 20 248 et 21 558 habitants (*ibid*., p. 144).
A El Perú-Waka', un site dont l'habitat directement adjacent à l'épicentre est beaucoup plus dense qu'à Naachtun, Marken (2011, p. 238) évaluait la population au Classique ancien (une seule phase) à l'intervalle 1 185-1 750 habitants (« *urban core* ») ou 2 046-3 162 habitants pour la totalité du site (« *urban core* » + périphérie), contre 2 568-3 774 habitants (« *urban core* ») ou 4 240-6 415 (« *urban core* » + périphérie) au Classique récent.

3.2.4 Études spécifiques dédiées à la quantification de populations antérieures à l'occupation d'apogée

De rares publications se sont donné pour objectif spécifique de répondre au problème méthodologique qui est le nôtre, consistant en l'évaluation d'une population antérieure au moment d'apogée. L'apport de ces recherches doit être soigneusement pris en compte.

3.2.4.1 La simulation mathématique de la croissance naturelle

La difficulté de l'accès aux vestiges du Classique ancien peut être compensée par différentes modélisations. Si l'on parvient à estimer de manière satisfaisante la population tardive dont les vestiges sont accessibles, alors il est théoriquement possible de remonter, grâce à une simulation mathématique de la croissance annuelle, à la population de n'importe quelle période antérieure (ou postérieure). La plupart des chercheurs considèrent que la croissance de la population dans les Basses Terres mayas a suivi une courbe exponentielle[86] (Paine *et al.* 1996, voir également les grandes tendances démographiques exposées *supra*, ainsi que Schacht 1981, pp. 133-134), et c'est grâce à la fonction de cette courbe que l'on peut inférer la population de n'importe quelle année, si l'on connaît la population d'une année et le taux de croissance naturelle. La méthode proposée par Paine *et al.* (1996), dérivée de Rives et Serow (1984) sera détaillée au Chapitre 7. Le modèle démographique d'un sursaut à la transition entre le Classique ancien et le Classique récent faisant suite à une longue période d'augmentation très modérée de la population est donc bien accepté par les mayanistes (Culbert et D. S. Rice 1990). Mais il est vrai qu'il ne s'agit que de tendances générales, sur le temps long de l'histoire maya, à l'échelle des Basses Terres centrales. A un niveau plus précis, il est évident que le taux de croissance naturelle a pu connaître, sur un temps plus court et dans un espace limité, d'autres types de variations. On renvoie aux exemples ciblés de Ortega Muñoz *et al.* (2018, pp. 602-604) ou Wingard (2013, Table 6.5). Il faut donc prendre en compte ces dynamiques dans la simulation si l'on travaille à l'échelle locale, de même qu'il faut prendre en compte les données démographiques extérieures à la croissance naturelle, comme la mobilité des populations, que leurs effets soient positifs ou négatifs[87].

3.2.4.2 Étude à l'échelle des patios

Enfin, l'ultime exemple que nous souhaitons présenter ne porte pas sur un cas de population classique ancienne, mais sa méthodologie nous intéresse au plus haut point. En effet, les vestiges de la zone résidentielle de Quirigua (Ashmore 1990, pp. 63-75) étaient profondément enterrés par des niveaux alluviaux provenant de variations du cours du fleuve Motagua (*ibid*., pp. 63-65). Pour cette raison, Wendy Ashmore ne disposait que d'une vision très partielle et tronquée des vestiges d'occupation, en analogie à un paysage Classique récent que l'on sonde pour révéler l'occupation classique ancienne, ce

[86] D'autres modèles de croissance, en particulier logarithmique (Schacht 1981, pp. 133-134), peuvent être envisagés en démographie préhistorique, mais c'est bien le modèle exponentiel qui semble adapté au cas maya.
[87] Pour ce faire, il est par exemple possible de mettre en évidence l'échelle de la mobilité humaine grâce à des analyses isotopiques pratiquées sur les ossements. Il s'avèrerait, par exemple, qu'à Xcambo, un port de salines du nord, la mobilité à longue distance était moins fréquente au Classique ancien qu'au Classique récent (Ortega Muñoz *et al*. 2018, p. 603).

qui est le cas à Naachtun. C'est en ce sens, dans la méthodologie permettant d'extrapoler la population à partir d'un échantillonnage très partiel (pour le site de Quirigua, des tranchées creusées dans le cadre de travaux agricoles par la Standard Fruit Cie), que le travail d'Ashmore (*ibid.*) est primordial, bien qu'il porte sur une population du Classique récent. Dans ces conditions, Ashmore a travaillé à l'échelle des groupes à patios, au lieu de choisir une approche partant des maisons, comme c'est le cas dans des environnements plus favorables. Dans la mesure où les unités résidentielles de Quirigua sont de dimensions modestes, il ne semble pas y exister de groupements à patios multiples (tels que définis *in* Ashmore 1981, p. 51). En la quasi-absence de patio dégagé dans sa totalité, Ashmore (1990, p. 69) considérait, pour son étude, qu'un groupe à patio comptait une seule structure résidentielle, réunissant cinq habitants. Il ne s'agit que d'une proposition préliminaire visant à produire une estimation minimale, au moyen d'un facteur 5 susceptible d'être modifié.
On note que dans le même volume (Culbert et D. S. Rice 1990), Tourtellot (1990) choisissait une approche semblable à celle d'Ashmore pour évaluer la population préclassique de Ceibal. Là encore, l'étude ne concernait pas le Classique ancien (considéré comme une période d'abandon à Ceibal). La période ciblée était le Préclassique récent. Tourtellot n'a pas cherché à évaluer le nombre de structures existant au Préclassique, parce que dans ce site, les vestiges étaient recouverts par les habitats du Classique récent (*ibid.*, p. 86)[88]. En revanche, il disposait, grâce à des sondages, d'un échantillon de l'occupation préclassique. Dans son estimation, Tourtellot considérait que le nombre d'habitants par patio était identique au Préclassique et au Classique récent, et ne cherchait pas à prendre en compte une éventuelle croissance des unités entre les deux périodes. Il est vrai que la dynamique à Ceibal est différente de celle de Naachtun : le Préclassique récent y est une période d'apogée. Rappelons, toutefois, que beaucoup d'unités résidentielles de Naachtun sont probablement beaucoup plus complexes que celles de Ceibal, dont les superstructures étaient systématiquement construites en matériaux périssables (*ibid.*, p. 86). En considérant que chaque groupe à patio de Ceibal comptait 2,72 structures résidentielles, Tourtellot (*ibid.*, p. 93) multipliait par 11,9 habitants le nombre de groupes à patio occupés au Préclassique pour calculer la population à cette période.
Compte tenu des données dont nous disposons à l'heure actuelle, cette approche partant du nombre moyen d'habitants par groupe à patio, estimé à 5 ou à 11,9 dans les contributions de la synthèse de Culbert et D. S. Rice (1990) et non par structure ou maison, est sans doute la plus adaptée à une reconstruction de la population de Naachtun aux périodes précédant le Classique récent. L'échantillon dont nous disposons à l'échelle de la structure est trop faible pour en tirer une information un tant soit peu fondée en ce qui concerne l'occupation au Classique ancien. On dispose d'une bien meilleure couverture à l'échelle des unités résidentielles (qui peuvent être constituées par des structures isolées, des groupes à patio simple et des groupes multi-patios), mais les changements morphologiques profonds advenus entre le Classique ancien et le Classique récent à cette échelle exigent un niveau d'analyse plus ciblé, c'est pourquoi le patio semble être l'échelle d'analyse la plus adaptée (nous reviendrons par la suite longuement sur cet emboitement des unités d'analyse - de la structure à l'unité résidentielle à patios multiples). Damien Marken (2011, p. 235), qui a également opté pour l'échelle du groupe à patio dans sa thèse doctorale sur la population d'El Perú, a noté que cette option tend à donner des résultats légèrement inférieurs (de 5 à 15 %) par rapport à la méthode partant des structures.

3.3 Conclusion

Bien que la plupart des projets archéologiques en zone maya s'attachent à établir, de manière plus ou moins précise, une estimation du nombre d'habitants du site étudié, il doit être souligné que la synthèse majeure sur les questions de population des Basses Terres mayas a été publiée en 1990. Depuis, aucun

[88] La tendance voulant que les monticules préclassiques soient parfois bien visibles en surface n'est donc pas systématique, surtout dans le cadre des études archéologiques antérieures aux couvertures LiDAR. En réalité, les deux cas se posent généralement simultanément. Une partie des vestiges d'habitat demeure visible, tandis qu'une autre est recouverte.

ouvrage de cette ampleur n'a été produit sur le sujet des estimations de population pour notre zone d'intérêt.
La technologie LiDAR a récemment apporté des résultats spectaculaires dans le domaine du relevé des monticules et autres aménagements, mais cet apport est loin de régler tous les problèmes. D'abord, le fait que les zones inter-sites des Basses Terres centrales comptent de très nombreux monticules résidentiels n'est aucunement une nouveauté, Turner II (1976, p. 73) soulignait déjà qu'il y a bien longtemps que l'observation en a été faite (la révélation de l'ampleur des aménagements non résidentiels, qu'ils soient hydrauliques, agricoles ou autre nous semble un apport bien plus remarquable). D'autre part, il se trouve que le LiDAR est bien plus efficace pour détecter les occupations du Préclassique récent et du Classique récent que celles du Classique ancien, qui sont précisément celles qui nous intéressent. De plus, la question, majeure à cette échelle, de la contemporanéité des vestiges au sein même des phases des séquences demeure irrésolue. Enfin, nous travaillons, dans le contexte de cette recherche, à une échelle qui n'est pas celle des grandes couvertures LiDAR. Notre intérêt réside plus dans la distinction fine de la superficie, de la fonction et de la datation des monticules de la zone d'habitat proche de l'Épicentre de la cité, le tout en tenant compte de la croissance des groupes résidentiels entre le Classique ancien et le Classique récent, autant d'aspects pour lesquels le LiDAR n'est pas l'outil le plus adapté, au moins à l'heure actuelle. On aurait donc tort de supposer que les récents relevés obtenus pour le Petén règlent les complexes questions de l'occupation. A l'heure actuelle, la majorité des publications traitant de la population maya s'appuient sur les relevés LiDAR. Ce n'est que très partiellement le cas pour la présente recherche, dont l'essentiel des analyses a porté sur la Zone résidentielle étudiée de manière plus traditionnelle, par relevé au sol et sondages. Le LiDAR n'est donc, ici, qu'un outil de complément.
L'immense majorité des estimations de population en zone maya porte sur le Classique récent et terminal, et les tentatives portant sur des périodes plus anciennes sont très rares. Encore plus rares sont les recherches portant spécifiquement sur le Classique ancien et sur ses dynamiques internes (le Préclassique étant plus fréquemment étudié). Malgré une certaine tendance à l'exagération dans ses critiques, il faut souligner l'attention portée à de nombreuses reprises par David Webster aux spécificités du Classique ancien en matière de politique et de démographie (voir, entre autres : Paine *et al.* 1996 et Webster 2018). Si les solutions qu'il propose n'ont pas toujours été adoptées, elles ont eu le grand mérite de susciter des recherches sur la question.
La difficulté d'obtention des données sur le Classique ancien et la rareté des recherches sur la période font donc l'originalité et la complexité de la présente étude. Dans ce sens, cette recherche est donc, nous insistons sur cet aspect, un effort d'exploration dans un domaine encore mal maîtrisé, posant de lourds problèmes méthodologiques. Ce sont précisément les questions de méthodologie qui nous occuperont dans les deux prochains chapitres, le premier (Chapitre 4) portant sur la quantification du coût énergétique de l'architecture monumentale et le deuxième (Chapitre 5) sur l'estimation du nombre d'habitants de la cité de Naachtun.

Chapitre 4 : Méthodologie du calcul du coût énergétique de la construction monumentale du Classique ancien à Naachtun

Nous cherchons dans la présente étude à établir le coût énergétique en jours-personnes de la construction des structures monumentales des différentes sous-phases du Classique ancien à Naachtun. Nous considérons que la méthode la plus adaptée à notre problématique et à l'ampleur de notre échantillon (81 épisodes de construction) est celle qui a été formalisée par Abrams (1994) et confirmée plus récemment par McCurdy et Abrams (2019a). Comme nous avons eu l'occasion de le mentionner au chapitre précédent, il existe aujourd'hui des déclinaisons de cette méthode permettant (grâce aux outils de gestion de projet) un résultat plus précis, mais pas nécessairement plus certain (nous renvoyons aux travaux de Runz 2008 sur le traitement de l'imperfection des données en archéologie et la distinction entre incomplétude, incertitude véritable et imprécision), alors que l'approche classique d'Abrams est sans aucun doute moins précise mais peut-être plus certaine.
Nous avons décrit les principes généraux de fonctionnement de l'analyse énergétique telle que formalisée par Abrams au Chapitre 3 et le présent chapitre méthodologique est surtout l'occasion de présenter les solutions que nous apportons aux problèmes méthodologiques, parfois spécifiques à Naachtun, parfois plus généraux, que nous avons rencontrés dans l'application de la méthode choisie. En effet, bien que la méthodologie du calcul du coût énergétique de la construction monumentale à l'échelle d'analyse qui est la nôtre dans la présente recherche fasse l'objet d'un consensus certain (Abrams 1994), son application concrète au cas de Naachtun pose plusieurs problèmes pratiques. Nous avons créé, grâce à l'appui d'Emmanuel Froustey, ingénieur méthodes et outils (Dassault Aviation), un programme informatique, intitulé *Kampach*, permettant de remédier de manière rapide et efficace à bon nombre de ces problèmes. Ses principes et avantages sont exposés dans ce chapitre. Le logiciel peut être téléchargé librement à partir de la page *https://github.com/efroustey/kampach.*
Dans l'idéal, il faudrait procéder à une description complète des pratiques architecturales des Mayas des Basses Terres centrales au Classique ancien. Une telle démarche demanderait cependant la rédaction d'un nouveau volume, tant le thème est vaste. Aussi, nous renverrons le lecteur non familier avec les pratiques architecturales des Mayas vers les nombreux ouvrages de synthèse existant sur l'architecture maya. Rares sont ceux qui sont exclusivement consacrés à l'architecture classique ancienne. Citons le chapitre, par certains points, dépassé, de Falkenhausen (1985), dans *A Consideration of the Early Classic Period in the Maya Lowlands*. Pour une approche moins limitée dans le temps et dans l'espace, on pourra consulter le très complet lexique proposé par Gendrop (1997), le manuel de Muñoz Cosme (2006) ainsi que la thèse de doctorat de Wernecke (2005). Sur des points plus techniques, mentionnons la thèse, d'une grande richesse, de Gillot (2018a et b) sur l'architecture de pierre à Río Bec, dans laquelle on trouvera de nombreuses informations sur les matériaux et techniques de construction, utiles bien au-delà du seul cadre de ce site tardif des Basses Terres du nord. Sur les techniques de construction des voûtes, il est inévitable de mentionner la vieille étude d'ingénierie de L. Roys (1934), mais il sera plus utile de consulter la récente thèse de doctorat de Gilabert Sansalvador (2018). Enfin, nous avons tenté d'illustrer avec le plus de détail possible les constructions du Classique ancien prises en compte dans la présente recherche au Chapitre 6.

4.1 Rappel de la méthodologie du calcul de coût énergétique de la construction monumentale

Comme nous l'avons précisé au chapitre précédent (insistons, cette section n'est qu'un rapide rappel et nous renvoyons à la sous-section 3.1.3 pour une présentation détaillée de la méthode et de ses conditions d'établissement, puisque le présent chapitre est dédié aux outils que nous avons mis en place pour répondre à certains problèmes pratiques), la méthodologie du calcul des coûts énergétiques de la construction consiste en un cheminement constitué de plusieurs étapes (Abrams 1994). Il faut d'abord

décomposer l'édifice en ses différents éléments constitutifs (soubassement, escalier, superstructure...). Les dimensions, volume, surface (originelles, cela va de soi) et la composition (proportion des différents matériaux) de chacun de ces éléments doivent être reconstituées et mesurées. On détermine ensuite le processus technique de la construction de chacun de ces éléments, jusqu'à obtenir une succession de tâches basiques et indivisibles. Ces tâches appartiennent à quatre catégories, qui sont :

- l'extraction de matières premières
- leur transport du lieu d'extraction au lieu où elles sont transformées en matériaux de construction et de là, au lieu de construction
- la transformation des matières premières en matériaux de construction
- la construction.

Les structures demandaient un entretien régulier, les nombreuses réfections d'enduits de stuc en témoignent de manière éloquente (Abrams 1994, pp. 74-75 ; Wernecke 2005, p. 93). Cependant, les tâches correspondant à cet entretien nécessaire sont, dans leur succession, identiques à celles de la construction.

Il faut ensuite calculer le coût en heures-personnes ou jours-personnes de chaque tâche rapportée aux dimensions quantifiées et à la composition des éléments de la structure. Pour ce faire, il faut diviser la grandeur cible à laquelle elles sont associées (par exemple, *x* mètres cubes de terre à extraire et transporter, *y* mètres carrés à couvrir d'enduit ...) par l'indice de rendement calculé pour cette tâche, rendement exprimé en heures ou jours-personnes (par exemple, 2 m^3 de terre peuvent être extraits en un jour-homme de 5 heures). Ces indices de rendement sont issus de l'archéologie expérimentale, de l'observation du travail de restauration ou encore de l'observation ethnologique. On obtient alors, pour chaque élément composant la structure, un coût de construction en jours-personnes, dont l'addition donne le coût énergétique total de la structure, toujours exprimé dans cette unité. Le passage à la pratique de cette méthodologie somme toute relativement simple pose toutefois plusieurs problèmes majeurs. S'il est possible de remédier à certains, d'autres doivent être contournés.

4.2 Difficultés de mise en place de la méthodologie de calcul

Pour calculer le coût de la construction d'une structure, il est nécessaire de mener à bien une longue série de calculs de tous ordres. Il faut calculer le volume et la surface de chaque élément de la structure, et associer ces grandeurs au coût de chaque tâche à mener à bien. Or, elles sont particulièrement nombreuses. Les arborescences en Figure 12, Figure 13, Figure 14, Figure 15, Figure 16 et Figure 17 constituent une liste simplifiée des tâches entrant dans le processus technique (Djindjian 2013) de construction d'une structure imaginaire composée d'un soubassement (avec son escalier), d'une superstructure voûtée construite sur une plate-forme et dotée d'une crête faîtière (en somme, un temple pyramidal typique du Classique ancien). Il est bien entendu qu'une structure plus complexe exigerait des coûts supérieurs et des tâches qui ne sont pas prises en compte dans cette liste.

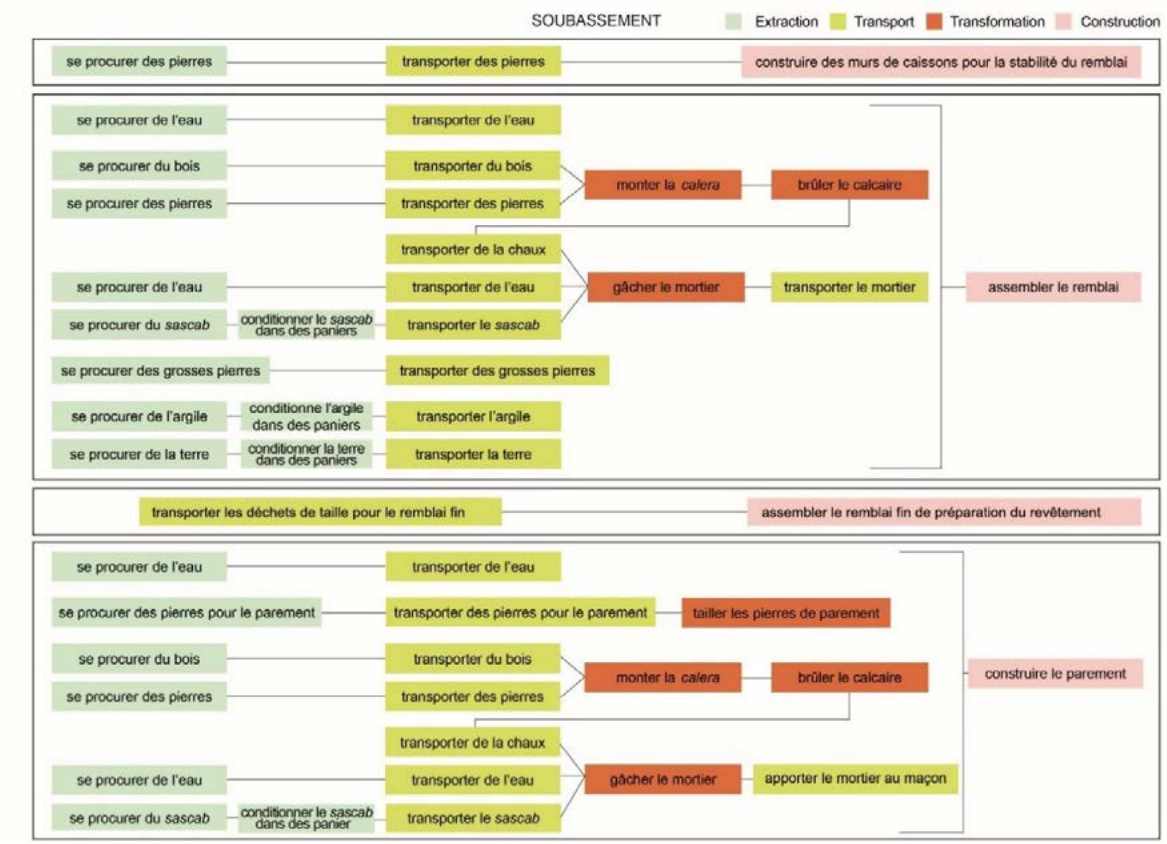


Figure 12. Succession des tâches à mener à bien dans la construction d'une structure monumentale : construction du soubassement.

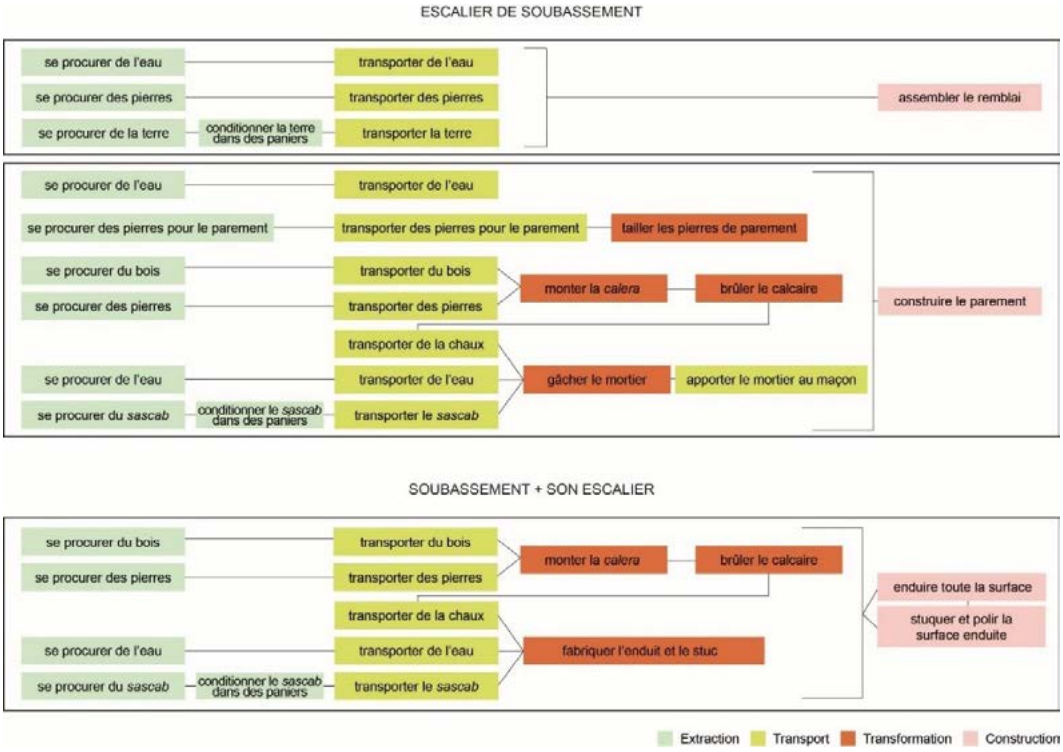


Figure 13. Succession des tâches à mener à bien dans la construction d'une structure monumentale : construction de l'escalier du soubassement et finitions.

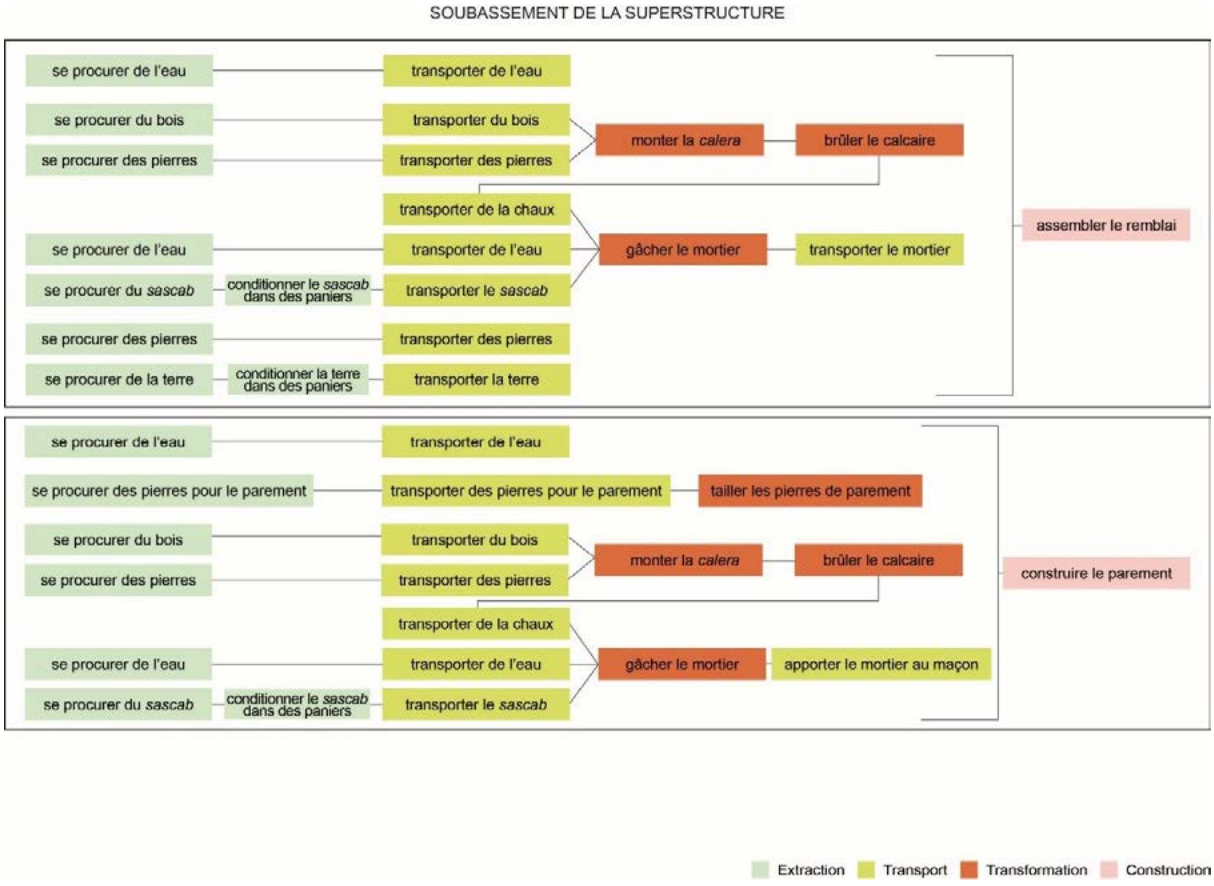


Figure 14. Succession des tâches à mener à bien dans la construction d'une structure monumentale : construction du soubassement de la superstructure.

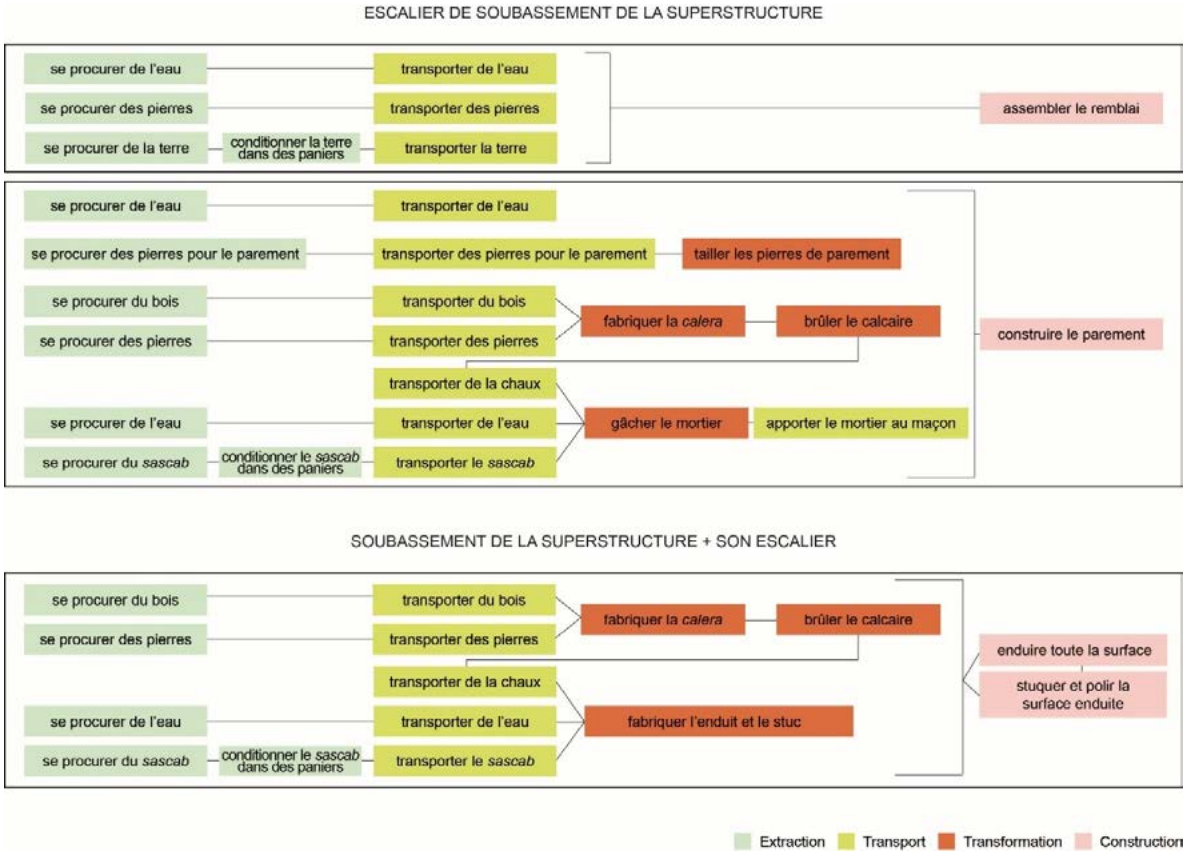


Figure 15. Succession des tâches à mener à bien dans la construction d'une structure monumentale : construction de l'escalier du soubassement de la superstructure et finitions.

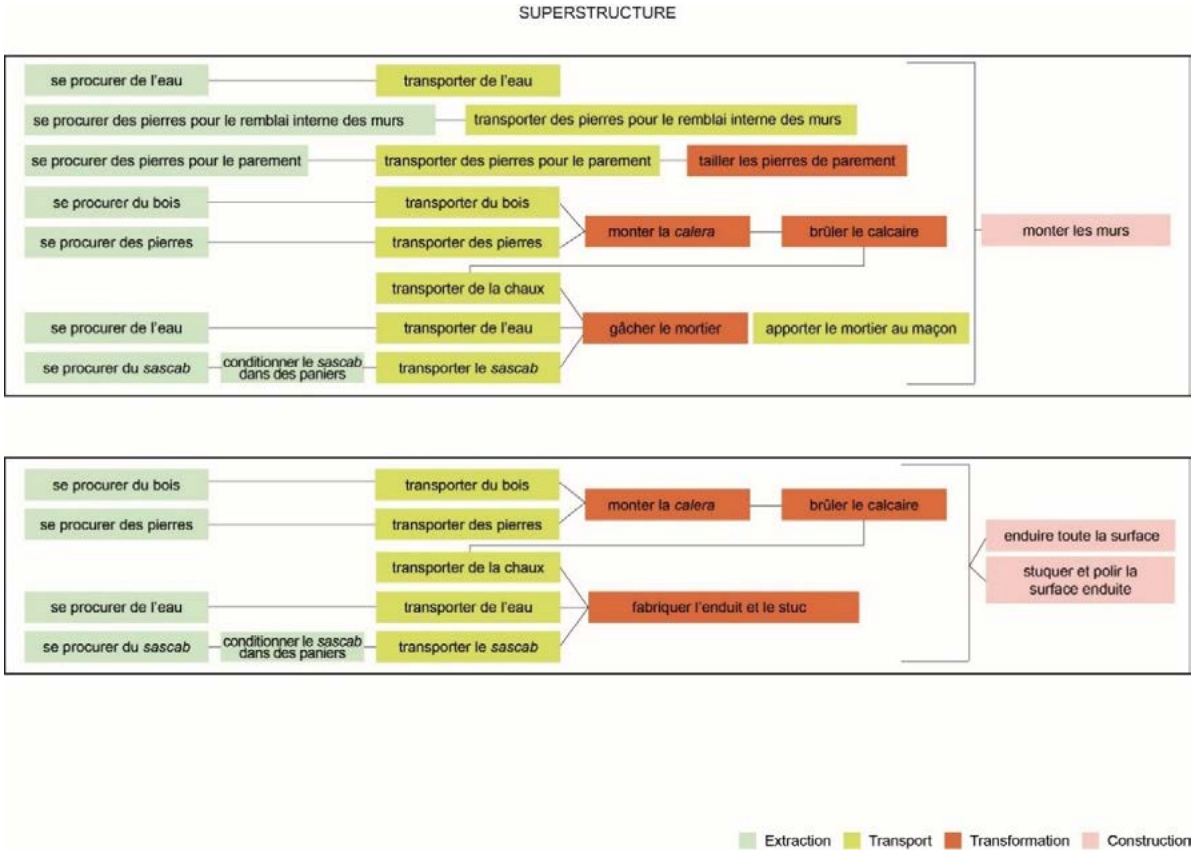


Figure 16. Succession des tâches à mener à bien dans la construction d'une structure monumentale : construction de la superstructure.

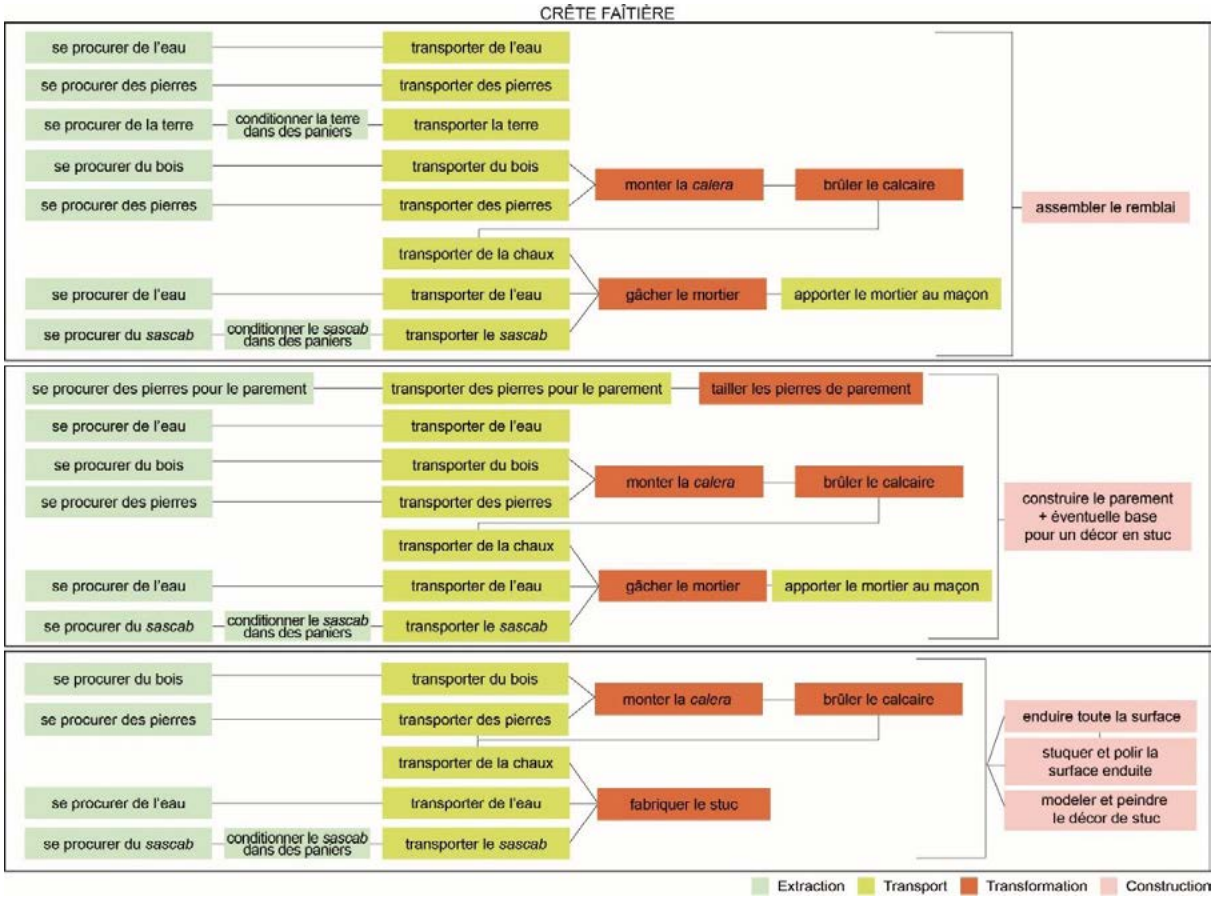


Figure 17. Succession des tâches à mener à bien dans la construction d'une structure monumentale : construction de la crête faîtière.

A cause de la variabilité des résultats des expérimentations et de l'imprécision sur les données morphologiques des structures, il est nécessaire de multiplier les estimations de coût de main-d'œuvre, en en faisant varier les paramètres. D. R. Turner (2018) propose quelques études de cas employant ces variations de paramètres. Il faut rappeler que notre recherche porte sur des édifices monumentaux non restaurés se trouvant en milieu de forêt tropicale et dont l'étude est en cours. Cela implique que nous méconnaissons encore largement l'aspect, les dimensions et les techniques de construction exactes de la plupart des structures, et ne disposons de données que très partielles. Chaque saison de fouille est susceptible de produire de nouvelles données sur les dimensions des édifices, ou bien sur la composition de leurs remblais. Il faudrait, alors, reprendre tous les calculs effectués en intégrant les nouvelles données. Toutes ces contraintes exigent de résoudre des centaines d'opérations en plus.

4.2.1 Des structures peu accessibles

D'emblée, une difficulté de taille apparaît : comment calculer les volumes et surfaces des structures ? Plusieurs problèmes de différentes natures sont à surmonter. Le premier d'entre eux est l'imprécision des données disponibles. A Naachtun, comme dans tous les sites du nord du Petén, les structures prennent aujourd'hui la forme de monticules couverts d'une épaisse couche de décombres et de sédiment, recouverts d'humus. Dès lors, les dimensions d'un monticule peuvent être très largement

supérieures aux dimensions effectives de la structure, en particulier à sa base. C'est une donnée importante dans la mesure où la majorité du volume d'une pyramide (en réalité, aucune structure maya n'est strictement pyramidale, d'un point de vue géométrique, mais les monticules ont une forme que l'on pourrait approcher, de manière très approximative, de celle d'une pyramide tronquée) se trouve à la base. Or, comme nous le verrons au Chapitre 8, il s'avère qu'à Naachtun, c'est le volume construit, quand bien même il s'agit majoritairement de remblai de tout-venant et non de maçonnerie raffinée élaborée au moyen de matériaux coûteux, qui, dans les faits, détermine en très grande partie le coût total de construction d'une structure. Parvenir à mesurer de la manière la plus exacte possible les dimensions des soubassements de Naachtun est donc absolument déterminant. De plus, le volume de décombres fait qu'il est pratiquement impossible de distinguer les différentes extensions des édifices, une pratique architecturale très courante. Il ne s'agit même pas encore de faire référence, ici, au problème des structures sub recouvertes par des étapes de construction successives, problème encore plus lourd. Il arrivait en effet que des plates-formes soient simplement adossées, allongeant les soubassements existants. Il est, bien entendu, indispensable de les distinguer et de les mesurer dans le cadre d'une estimation de coût de main-d'œuvre, ce qui est impossible tant que les structures n'ont pas été complètement découvertes. Un tel décapage n'est envisageable que dans le cadre de projets de restauration ambitieux, qu'il est difficile de mettre en place dans un site comme Naachtun (l'idée est, certes, envisagée, mais elle est loin d'être concrétisée).

Comme nous l'avons subrepticement évoqué, l'un des problèmes majeurs dans la détermination du volume est celui des structures sub, complètement invisibles depuis l'extérieur. Leur présence, qui est quasiment systématique à Naachtun (c'est généralement toujours le cas en Mésoamérique) a des implications fondamentales pour la détermination du volume des différents épisodes de construction, mais ces étapes sont particulièrement inaccessibles.

La méthodologie du Projet Petén-Norte Naachtun pour l'étude de la construction monumentale a consisté à commencer par relever les informations mises au jour par les tranchées et tunnels de pillage puis à ouvrir de nouvelles tranchées, cette fois contrôlées, en des secteurs clés des édifices. Précisons qu'aucun tunnel de fouille, une méthode courante sur certains sites archéologiques du Petén (Garrison, Richmond *et al.* 2016), n'a été ouvert par le projet actuel ou par le PAN. Malgré l'étude des tranchées de pillage, malgré des fouilles ciblées et des relevés précis de certains monticules au théodolite, malgré la grande précision des mesures obtenues par l'expédition de la Carnegie Institution, nous ne disposons pas de coupes complètes d'édifices sur leurs deux axes transversaux. La morphologie et les dimensions exactes des édifices sont donc, à ce jour, inaccessibles. Il s'agit d'une différence majeure avec la majorité des études énergétiques, qui portent sur des constructions très bien connues (Abrams 1994, p. 7 ; Webster et Kirker 1995, pp. 368-369).

Quand bien même la morphologie extérieure des étapes finales serait complètement accessible, il serait toujours compliqué de déterminer le volume et les techniques de construction de chaque étape architecturale. Il faudrait, en effet, pratiquement démonter les structures, ce qui est aujourd'hui inenvisageable. Le problème est le même pour la composition des remblais. Les remblais, sans doute assemblés par des groupes distincts de travailleurs tenus de combler un volume prédéfini (une organisation discutée au Chapitre 9), présentent une forte hétérogénéité dans leur contenu. Certains sont secs, c'est-à-dire dépourvus de mortier, d'autre contiennent du mortier, qu'il s'agisse d'argile, de mortier de terre ou de mortier de chaux, dans des proportions très variables. Les pierres peuvent provenir de structures anciennes démantelées, ou avoir été extraites en carrière afin d'être intégrées au remblai, deux options au coût énergétique radicalement différent. Cette hétérogénéité complique encore la tâche, puisque l'on est réduit à calculer des proportions moyennes des matériaux de remblai. Dès lors qu'il est impossible de connaître avec précision l'aspect, les matériaux employés et les dimensions d'un édifice, on doit procéder à des simulations, pour calculer le coût de construction d'un édifice aux dimensions et aux techniques de construction jugées vraisemblables et comparables à celles de la structure cible. Une reconstitution précise n'est pas envisageable à ce stade de l'étude (et ne l'est, en réalité, pour aucun grand édifice mésoaméricain comprenant un volumineux remblai).

4.2.2 Des structures à la morphologie complexe

La complexité des structures pose également problème : elles ne peuvent pas être réduites à des volumes géométriques simples, et la représentation dite « Maler » des monticules sous la forme d'une pyramide tronquée n'est employée que par convention et ne permet en aucun cas une représentation fidèle de l'architecture (voir, à ce sujet, la discussion de Peiró Vitoria 2015, pp. 42-46). En réalité, les structures présentent des angles arrondis, des angles rentrants, des moulures en tablier, très fréquentes au Classique ancien, autant de sophistications, pas toujours prévisibles, qui compliquent les calculs de volume et de coût de construction. Dans la mesure où les édifices ne sont que très partiellement libérés des niveaux d'humus et de décombres, il est parfois impossible de relever les détails de leur morphologie. Notons, par ailleurs, qu'il est rare que les soubassements soient strictement symétriques, et les surfaces, strictement horizontales. Même lorsque les structures sont partiellement découvertes, il demeure donc toujours compliqué de systématiser le calcul du volume et des surfaces de ce type d'aménagement pratiqués sur les constructions.

4.2.3 Irrégularité du terrain naturel

Le troisième problème pour l'évaluation du volume des structures est l'irrégularité du sol naturel sur lequel se faisaient les constructions, ou, plus généralement, les places et plates-formes supportant les constructions. Il n'est pas rare que des élévations naturelles aient été mises à profit pour économiser des matériaux de remblai, ou encore, au contraire, que des dépressions aient dû être comblées afin d'arriver à un terrain propice à la construction. Il est évident qu'il est pratiquement impossible de connaître le profil exact du sol naturel lorsqu'une place a été bâtie. Lacquement (2010, p. 346) proposait une méthode informatique pour la prise en compte de l'irrégularité du sol dans le calcul de volume, mais elle est inapplicable pour les secteurs de Naachtun concernés par cette étude, parce que quasiment tous les espaces ont été modifiés artificiellement et nivelés, à des moments qu'il est difficile de déterminer. Nous en sommes donc réduits à extrapoler le profil probable à partir des résultats de quelques sondages, tout en sachant bien que des accidents de terrain peuvent passer totalement inaperçus. A Naachtun, la question ne se pose guère pour les pyramides, visiblement toutes construites sur des sols de stuc qui régularisent le terrain. En revanche, elle doit inévitablement être posée pour ces places, qui peuvent avoir été construites sur des collines irrégulières, à l'instar de la Place Nord du Groupe A. En son centre, la roche-mère est atteinte très rapidement, mais des pentes naturelles ont dû être compensées tout au long de son pourtour (nous y reviendrons au Chapitre 6). Au nord et à l'est du Groupe C, plusieurs vastes secteurs sont, également, profondément aménagés (Figure 18) et sans aucun doute bien différents du sol naturel dont le profil est difficile à reconstituer. C'est le cas pour le plateau aux angles très réguliers sur lesquels ont été bâties les unités résidentielles 5M34, 5M37 et 5M39 : il s'agit d'une plate-forme artificielle haute de plusieurs mètres, aménagée au début du Classique ancien, en Balam I. Par analogie, on peut supposer que l'ensemble du côté est du Groupe C, au profil très comparable à ce plateau, est aussi en grande partie artificiel : Figure 18.

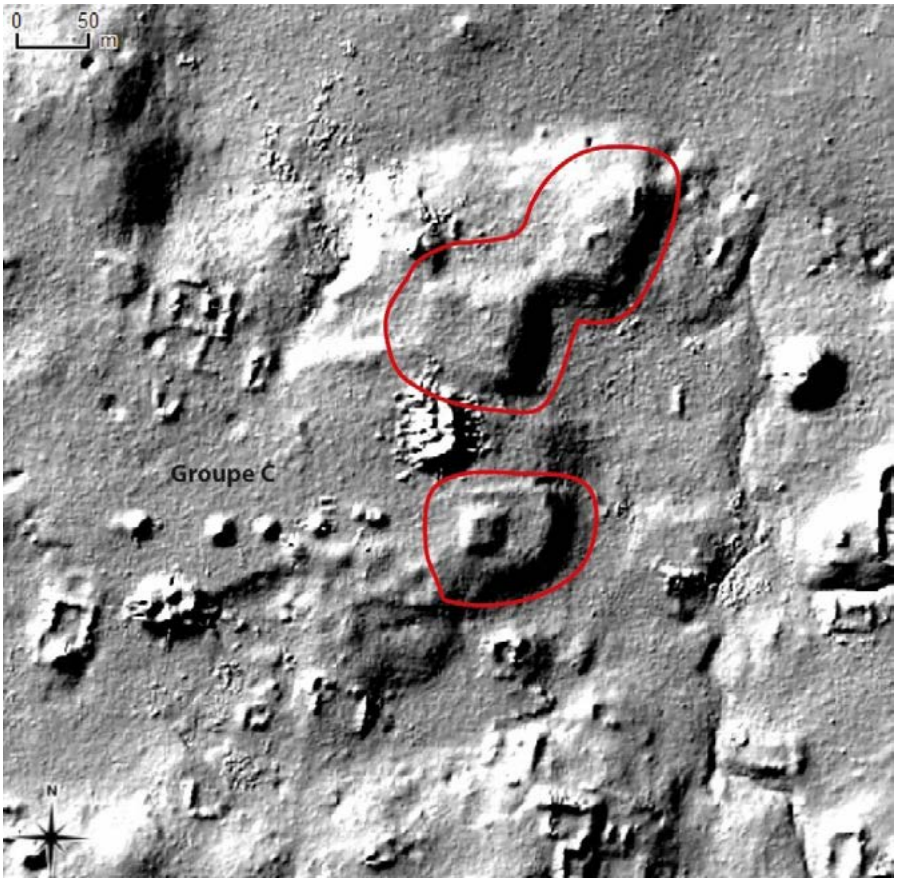


Figure 18. Élévations artificielles du Groupe C. MNT Pacunam LiDAR Initiative, traitement J. Hiquet.

4.3 Kampach : Élaboration d'un logiciel facilitant le calcul du coût de construction de l'architecture monumentale

La multitude des opérations à mener et la nécessité d'actualiser les données en permanence nous ont conduit à développer un programme informatique permettant d'accélérer les calculs et de réduire le risque d'erreurs de calcul. Le développement de ce logiciel dénommé *Kampach* est le fruit d'une collaboration avec Emmanuel Froustey (ingénieur, Dassault Aviation). L'idée est d'obtenir un outil grâce auquel l'utilisateur n'aurait à entrer qu'un minimum de données morphologiques pour obtenir le coût de construction d'une structure, sans avoir à se préoccuper d'effectuer les nombreux calculs.
Le programme fonctionne, en résumé, de la manière suivante : l'utilisateur introduit un certain nombre de cotes (les dimensions) de l'édifice, les indices de rendement qu'il juge les plus adéquats pour chaque tâche ainsi que les données relatives au transport (distances, vitesse moyenne, poids ou volume transporté à chaque trajet). Le programme calcule alors les volumes et surfaces et en tire les coûts par tâche ainsi que le coût total. Ce logiciel permet donc de multiplier les simulations à moindre coût, en jouant sur toutes les variables imaginables.

4.3.1 Calculs de volumes et surfaces

On a vu que le calcul exact des volumes et des surfaces - complexes - des structures monumentales de Naachtun était impossible à ce jour. L'application offre deux possibilités à l'utilisateur pour tenter de l'approcher au mieux.

Volumes géométriques prédéfinis

Puisque, dans la grande majorité des cas, nous ne connaissons pas la morphologie exacte des édifices, il existe la possibilité de calculer les volumes d'une structure à partir de la combinaison de plusieurs volumes géométriques, qui sont, dans tous les cas, des approximations. Dès le départ, il doit être parfaitement clair que ces volumes ne correspondent pas exactement aux volumes réels des structures, mais qu'ils constituent des approximations permettant d'élaborer des simulations (on renvoie, encore une fois, à la critique de Peiró Vitoria 2015 sur le système de représentation Maler). On peut, ainsi, obtenir un résultat pour une structure imaginaire dont les dimensions approchent celles de la structure cible. Les volumes pris en compte sont les suivants :
- La pyramide tronquée, utilisée principalement pour le calcul du volume approximatif des soubassements mais aussi des crêtes faîtières. Son volume est calculé à partir de la formule V = H x (l x w + (l x (W - w) + w x (L - l)) / 2 + (L - l) x (W - w) / 3), où H est la hauteur de la pyramide tronquée, L la longueur de la grande base, W la largeur de la grande base, l la longueur de la petite base et w la largeur de la petite base (Figure 19). Le volume est en fait décomposé en un pavé central flanqué de quatre prismes et de quatre pentaèdres (des pyramides non-régulières à quatre côtés) aux angles. On peut comparer cette formule avec celle employée par Lacquement (2010, p. 343, *Fig.* 2c), qui remplaçait les pentaèdres par des tétraèdres. Notons que cette formule est valable dans le cas de pyramides tronquées dont les deux bases n'auraient pas la même forme (c'est-à-dire, une base carrée et une base rectangulaire), ce qui n'est pas le cas de la formule, plus simple à mettre en œuvre, V = 1/3h(B + b + √Bb), où h est la hauteur, B la surface de la grande base et b la surface de la petite base (Lacquement 2010, p. 343).

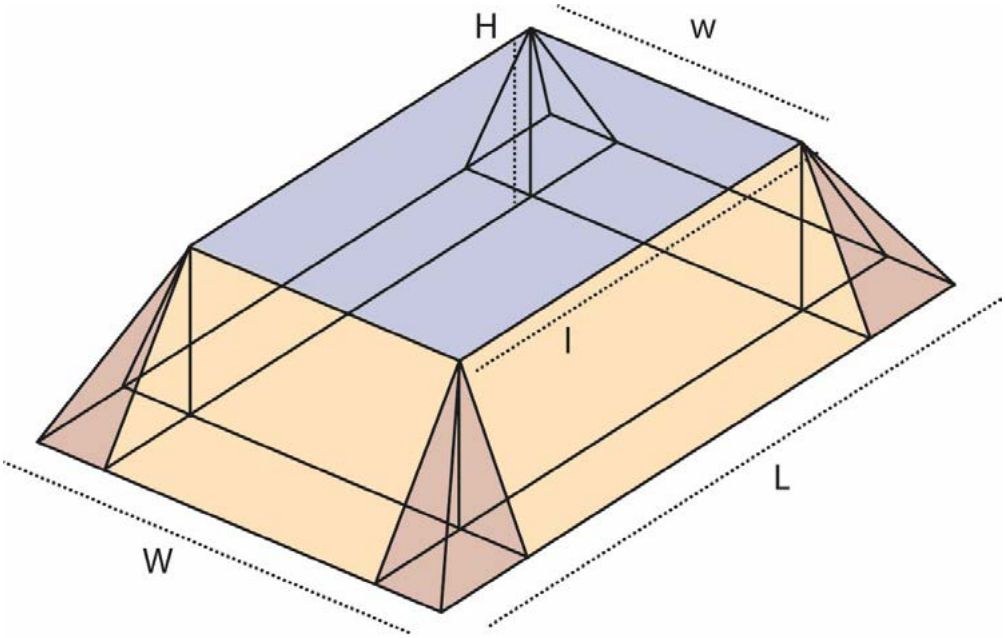


Figure 19. Calcul du volume de la pyramide tronquée.

A propos du calcul de volume des monticules, de nombreuses études ont été menées, en particulier sur les monticules des cultures de *Mound Builders* mississippiens (Shenkel 1986 ; Milner 1998 ; Lacquement 2010 ; Davis *et al*. 2019) dont la fouille est compliquée, pour des raisons éthiques et légales, une situation compensée par des travaux poussés sur les questions de relevé topographique. Lacquement (2010) proposait un panorama des différentes formules employées pour évaluer les volumes de monticules de terre aux Etats-Unis, ainsi que quelques références bibliographiques utiles. Il constatait, à partir d'un corpus d'estimations calculées de différentes manières par d'autres chercheurs, que l'approche partant d'une approximation géométrique simple (par exemple, le calcul du volume d'une seule pyramide tronquée) donne un résultat pouvant atteindre, dans les cas extrêmes, entre 60 et 130 % du résultat obtenu à partir de la mesure partant d'un relevé topographique complet du monticule[89] (*ibid*., p. 343). Il est donc impossible de donner, a priori, un indice de l'écart approximatif de volume qui existerait entre les deux types de calcul (relevé topographique et approximation à partir d'un volume géométrique), cet écart étant trop dépendant des caractéristiques spécifiques à chaque monticule. Dans la grande majorité des cas pour lesquels la comparaison a pu être effectuée, l'approche géométrique surestime le volume réel (Lacquement 2010), mais Milner (1998) obtenait des différences plus acceptables que le +/- 60 ou 130 % de Lacquement, avec, pour des monticules de la culture Cahokia, des différences comprises entre + 2 et + 27 %; + 6 % en moyenne. Il est en réalité nécessaire de procéder au cas par cas, tant les situations individuelles peuvent varier. Il semble toutefois important de retenir de cette étude de Milner (*ibid*.) que dans la plupart des cas, le volume obtenu par approximation géométrique est supérieur au volume réel, de 25 % au maximum.

[89] D'un point de vue méthodologique, il faut rappeler, à l'instar de Lacquement (2010, p. 341) que toutes les méthodes de calcul de volume d'une structure reposent sur des approximations géométriques, la différence entre les méthodes les plus coûteuses, précises et minutieuses et les formules plus simplistes employées ici, tient au nombre de points de mesure pris en compte. Mais dans tous les cas (y compris les relevés topographiques par station totale), le calcul repose sur l'addition de volumes obtenus à partir de formules géométriques pour des solides.

Pour en revenir à notre logiciel, l'utilisateur entre la hauteur de la pyramide tronquée ainsi que les dimensions des côtés des deux bases (on suppose, ici, que la pyramide tronquée a des côtés opposés de même longueur) ainsi que, si nécessaire, l'épaisseur moyenne de parement. A partir de ces données, le programme calcule le volume de remblai, le volume de parement, la surface de la petite base (ou plus exactement de la face supérieure de la pyramide tronquée, qui dans quelques cas exceptionnels se trouve être la grande base), et la surface des quatre faces inclinées de la pyramide tronquée. Cette distinction de la face horizontale et des faces inclinées présente deux avantages : premièrement, elle permet une approche du coût de construction du parement partant ou bien de sa surface, ou bien de son volume. Deuxièmement, elle permet d'appliquer à la tâche d'application des enduits un coût différent selon qu'il s'agit d'enduire des surfaces horizontales ou des surfaces inclinées ou verticales, ce dernier cas étant plus complexe et coûteux (voir les indices de rendement de l'application d'enduit en Annexe B).

- Le pavé, qui est employé principalement pour les soubassements de certaines superstructures. Les cotes à entrer dans le programme sont la hauteur, la longueur des côtés et l'épaisseur de parement. On obtient un volume de parement, un volume de remblai, une surface horizontale pour la face supérieure, et la surface verticale.
- Pour les superstructures voûtées, on utilise une approximation géométrique légèrement plus complexe, qui simplifie l'architecture réelle des temples, à une échelle que l'on considère comme acceptable au vu de la précision de nos calculs. Il s'agit d'un pavé (il n'est donc pas tenu compte de la fréquente inclinaison en talus de la partie supérieure externe des superstructures, voir par exemple la Figure 20[90]), duquel sont extraits les volumes des pièces (pavés), des portes (pavés) et des voûtes (prismes). L'utilisateur doit entrer la longueur (murs longitudinaux) et la largeur (murs latéraux) extérieures de la superstructure, ainsi que la hauteur extérieure totale. On entre ensuite, pour la soustraction des espaces intérieurs, l'épaisseur moyenne des murs, l'épaisseur du parement, la largeur et la hauteur des portes (en supposant que l'intrados commence au niveau du sommet du jambage, ce qui est une nouvelle approximation), la hauteur maximale du sol à la dalle sommitale de la voûte, ainsi que le nombre de pièces. Comme l'application a été créée pour des calculs concernant Naachtun au Classique ancien et pour des raisons de simplicité, le programme ne fonctionne, pour les superstructures, qu'avec des pièces (dont le nombre va de 1 à l'infini, même si en pratique aucune superstructure ne comporte plus de trois pièces successives) se succédant sur un même axe, c'est-à-dire le type A proposé par Falkenhausen (1985, p. 125) : « *Vaulted superstructures on pyramids - no matter from what period are always of Type A floor plan*[91] » (*ibid*., p. 126). Nondédéo a, par ailleurs, observé que les murs des superstructures classiques anciennes de Naachtun reposent simplement sur les sols des pièces (Nondédéo, Begel et Rodas 2018, p. 400), au contraire, par exemple, des murs des structures plus tardives de Río Bec, qui se prolongent souvent de quelques assises dans les remblais, sous les niveaux des sols (Gillot 2018a). Il est rare que les pièces multiples soient construites de plain-pied, la pièce arrière étant quasi systématiquement surélevée. De même, il est rare que les portes soient de largeur égale, que tous les murs soient d'épaisseur égale, et que le sommet des portes coïncide exactement avec la hauteur de la ligne de naissance de l'intrados. Ces particularités ne sont pas prises en compte dans le calcul. Il ne s'agit généralement que de différences de quelques centimètres, mais si l'on tient à en tenir compte de la manière la plus exacte possible, il faut calculer les volumes et les surfaces de manière indépendante, ce qui est également possible dans Kampach, comme on le verra par la suite (mais il faut alors disposer de données d'une très grande précision et exhaustivité, qui nous font encore défaut à Naachtun). La formule employée permet d'obtenir un volume de parement (pour les murs, les jambages et la voûte), un volume de remblai (à l'intérieur des murs et entre l'extrados et le parement de la partie supérieure

[90] Par ailleurs, Abrams (1994, pp. 72-73) s'interrogeait sur la validité de la fréquente représentation, par les archéologues actuels, de toits horizontaux dans la reconstitution des maisons mayas classiques. Il réunissait un certain nombre d'éléments suggérant qu'ils étaient en réalité plus généralement au moins relativement inclinés.
[91] « Quelle que soit leur période de construction, les superstructures au sommet des pyramides suivent toujours un plan au sol de Type A ».

de la superstructure), une surface horizontale à stuquer (le sommet de la superstructure) et une surface verticale et inclinée à stuquer (parois, jambage et intrados).

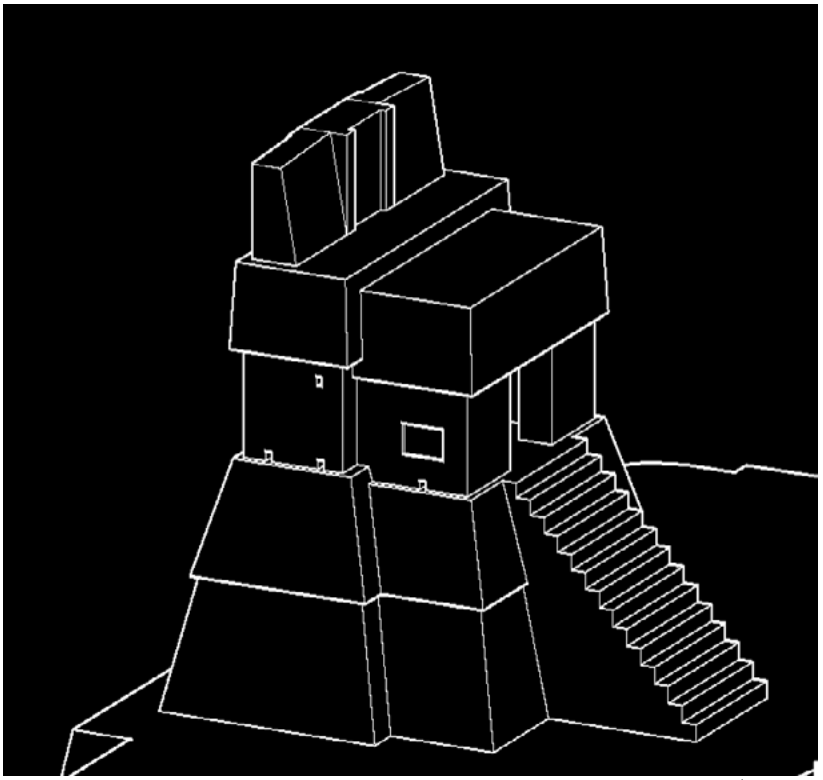


Figure 20. Reconstitution idéalisée d'une superstructure du Complexe triadique de Naachtun (Structure I). Remarquer la crête faîtière à l'arrière de la superstructure. (Dessin : J. Hiquet).

Il n'est pas aisé de systématiser le calcul, complexe, des volumes et surfaces des superstructures voûtées mayas. Dans des documents de travail inédits, Michelet et Becquelin critiquaient la formule utilisée par Arnold et A. Ford (1980) dans leur estimation du coût énergétique de la construction des structures résidentielles de Tikal, observant qu'elles ne tenaient pas compte du fait que les murs sont parés à l'extérieur et à l'intérieur, ni du fait que la surface des voûtes est très largement supérieure à la surface horizontale couverte par la structure (ces deux mesures étant confondues dans l'article en question). Il en résultait une sous-estimation d'environ 50 % du coût réel. Nous considérons que le logiciel élaboré permet d'éviter ce type de problème, en permettant, de plus, à l'utilisateur de n'avoir qu'à se préoccuper de mesurer les dimensions basiques (longueurs, largeurs, hauteurs) des superstructures, sans se préoccuper du calcul.

En ce qui concerne les superstructures maçonnées non voûtées, qui étaient couvertes par un toit de palmes[92], le calcul de leurs dimensions n'est pas encore automatisé dans le logiciel, mais on les obtient à partir des formules suivantes (L est la longueur extérieure, l la largeur extérieure, h la hauteur du mur maçonné, d la largeur de la porte, p l'épaisseur de parement et m l'épaisseur moyenne des murs, Figure 21) :

[92] Il faut imaginer, pour la partie maçonnée, un enclos à ciel ouvert doté d'une porte.

Volume de remblai :
(((L–2×p)×(m–2×p))+2×((l–p-(m-p))×(m-2×p))+(L-d-(4×p)-(2×(m-2×p)))×(m-(2×p))×h

Volume de parement :
(L×l×h)-((L-(2×m))×(l-(2×m))×h)-(d×m×h)-volume de remblai

Surface horizontale supérieure :
(L×l)-((L-(2×m))×(l-(2×m)))-(d×m)

Surface verticale :
((4×L)+(4×l)-(2×d)-(6×m))×h

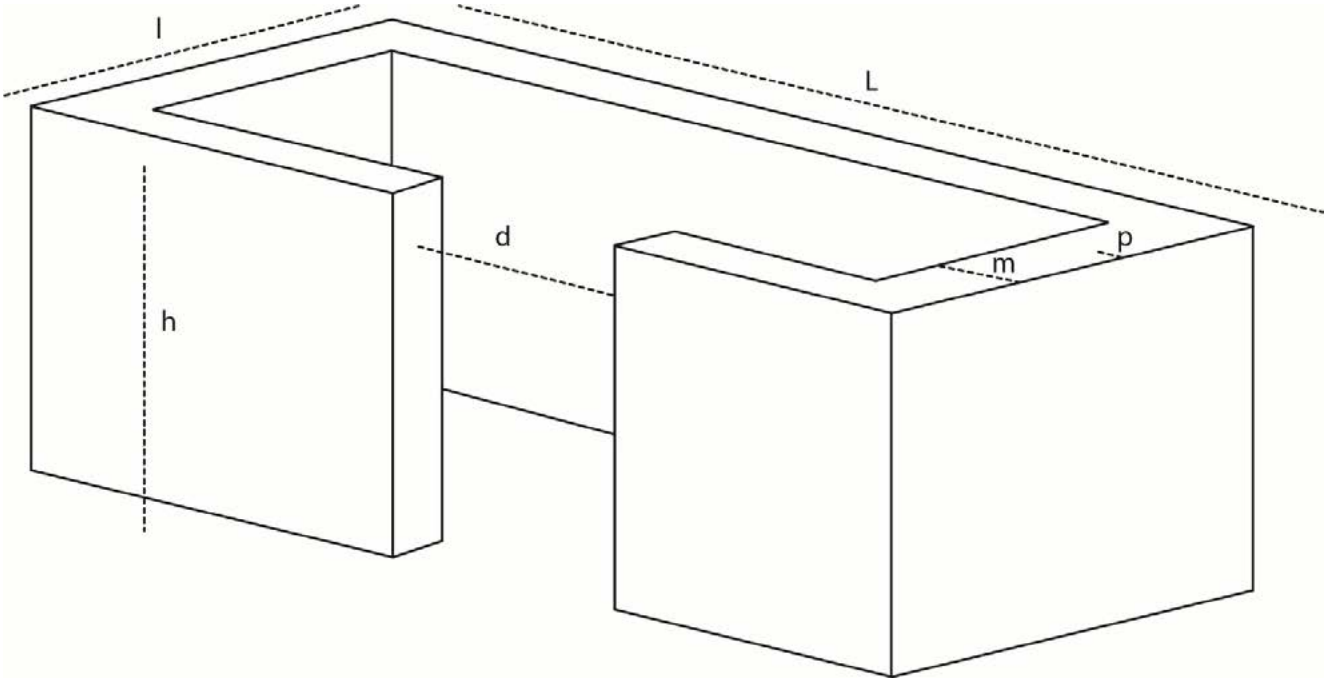


Figure 21. Calcul des volumes et surfaces pour une superstructure non voûtée.

- Un cas spécifique est posé par les escaliers, dont la formule part de celle de la pyramide tronquée (dont le centre de gravité de la base supérieure n'est pas nécessairement à l'aplomb du centre de gravité de la base inférieure, ce qui ne change rien au calcul du volume). On entre les cotes habituelles, mesures des bases supérieure et inférieure, hauteur, épaisseur de parement. La particularité est que la base supérieure (dans le cas d'un escalier, on la nomme marche palière) peut dans certains cas avoir une largeur de 0 (à ne pas confondre avec la largeur totale de l'escalier). Il faut, de plus, entrer l'emprise de l'escalier, soit la distance horizontale entre l'arête inférieure opposée au soubassement de l'édifice et l'arête supérieure du côté du soubassement. On obtient un volume de remblai, un volume de parement qui correspond aux deux faces latérales de l'escalier et aux contremarches, et une surface à stuquer (dans ce cas précis, la distinction entre surface horizontale et verticale n'est pas encore automatisée). Les éventuelles *alfardas* (parapets) ne sont pas prises en compte mais on peut en évaluer le coût par la suite de manière indépendante comme on le verra *infra*. A l'heure actuelle, aucune n'a été fermement identifiée pour des escaliers de Naachtun mais il faut reconnaître que les escaliers dont les bords ont été fouillés sont rares. Mentionnons celui de la sub en *talud-tablero* de la Perdida (Groupe A), mis au jour

par un tunnel de pillage (Hiquet 2018), ainsi que les escaliers frontaux de l'Acropole, Groupe C, tous deux dépourvus de cet aménagement (Nondédéo, Begel et Rodas 2018, Tranchée 1 de l'Opération V.2).
- Il est, enfin, possible de travailler à partir d'un prisme à base triangulaire. Ce volume peut simuler la forme générale d'un escalier, ce qui peut être utile dans le cadre de la soustraction des structures sub, et plus particulièrement dans le cadre d'escaliers construits les uns sur les autres. Le prisme est aussi utilisable pour calculer le coût de construction des rampes, qu'il s'agisse de rampes provisoires pour permettre la construction des pyramides ou d'accès permanents (comme cela semble être le cas pour les extrémités de la chaussée qui relie le Groupe C au Groupe A). Les cotes à entrer dans l'application sont la hauteur, la largeur et la profondeur de l'élément.
Pour l'heure, il est encore impossible de calculer via l'application des volumes plus complexes (il s'agit d'une amélioration des fonctionnalités qui pourrait être envisagée dans le futur). Toutefois, les cas classiques anciens qui nous occupent présentent des volumes globalement plus simples que ceux que l'on peut rencontrer à des périodes plus tardives. C'est, au moins, indéniablement le cas pour le plan des superstructures. On n'a que très rarement affaire à des palais ou acropoles particulièrement étendus sur le plan horizontal, aux multiples angles et recoins. Au sein des édifices de notre échantillon le nombre et l'agencement des pièces sont limités.

Saisie directe d'un volume réel calculé indépendamment

Pour les cas où l'on parviendrait à obtenir des données plus précises sur la morphologie des structures, permettant un calcul plus exact de leur volume, il est possible d'introduire directement dans l'application les volumes de remblai et de parement, ainsi que les surfaces à stuquer, sans passer par l'étape du calcul des volumes à partir des approximations géométriques qui viennent d'être présentées.

Prise en compte des structures sub

Dans les cas pour lesquels les dimensions des éléments constitutifs d'une structure sont calculées à partir des formules géométriques prédéfinies, il est toujours possible de soustraire au volume de remblai le volume d'une ou plusieurs structures sub construites antérieurement et ennoyées dans la structure dont on calcule le volume, sous la forme de pyramides tronquées, de parallélépipèdes rectangles ou de prismes. Une fonction du logiciel permet de retrancher cet élément dont il suffit de définir la géométrie et les dimensions pour que son volume soit automatiquement soustrait. A l'heure actuelle, cette possibilité ne fonctionne, cependant, que pour le volume de remblai, et non pour le volume de parement. Nous verrons au Chapitre 8 qu'à Naachtun, le volume de remblai est bien plus déterminant que le volume de parement dans l'établissement du coût de construction.

Problèmes d'unités de mesure

Pour conclure cette sous-section sur la géométrie, nous mentionnerons un dernier avantage du logiciel : il prend en compte de manière indifférenciée toutes les unités de mesure des systèmes métrique et anglo-saxon. Il n'est donc pas nécessaire de procéder aux conversions de volumes, poids et longueurs, sources potentielles d'erreur. Il est possible, si l'on dispose d'un indice de rendement établi dans le système métrique, de l'associer à des données volumétriques publiées dans le système anglo-saxon, sans avoir à procéder à la conversion.

4.3.2 Calcul en jours-personnes des différentes tâches, y compris le transport

Une fois que les volumes et surfaces des différentes parties de la structure sont calculés, reste à associer à chacun le coût des tâches de la chaîne opératoire de la construction. Cette opération est automatisée par *Kampach*. Après avoir entré les cotes des éléments architecturaux, l'utilisateur indique l'indice de rendement de chaque tâche, exprimé en jours-personnes par mètre cube ou mètre carré. Notons qu'il

est possible assigner chaque tâche à un volume (ou une surface) qui peut être inférieur, égal ou supérieur au volume final de la structure calculé par l'application (ou introduit directement par l'utilisateur). On peut, par exemple, calculer le coût de l'extraction de la terre pour seulement 33 % du volume total de remblai, le reste du volume étant occupé par des pierres, du *sascab* ou du mortier. Il faut, aussi, considérer que le volume de pierres à extraire d'une carrière est supérieur, par exemple de 25 %, au volume de pierres équarries effectivement employées pour la construction des parements. Il faut aussi extraire un volume de terre plus grand que celui que l'on peut mesurer dans certains remblais, une fois la terre compactée. Une fonction du logiciel permet donc de calculer le coût de telle ou telle tâche appliquée à, par exemple, 0,33 volume-cible, 1 volume-cible, ou 1,25 volume-cible.
Le transport est un cas particulier, car de nouveaux paramètres entrent en jeu. Il ne s'agit plus de rendements pouvant être appliqués tels quels (comme, par exemple, l'extraction de terre). Il faut, en effet, inclure dans le calcul un certain nombre de données de base de cette activité : le volume transporté par trajet, la distance de transport, la vitesse de transport, chargé et à vide (voir l'Annexe B pour plus de précisions à ce propos). La formule de calcul du rendement du transport, qui peut être laborieuse à mettre en place lorsqu'elle n'est pas automatisée comme c'est le cas dans le logiciel, est beaucoup plus souple que les indices empiriques proposés par Erasmus (1965). Dans cette publication, les indices de transport proposés étaient en réalité des exemples rigides des rendements observés lors d'une expérimentation et la distance et le volume de chargement n'étaient pas susceptibles d'être adaptés (voir également une critique différente de ces indices par Remise 2019). Ils n'étaient donc pas généralisables à toute autre estimation, au contraire de la formule employée dans *Kampach* (qui est la formule généralement utilisée dans la plupart des estimations de coût énergétique depuis la publication d'Aaberg et Bonsignore 1975).

4.3.3 Prise en compte des incertitudes

Il est parfois compliqué de décider de manière définitive des chiffres à employer pour le calcul, tant les indices de rendement pour une tâche donnée, la masse volumique d'un matériau, la distance entre les carrières et les lieux de construction, les dimensions des édifices, souffrent de nombreuses imprécisions (voir la discussion de D. R. Turner (2018, p. 205) sur cette question, dans le cadre de la construction des remparts médiévaux de Dublin, ou celle de Remise (2019), qui proposait une méthode de sélection des indices les plus adaptés). De manière assez étonnante, ce problème n'était guère commenté par Erasmus (1965), Abrams (1994) ou Carrelli (2004). Pourtant, dans certains cas extrêmes exposés par D. R. Turner (2018), le résultat final peut varier dans des proportions allant du simple au décuple selon les variables employées. Dans notre cas, la différence est sans doute moins spectaculaire, mais l'incertitude due à ce manque de précision demeure bien réelle. Il fallait donc proposer une solution permettant de lancer des simulations malgré cette difficulté. C'est pourquoi il existe pour l'utilisateur la possibilité de prendre en compte l'incertitude pour toutes les valeurs introduites (qu'il s'agisse de dimensions ou d'indices de rendement) en introduisant une marge d'erreur pour toutes les valeurs. Le logiciel est conçu pour qu'il soit possible d'introduire une valeur minimale, une valeur maximale et une valeur intermédiaire pour toutes les variables. Dans ce cas, trois coûts totaux sont proposés pour la structure : la somme des valeurs minimales, la somme des valeurs intermédiaires et la somme des valeurs maximales.

4.3.4 Multiplication des simulations

L'incertitude concerne de si nombreux paramètres parfois mal définis qu'il est souvent souhaitable de multiplier les simulations, ce que facilite le programme. On peut, par exemple, effectuer une série de calculs incluant l'apport en eau, ou considérer que la construction se faisait au cours de la saison humide et écarter ou diminuer cet apport. Le fonctionnement du programme permet de manipuler rapidement ces données et de tester différentes hypothèses et configurations, de façon à mesurer de manière

empirique l'influence de tel ou tel paramètre sur le résultat final, afin d'identifier ceux qui sont les plus déterminants, et ceux qui n'ont que très peu d'influence sur le coût total.

4.3.5 Possibilité d'apporter des modifications d'indices de rendement ou de dimensions

Comme on le verra par la suite, ce travail porte sur un état perfectible des connaissances sur l'architecture monumentale de Naachtun. Il est rare que l'on dispose de toutes les données nécessaires pour mener à bien les calculs d'une manière idéale. Les très nombreuses modifications architecturales intervenues au fil du temps font qu'il faudrait une fouille exhaustive de toutes les structures, places, escaliers et autres terrasses pour proposer une estimation complète du coût de construction. Or, on est loin de disposer de données aussi précises pour l'Épicentre de Naachtun. Bien souvent, la seule information morphologique dont on dispose pour les structures sub ne provient que de l'infime partie qui en est dévoilée par un tunnel de pillage. Hauteur, surface, nombre de corps, escalier, présence ou non de superstructures, sont autant d'éléments qui nous sont presque totalement inconnus. Le logiciel qui a été développé facilitera la mise à jour des estimations au fur et à mesure de l'acquisition de données plus complètes sur l'architecture monumentale. Il suffit en effet de modifier les dimensions de départ pour que l'ensemble du calcul soit automatiquement renouvelé en tenant compte des mises à jour. Le logiciel est donc voué à permettre l'actualisation continue des connaissances sur le site en ne demandant qu'un minimum de démarches.

4.3.6 Enregistrement des calculs

Il faut enfin insister sur la facilité d'enregistrement des calculs de coût énergétique. Le logiciel permet à l'utilisateur d'obtenir une feuille de résultat pour chaque structure, où sont détaillés les volumes et surfaces de chaque élément architectural (soubassement, escalier, plate-forme, superstructure ...), le coût énergétique total de la structure, ainsi que, pour chaque tâche de la chaîne opératoire de la construction, les grandeurs concernées et le coût énergétique en jours-personnes. L'export au format .csv de ces résultats est automatique et permet un passage aisé des résultats à Excel.

4.4 Conclusion

Au contraire du calcul de population, le calcul de coût énergétique de la construction en Zone maya fait l'objet d'un relatif consensus. La mise en place de cette méthodologie demande toutefois l'acquisition de données très complètes sur les éléments architecturaux et sur les matériaux de construction. Il est, en pratique, impossible de les réunir, du fait des contraintes du travail de terrain et de la très grande variété des matériaux utilisés. Le calcul du volume exact des différentes constructions est une source d'erreur majeure, aux implications potentiellement très profondes sur l'obtention d'un coût énergétique, et amplifiée par l'existence quasi systématique des structures sub aux dimensions très mal connues. Le calcul du coût énergétique est, par ailleurs, un processus particulièrement fastidieux, exigeant la succession de très nombreuses opérations mathématiques. Pour ces deux raisons, il a été décidé de créer un logiciel automatisant le calcul tout en donnant la possibilité d'y introduire des nuances, de prendre en compte un certain degré d'incertitude, et de revenir facilement et rapidement sur les données. Il ne s'agit donc pas d'une nouvelle méthodologie de calcul, mais d'un outil permettant de mener à bien de la manière la plus efficace possible la méthodologie mise au point et acceptée par les archéologues spécialistes de la question depuis des décennies déjà.
Il est étonnant de constater que beaucoup d'estimations de coût énergétique de la construction en zone maya ne prennent pas suffisamment en compte l'incertitude liée aux différents paramètres impliqués dans le calcul. Nous considérons, de même qu'Aaberg et Bonsignore (1975), D. R. Turner (2018) ou Remise (2019), que ces problèmes mériteraient des discussions méthodologiques bien plus approfondies que celles qui existent généralement (Abrams 1994 ; Webster et Kirker 1995 ; Carrelli 2004). Bien entendu, ce soin porté à la variété des hypothèses envisageables implique la multiplication des

scénarios, aux résultats parfois très différents les uns des autres pour une même structure. Le logiciel développé dans le cadre de la présente recherche permet une exploration empirique des différentes options possibles, et contribue à discriminer les paramètres selon leur poids dans le calcul total.
Enfin, un outil permettant de modifier rapidement les données à prendre en compte dans le calcul était nécessaire puisque les édifices sur lesquels porte ce travail sont encore en cours d'étude. Ainsi, lors de la saison 2017, nous avons pu déterminer, suite au nettoyage et à l'étude détaillée de tunnels de pillage, que certaines structures monumentales classiques anciennes de Naachtun comptaient des étapes sub qui n'avaient pas encore été identifiées (Hiquet 2018). Il nous a suffi d'entrer dans le logiciel la géométrie supposée[93] de ces plates-formes pour que le volume des grandes étapes soit automatiquement corrigé, sans avoir à reprendre tous les calculs. Autre exemple, des données nouvelles sur la morphologie de certaines structures de l'Acropole funéraire royale (Structure V, Groupe C) étaient encore obtenues lors des dernières saisons de fouille (Nondédéo et Dussol 2019). A ce sujet, il est important de mentionner que nous considérons que la séquence de l'architecture monumentale de Naachtun est encore lacunaire et demandera de futures études poussées sur la morphologie et la succession des différents épisodes de construction (en particulier, mais pas seulement, autour des Structures V et XXVII). Il sera alors très utile de disposer de *Kampach* pour mettre à jour nos estimations en fonction des futures découvertes.
L'obtention de coûts énergétiques à l'échelle des sous-phases du Classique ancien comprend une composante chronologique particulièrement importante, qui explique la longueur du Chapitre 6 et notre attachement à l'élaboration et au raffinement des différentes séquences. Il sera donc également impératif de progresser dans la datation des épisodes de construction pour affermir les dynamiques d'investissement dans la construction monumentale et mieux modéliser la répartition de l'effort de construction à différentes échelles temporelles.

[93] Malheureusement, seule leur existence est attestée, et leurs dimensions sont presque totalement inconnues, comme on le verra au Chapitre 6.

Chapitre 5 : Méthodologie du calcul de la population de Naachtun au Classique ancien

Pour la quantification de la population de la Zone résidentielle de Naachtun au Classique ancien, nous considérons que l'approche la plus efficace part des vestiges résidentiels. La méthode principale que nous employons consiste à évaluer le taux d'occupation des patios de la Zone résidentielle à chaque sous-phase de la période d'étude, à en extrapoler le nombre de patios occupés à un moment donné et à multiplier ce nombre par un nombre moyen d'occupants par patio. L'échelle d'analyse optimale, la plus robuste, est, en effet, celle du patio, ou sous-unité résidentielle : nos données sont trop incomplètes pour travailler à l'échelle des structures, pour lesquelles il est difficile d'extrapoler l'évolution de l'occupation à leurs voisines. De plus, une estimation à l'échelle de précision des structures serait extrêmement sensible aux corrections à effectuer portant sur la chronologie à une très fine échelle, le caractère résidentiel ou non, et la présence de structures invisibles. Dans une approche à l'échelle du patio, ces critères perdent de leur impact. Une analyse à l'échelle des unités résidentielles manquerait de finesse, tant la composition de la Zone résidentielle de Naachtun est hétérogène, avec des unités résidentielles dont la morphologie et la composition évoluait au fil du temps. Une occupation pour une phase donnée dans un secteur d'une unité résidentielle n'implique aucunement que l'ensemble de l'unité résidentielle ait été occupé à ce moment, du fait de la croissance et de la décroissance des unités au cours du temps. Le même type de dynamiques existe à l'échelle des patios, mais encore une fois, la marge d'erreur est bien plus réduite. Cette méthode de calcul, qui semble théoriquement simple, demande de passer par un certain nombre d'étapes intermédiaires. Il faut, d'un côté, parvenir à évaluer le nombre de patios occupés à un moment donné de l'histoire du site. D'un autre côté, il faut estimer le nombre moyen d'occupants d'un patio, en tenant compte de deux données primordiales : d'une part, dans une optique diachronique, la morphologie et la composition (ainsi que le nombre d'habitants) de tout patio changent au cours des siècles que dure son occupation (Schacht 1981), d'autre part, dans une optique synchronique, tous les patios ne sont pas de dimensions et de composition égales. Certains ne sont composés que d'une structure visible, d'autres sont beaucoup plus complexes, il faut donc établir des typologies des patios tenant compte de ces différences.
Par conséquent, il faut croiser l'ensemble de ces données pour obtenir un nombre moyen d'habitants par patio de chaque sous-type à chaque sous-phase, à multiplier par le nombre de patios de chaque sous-type occupé au cours de chaque sous-phase. La première section de ce chapitre (5.1) décrit les typologies des unités résidentielles et des patios. La deuxième (5.2) détaille la méthode d'estimation du nombre d'habitants par patio et la troisième (5.3) les corrections permettant d'ajuster les estimations. C'est à la quatrième section (5.4) que nous calculons effectivement le nombre moyen d'habitants pour chaque type de patio à chaque sous-phase. La cinquième section (5.5) discute le programme de sondages permettant la datation des patios et l'établissement du pourcentage d'occupation de chaque type de patio pour chaque sous-phase de l'histoire de Naachtun (le calcul sera effectué au Chapitre 7). Enfin, une sixième section (5.6) aborde le cas spécifique du Groupe B, dont la population fait l'objet d'une méthode d'estimation différente.

5.1 Typologies des unités résidentielles et des patios

La Zone résidentielle de Naachtun est un ensemble très hétérogène. Les modalités de regroupement des habitats étaient variées, de même que l'étaient les types de structures résidentielles. Pour cette raison, il est impossible de procéder à une analyse englobant uniformément toute la zone. Les indices de nombre d'habitants et les ajustements ne seront pas appliqués au nombre total d'unités résidentielles de la Zone résidentielle, mais aux quantités par catégorie de patio, catégories appartenant à des typologies qui seront exposées dans la présente section.

Nous avons donc recours à des typologies (au nombre de trois) traduisant au mieux la diversité des différents regroupements. L'estimation du nombre d'habitants se fait bien à l'échelle des patios (qui sont des sous-unités), mais les typologies prennent aussi en compte les unités résidentielles. En effet, structures et patios ne sont pas des éléments sociologiquement indépendants[94], au contraire des unités résidentielles (voir la critique par Webster 2018, p. 26, du travail de Puleston à Tikal). Pour une compréhension aussi fine que possible des dynamiques d'occupation des patios, leur typologie doit donc s'inscrire dans le cadre d'une typologie des unités résidentielles. C'est sur ce modèle de typologies imbriquées, à la double échelle des patios et des unités résidentielles, qu'a été pensé l'échantillonnage des secteurs à sonder pour la datation (voir la description de ce programme *infra*).
Lorsque l'on cherche à quantifier une occupation résidentielle pour une période donnée, comme, ici, le Classique ancien, on produit généralement un taux d'occupation des unités résidentielles ou des structures à cette période, que l'on applique ensuite au nombre total d'unités / de structures composant l'agglomération. Pour des sites à l'occupation longue et hétérogène, comme c'est le cas de Naachtun, cette méthodologie s'avère beaucoup trop simpliste, et échoue à traduire la diversité des occupations, car elle confond au sein d'un même calcul des regroupements humains de dimensions très différentes. A ce sujet, il faut prendre en compte deux critères majeurs. D'une part, le fait que la Zone résidentielle de Naachtun regroupe des unités résidentielles à la morphologie très variée. Les plus petites ne sont composées que d'une seule structure isolée, alors que la plus grande (6M22) compte 55 structures réparties autour de 19 patios. Il en est de même pour les patios. Certains ne comportent qu'une seule structure, d'autres sont composés de six édifices (rarement plus). On comprend aisément, dans ces conditions, qu'il n'y aurait aucun sens à dériver des chiffres absolus de population de pourcentages englobant l'ensemble d'une zone résidentielle composée d'unités aussi différentes les unes des autres. Il est nécessaire de tenir compte du poids relatif des différents types d'unités dans le calcul, puisqu'une unité résidentielle composée de 30 ou 50 structures pèse bien entendu beaucoup plus lourd dans la population totale qu'une structure isolée. Les 14 unités résidentielles les plus grandes (types D1 et D2 de la Typologie de Croissance présentée par la suite), qui représentent moins de 12 % des 119 unités résidentielles, regroupent 90 patios, soit 40 % de tous les patios de la zone résidentielle et 242 structures (également 40 % du total).
Le deuxième critère qu'il faut prendre en compte, c'est la question chronologique, celle de la durée. À Naachtun comme dans la plupart des sites des Basses Terres centrales, les monticules cartographiés correspondent, à une écrasante majorité, à des occupations du Classique récent. À Tikal, Culbert, Kosakowsky *et al.* (1990, p. 113) considéraient que 95 % des monticules avaient une occupation pour la phase Imix (700-830 apr. J.-C.), et ce, sans compter, donc, les phases Ik (600-700 apr. J.-C.) et Eznab (830-930 apr. J.-C.), également récentes. A Naachtun, même si un certain nombre de lots mal datés parasite l'analyse (la question sera traitée au Chapitre 7), il est avéré que toutes les unités résidentielles, sans la moindre exception, ont connu une occupation au cours du Classique récent ou terminal. Les unités résidentielles dont on observe les vestiges à l'heure actuelle peuvent donc être le fruit de siècles de croissance, et il serait faux de croire que le poids relatif des unités dans leur état final est nécessairement un reflet fidèle de ce que ce poids relatif pouvait être au Classique ancien. C'est-à-dire qu'il faut appliquer deux réductions à l'état Classique récent (d'occupation maximale) de la Zone résidentielle pour obtenir l'état Classique ancien : d'abord, éliminer les unités résidentielles qui n'existaient pas au Classique ancien (et qui datent pour la plupart du Classique récent). Mais ensuite, au sein des unités résidentielles occupées au Classique ancien, il faut établir une nouvelle réduction tenant compte de leur croissance (généralement, mais pas systématiquement, positive) entre le Classique ancien et le Classique récent. Dans ce cadre, il faut parvenir à établir une typologie exprimant, autant que cela est

94 Sauf, bien entendu, dans le cas des structures isolées, où la structure peut être indépendante (mais voir les scrupules de Goudiaby [2018] sur le cas de 6N1 à Naachtun), et dans celui des unités résidentielles à un seul patio, où ce patio est, également, indépendant.

possible, la croissance des patios et des unités résidentielles entre leur état Classique ancien et leur état Classique récent.
Sur la question de savoir si l'état final de la zone résidentielle correspond à un état réel de l'occupation à un moment donné de l'histoire de Naachtun, nous considérons que travailler à l'échelle des patios nous permet de donner la réponse la plus fine possible, compte tenu des impératifs de terrain (c'est-à-dire que l'idéal serait de fouiller chaque structure, ce que est bien entendu impossible). En effet, nos sondages ont apporté la preuve que la morphologie des unités résidentielles telles qu'elles sont relevées ne correspond à aucun état réel de l'occupation de Naachtun (parce que des patios ont pu être abandonnés avant la fin du Classique récent). En revanche, à l'échelle des patios, nous considérons que leur morphologie finale correspond bel et bien à un état réel de l'occupation (dont la date importe peu, mais qui devait être, pour la plupart, la fin du Classique récent, Ma'ax III). Plus exactement, nous acceptons la possibilité que certaines structures d'un patio aient été abandonnées avant la fin de l'occupation de ce patio, mais les patios ne comptant, en majorité, qu'une à six structures, dont plusieurs non résidentielles, l'erreur est forcément beaucoup plus limitée que pour les unité résidentielles qui peuvent compter plusieurs dizaines de structures.

5.1.1 Typologie Morphologique des unités résidentielles de Naachtun

Une première typologie des unités résidentielles a été établie. Elle ne tient pas compte de l'aspect chronologique et s'appuie uniquement sur la morphologie des unités dans leur état final, tel que relevé lors des prospections. Il s'agit donc de la **Typologie Morphologique** des unités résidentielles de Naachtun. Cette typologie répartit les 119 unités résidentielles de la Zone résidentielle de Naachtun en six classes, divisées en quatorze types. Le critère principal différenciant une classe d'une autre est le nombre de patios. Le critère suivant est la morphologie des structures : superficie des structures, présence ou non de structures voûtées, hauteur des monticules.

5.1.1.1 Classe I

La Classe I (Figure 22) correspond aux unités résidentielles composées d'une structure isolée, qui sont au nombre de 26 dans la Zone résidentielle (22 % des unités résidentielles). La Classe I est divisée en trois types, en fonction de la surface des structures.

Le **Type Ia** correspond aux très petites structures, dont la surface couverte est inférieure à 10 m². Six unités résidentielles (et, par définition, autant de structures) appartiennent à ce type. Il est probable qu'une bonne partie des structures passées inaperçues lors de la prospection s'ajoute à ce total.

Le **Type Ib** regroupe les unités résidentielles à une structure isolée que l'on qualifiera de moyennes, avec une surface intérieure comprise entre 10 et 30 m². Elles sont au nombre de treize. En réalité, ces structures ont, dans leur majorité, une surface intérieure inférieure à la surface moyenne des structures de Naachtun, qui est de 21,69 m². La surface moyenne des structures isolées de Naachtun est, elle, de 22,05 m². La surface moyenne des structures du Type Ib est de 18,85 m². On renvoie à la discussion de la taille minimale des structures résidentielles, à comparer avec les moyennes présentées ici.

Enfin, le **Type Ic** regroupe sept unités résidentielles composées d'une très grande structure isolée, dont la surface intérieure est supérieure à 30 m². Elles peuvent être voûtées ou non.

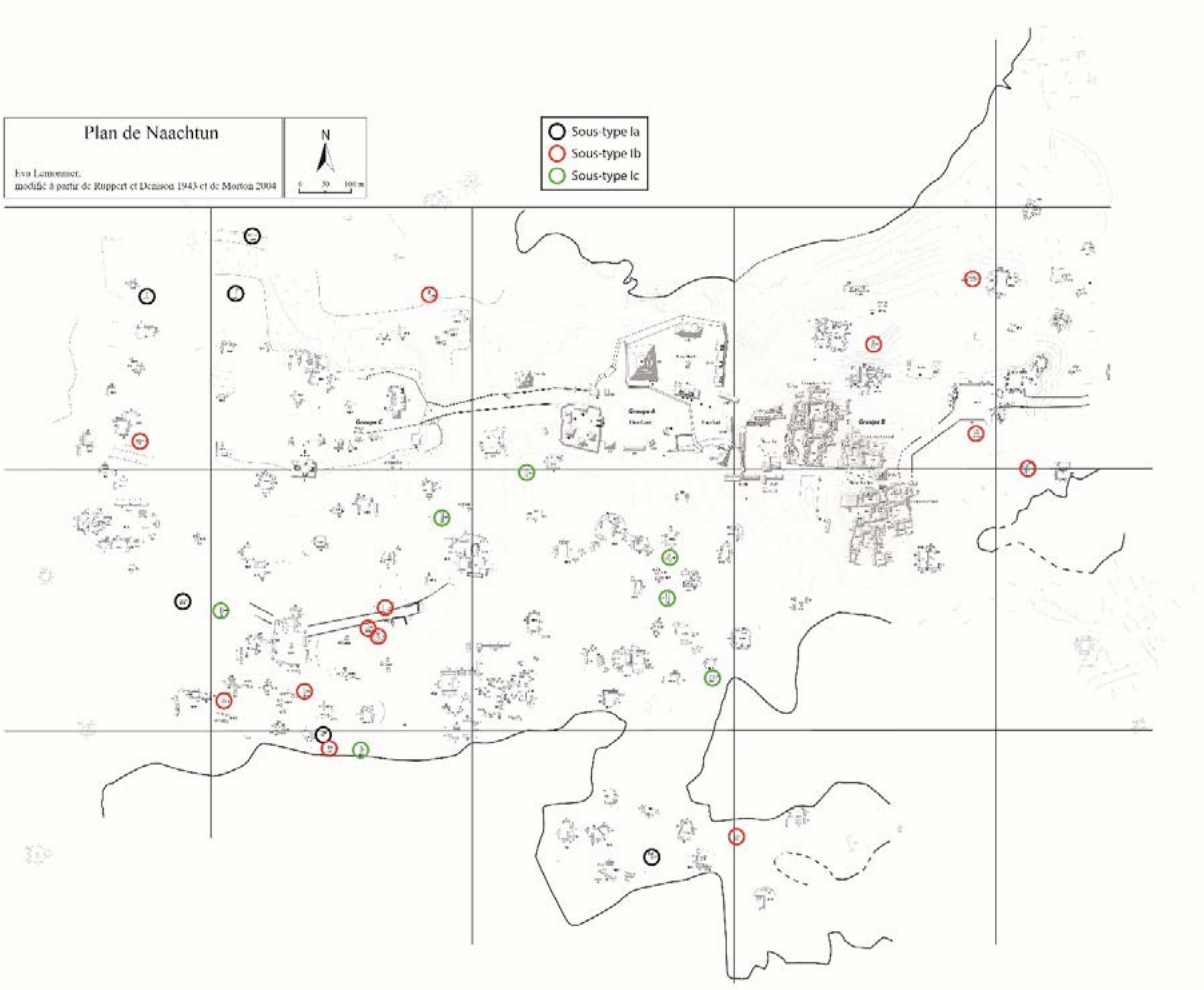


Figure 22. Localisation dans la Zone résidentielle des unités résidentielles de Classe I de la Typologie Morphologique.

5.1.1.2 Classe II

La Classe II (Figure 23) correspond aux unités résidentielles organisées autour d'un patio. Elles sont 49 (41,2 % des unités résidentielles de la Zone résidentielle de Naachtun). C'est le modèle du *patio-group* proposé par Ashmore (1981, pp. 49-51). Il est bel et bien le type le plus fréquent dans la Zone résidentielle de Naachtun (Tableau 5), devant les types à deux patios et les structures isolées. On peut mentionner, d'emblée, que le type *informal* proposé par Ashmore (*ibid*., p. 51) est inexistant à Naachtun, dans la mesure où toutes les unités résidentielles comptant plus d'une structure sont nettement organisées autour d'un patio (il demeure possible que certaines structures donnent sur l'extérieur du patio au lieu d'ouvrir vers son centre, un cas avéré pour d'autres sites, comme La Joyanca [Lemonnier 2006], mais jamais encore détecté à Naachtun). Les patios des unités résidentielles de la Classe II sont entourés par

deux à six structures. A Naachtun, rares sont les unités résidentielles de cette classe[95], dans lesquelles un patio est entouré par plus de six structures. L'Unité résidentielle 5N6 pourrait constituer une exception, avec peut-être sept structures et il existe aussi un cas particulier très peu représentatif, l'Unité résidentielle 7N39, où l'on trouve deux très petits monticules (peut-être s'agit-il d'autels ?) au centre du patio. Il existe plusieurs variantes au sein de la Classe II : elles concernent le nombre des structures et leur morphologie.

Le **Type IIa** comprend les unités résidentielles composées par deux structures, aucune n'étant voûtée. Elles sont au nombre de cinq.

Le **Type IIb** regroupe les unités résidentielles à un patio comprenant plus de deux structures, mais aucune structure voûtée. En pratique, ces unités comportent trois ou quatre structures : toutes les unités résidentielles composées par plus de quatre structures possèdent au moins une structure voûtée. Il y a sept unités de Type IIb.

Le **Type IIc** correspond aux unités résidentielles composées par deux structures, dont au moins une est voûtée (les deux peuvent l'être). Onze unités résidentielles appartiennent à ce type.

Le **Type IId** correspond aux unités résidentielles comptant de trois à six structures, dont au moins une est voûtée, organisées autour d'un patio. On trouve, dans la Zone résidentielle de Naachtun, 26 unités résidentielles de Sous-type IId, ce qui en fait, de très loin, le type le plus fréquent du site (Tableau 5).

95 Les patios comptant plus de six structures sont très rares dans l'ensemble du site, et ne sont trouvés qu'autour de places, dans les très grandes unités résidentielles.

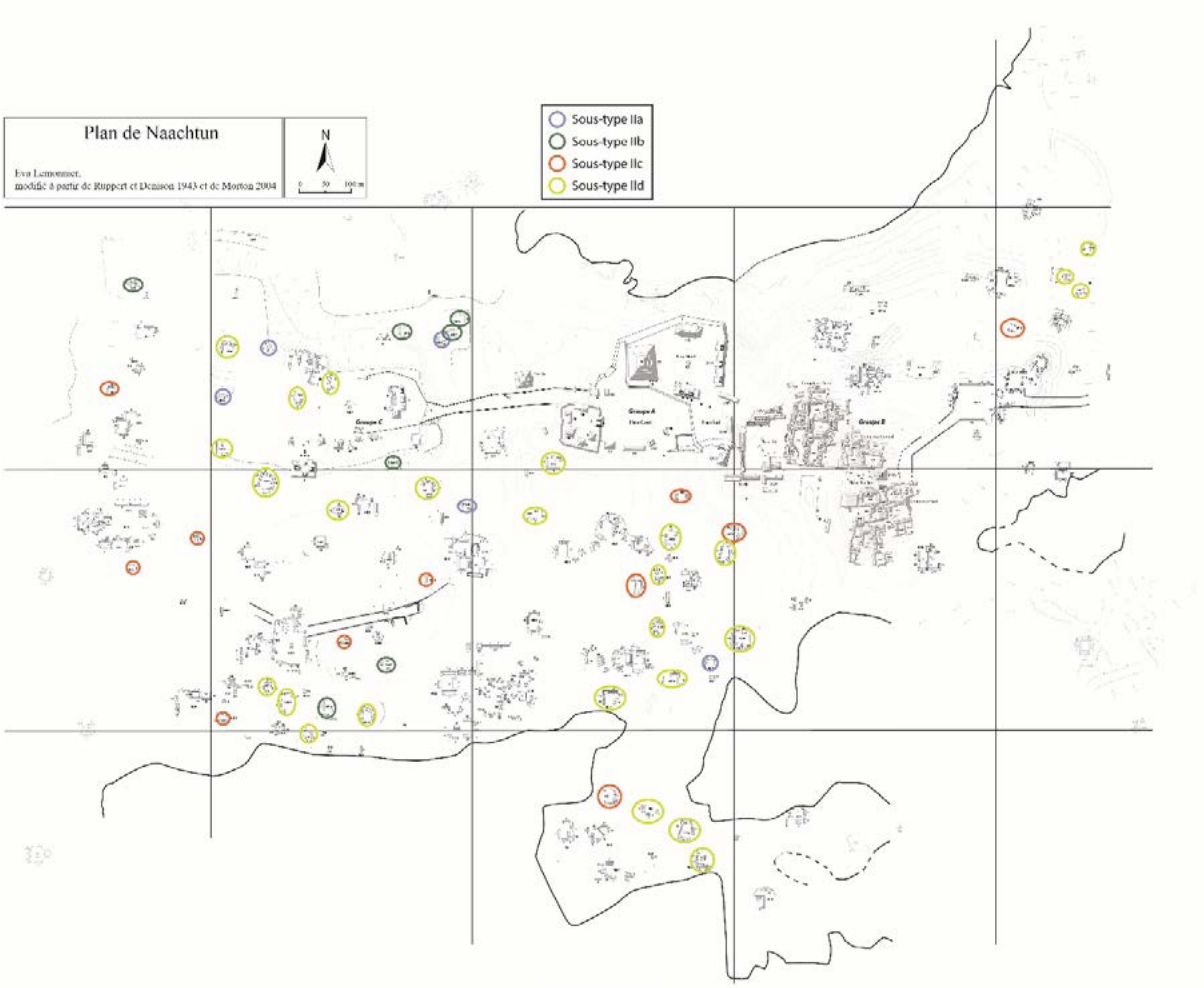


Figure 23. Localisation dans la Zone résidentielle des unités résidentielles de Classe II de la Typologie Morphologique.

5.1.1.3 Classe III

La Classe III (Figure 24) correspond aux unités résidentielles organisées autour de deux patios. On en dénombre 29 dans la zone résidentielle de Naachtun, soit 24,37 % des 119 unités résidentielles. Il existe trois variantes.

Le **Type IIIa** regroupe les quelques unités (il y en a seulement trois dans la zone résidentielle) comptant, en tout et pour tout, trois ou quatre structures, très éloignées les unes des autres, qui définissent deux patios très ouverts.

Le **Type IIIb** correspond aux unités résidentielles dans lesquelles il existe un fort déséquilibre d'échelle entre les deux patios. On y distingue, de manière nette, un patio principal, bien délimité par trois à six structures, l'une d'entre elles, au moins, étant voûtée. L'autre patio n'est composé que par une ou deux structures, rarement voûtées et souvent plus petites que celles du patio principal. Le Type IIIb regroupe dix unités résidentielles. On peut donner trois explications différentes à l'existence de ce modèle très déséquilibré : dans certains cas, le patio secondaire pourrait être un patio embryonnaire, correspondant à un état de croissance du groupe résidant. Dans d'autres cas, il pourrait éventuellement s'agir du logement de serviteurs ou tout autre rang social inférieur à celui des habitants du patio principal, tenus à l'écart du patio principal tout en restant à proximité (un modèle évoqué par Haviland 1981, p. 102

pour le Groupe 7F-1 de Tikal, même si dans ce cas précis, il est avéré que les habitants de la structure principale avaient un très haut rang social, ce qui n'est pas nécessairement le cas - ou, plus exactement, qui reste à vérifier - dans les unités résidentielles du Type IIIb à Naachtun). Même si les occupants font partie de la même famille élargie dans les deux patios, selon la logique des modèles d'Haviland (1988) et de Wilk (1988), un statut inférieur au sein de la famille (par exemple, pour un cadet) pourrait reléguer certains membres du groupe de parenté loin de l'emplacement de la maison du fondateur et des espaces d'activités communes (voir aussi Carmean *et al.* 2011, p. 154). Enfin, la structure additionnelle est, dans certains cas (par exemple, l'Unité résidentielle 6N74), un oratoire dédié à la pratique rituelle.

Le **Type IIIc** regroupe les unités résidentielles à deux patios pour lesquelles il n'existe pas de déséquilibre majeur entre les deux patios. Même si l'un des deux peut compter plus de structures que l'autre, le patio secondaire n'est pas embryonnaire. On trouve seize unités résidentielles appartenant au Type IIIc dans la Zone résidentielle de Naachtun.

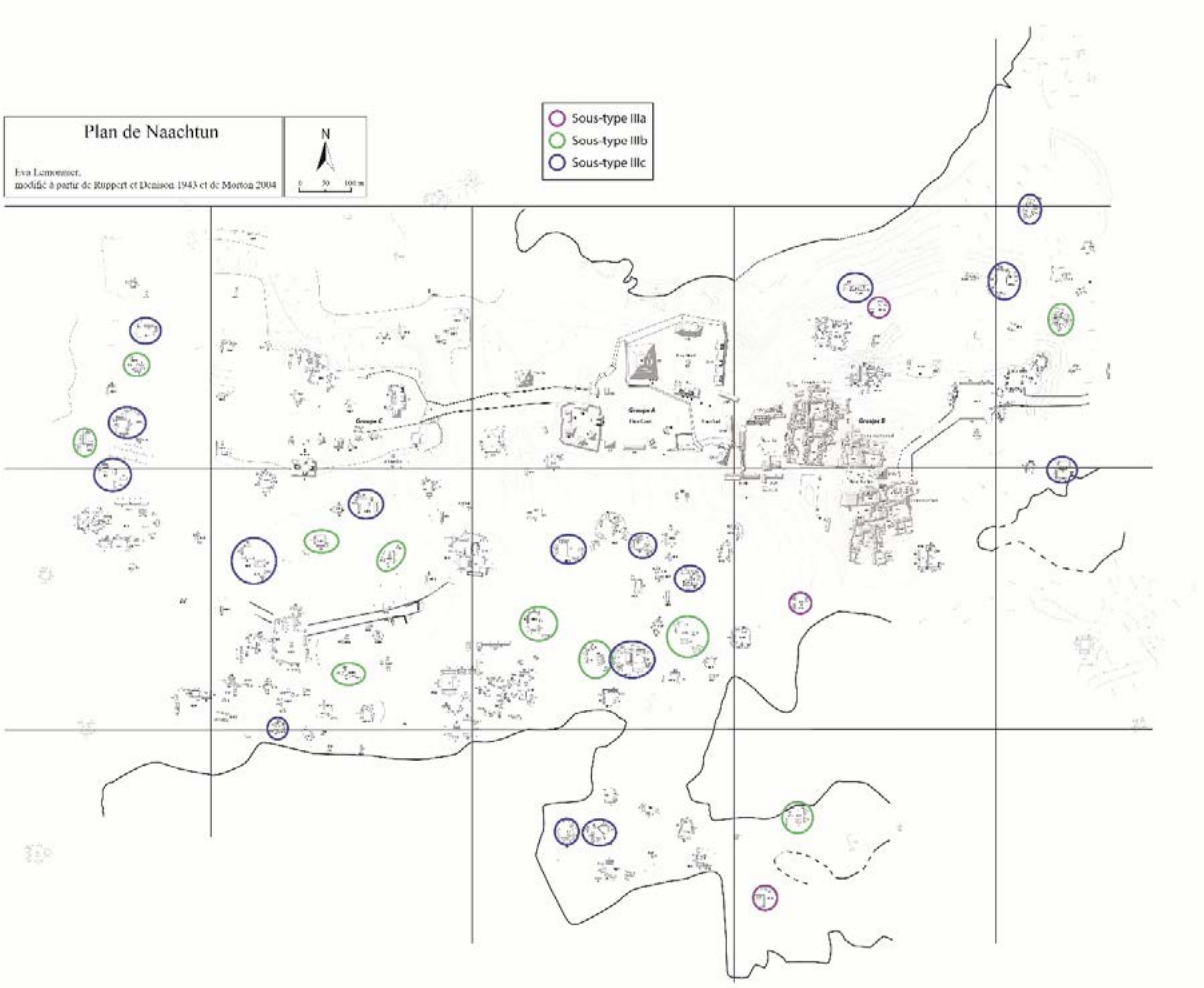


Figure 24. Localisation dans la Zone résidentielle des unités résidentielles de Classe III de la Typologie Morphologique.

5.1.1.4 Classe IV

La Classe IV (Figure 25) regroupe les quelques unités résidentielles organisées autour de trois patios. On en trouve cinq dans la Zone résidentielle de Naachtun, soit 4,2 % des 119 unités résidentielles.

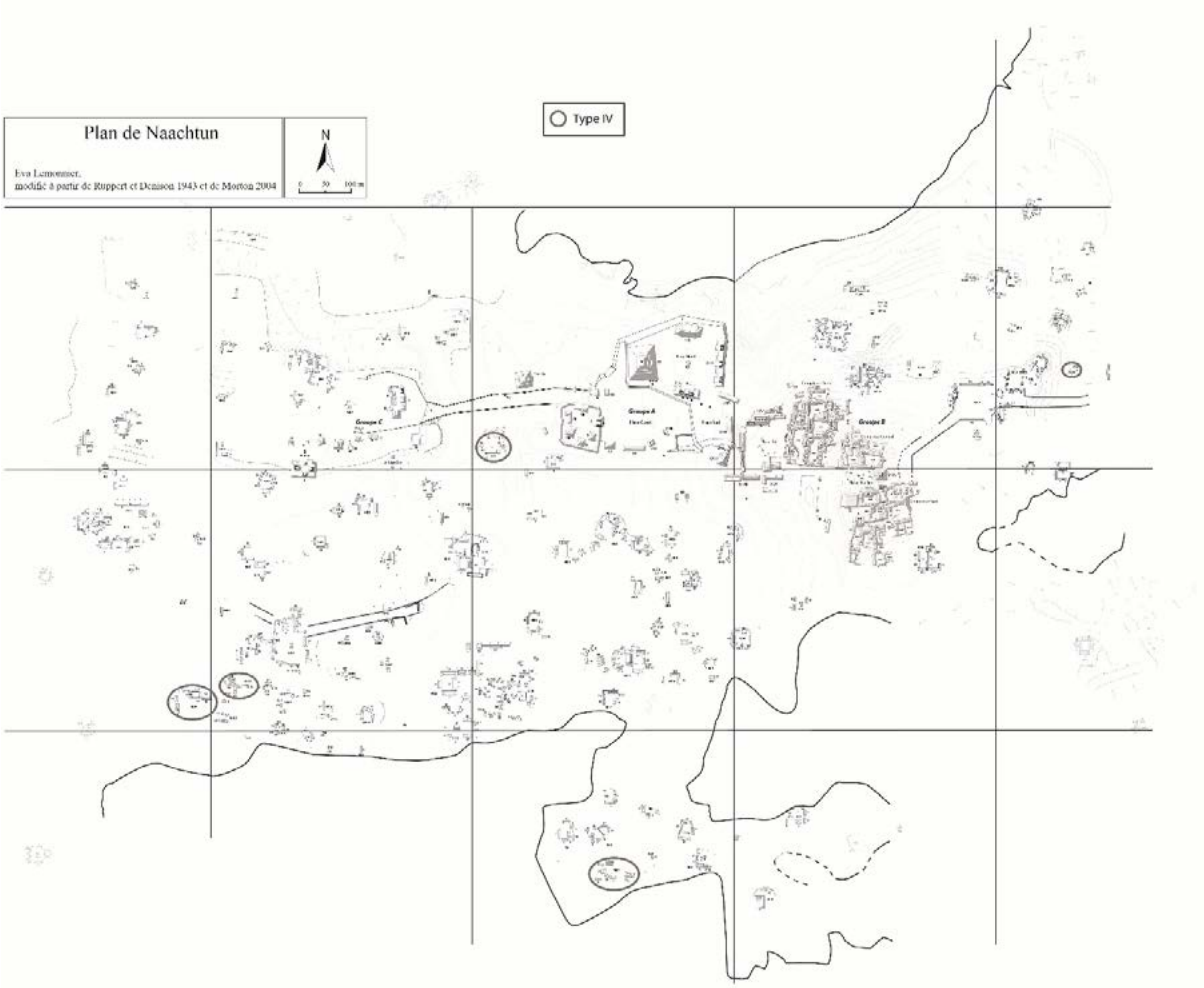


Figure 25. Localisation dans la Zone résidentielle des unités résidentielles de Classe IV de la Typologie Morphologique.

5.1.1.5 Classe V

La Classe V (Figure 26) correspond aux unités résidentielles comprenant plus de trois patios, mais pas de structure résidentielle de plus de 3 m de haut. On trouve sept grandes unités résidentielles appartenant à cette classe à Naachtun (5,9 % des 119 unités résidentielles).

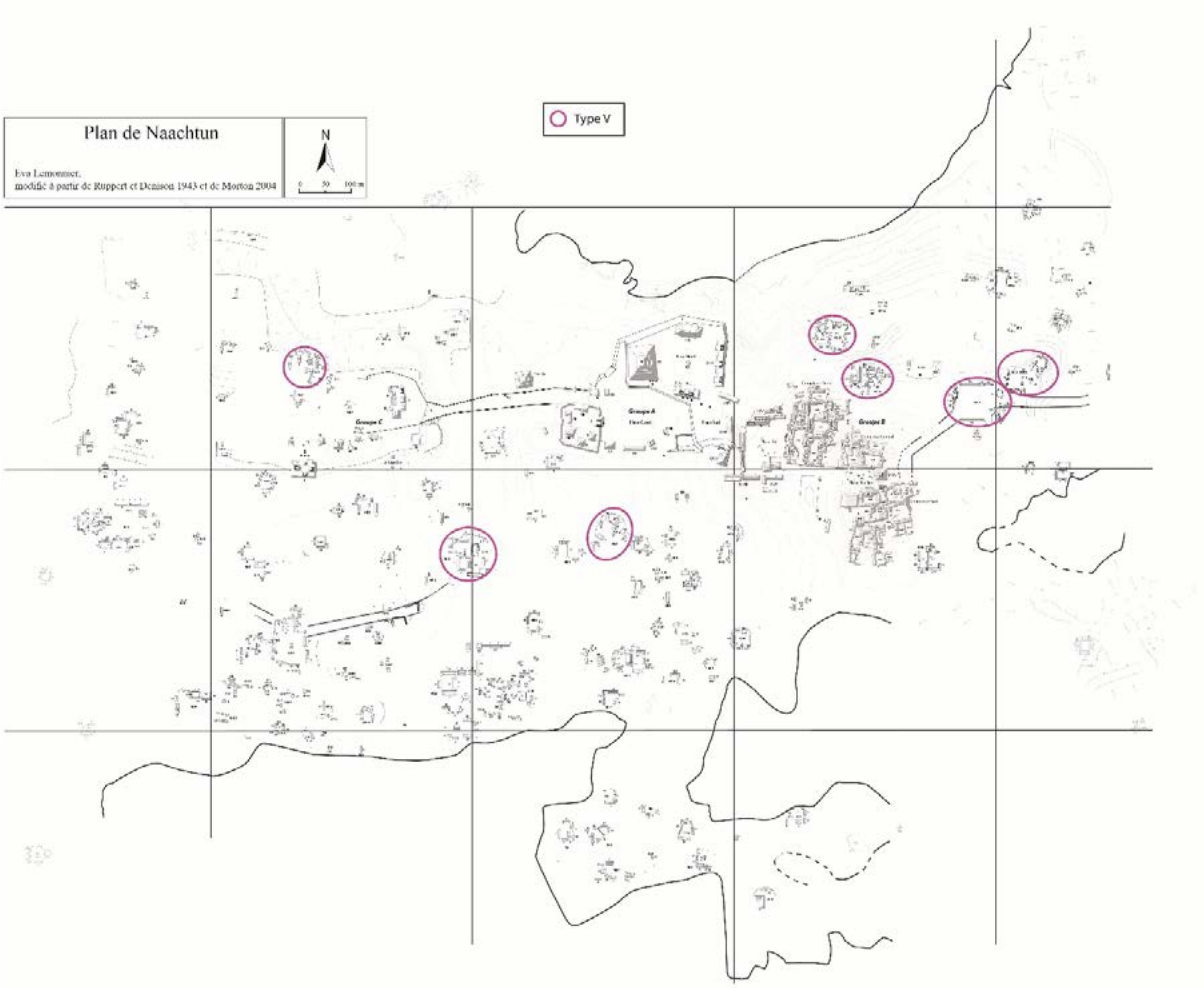


Figure 26. Localisation dans la Zone résidentielle des unités résidentielles de Classe V de la Typologie Morphologique.

5.1.1.6 Classe VI

La Classe VI (Figure 27) correspond aux très grands complexes, organisés autour de cinq patios ou plus, comprenant une place et au moins une structure résidentielle de plus de 3 m de haut. On trouve trois unités résidentielles de Classe VI à Naachtun (2,5 % des 119 unités résidentielles). Il faut, toutefois, établir une distinction entre un **Type VIb**, formé par la seule Unité résidentielle 6M22, qui se démarque nettement des deux autres unités, qui appartiennent au **Type VIa** (6L13 et 6M74). 6L13 et 6M74 sont très semblables entre elles : elles comptent, respectivement, neuf et huit patios, 24 et 27 structures, pour un espace habitable couvert de 724 et 787 m^2. L'Unité résidentielle 6M22 est deux fois plus imposante que les unités citées, avec 19 patios, 55 structures, et une superficie couverte de 1 496 m², ce qui justifiait la création d'un type. On remarquera que ces trois grandes unités sont beaucoup plus éloignées de l'Épicentre que les grandes unités de Type V, qui se trouvent toutes à une proximité relative de celui-ci. Cette organisation spatiale méritera une étude poussée dans le futur. Elle entre, en tout cas, en nette contradiction avec le modèle concentrique des cités mayas (discuté, et rejeté, dans un prochain chapitre, sous-partie 9.1.7.2), puisque l'on peut considérer que ces très grandes unités étaient le lieu d'habitation de familles élitaires (Wilk 1988).
Cette typologie permet donc d'éviter de mêler dans une même analyse des unités résidentielles au poids démographique parfois très différent.

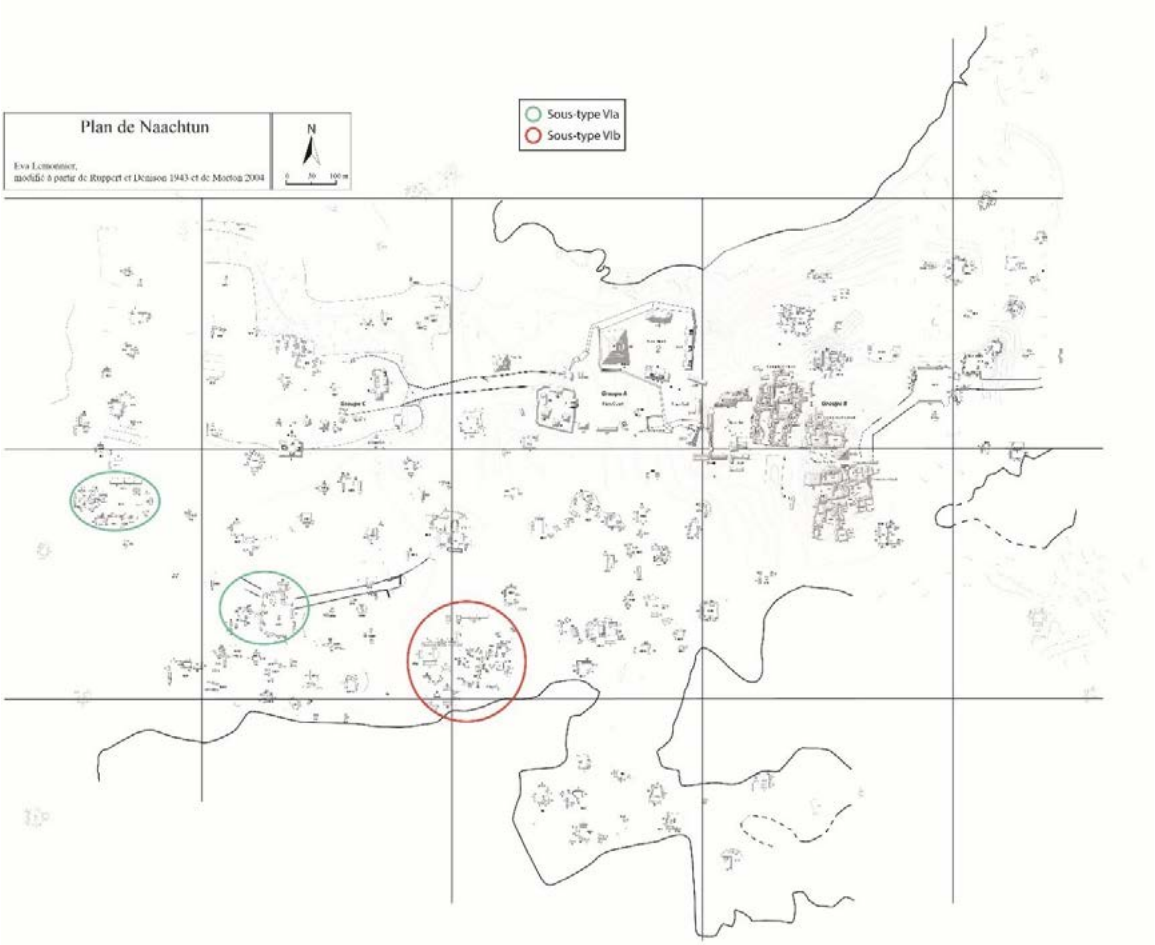


Figure 27. Localisation dans la Zone résidentielle des unités résidentielles de Classe VI de la Typologie Morphologique.

Tableau 5. Nombre et pourcentage d'unités résidentielles (sur les 119 de la Zone résidentielle) appartenant à chaque classe et type de la typologie morphologique des unités résidentielles.

Classe	Nombre	Pourcentage	Type	Nombre	Pourcentage
I	**26**	**21,85**			
			Ia	6	5,04
			Ib	13	10,92
			Ic	7	5,88
II	**49**	**41,18**			
			IIa	5	4,20
			IIb	7	5,88
			IIc	11	9,24
			IId	26	21,85
III	**29**	**24,37**			
			IIIa	3	2,52
			IIIb	10	8,40
			IIIc	16	13,45
IV	**5**	**4,20**			
V	**7**	**5,88**			
VI	**3**	**2,52**			
			VIa	2	1,68
			VIb	1	0,84
Total	**119**	**100**	Total	119	100

5.1.2 Typologie de Croissance des unités résidentielles de Naachtun

La deuxième typologie des unités résidentielles introduit le critère de la durée (sans abandonner pour autant l'aspect morphologique). Elle est moins neutre que la seule typologie morphologique dans le sens où elle implique une partie d'interprétation de notre part quant au modèle de croissance auquel nous considérons que les unités obéissent. Il y a, ici, une part incompressible d'arbitraire. Cette modélisation de la croissance s'appuie sur les résultats de fouilles extensives d'unités résidentielles de Naachtun et d'autres sites des Basses Terres, mais surtout sur le programme de sondages des unités résidentielles de la Zone résidentielle de Naachtun, décrit *infra*.

5.1.2.1 La croissance morphologique des unités résidentielles

Pour justifier cette typologie de croissance des unités, il est nécessaire de tenter de comprendre les processus de croissance et d'agglomération des structures autour des patios, puis, de la même manière, de fondation de nouveaux patios pour former des unités à patios multiples, qui aboutissent à l'état final des unités résidentielles. On considère que les unités résidentielles croissent au cours du temps, à partir de la résidence d'un fondateur (Haviland 1982 ; 1988 ; voir aussi Marken 2011, p. 237). Ses descendants s'installeraient à proximité de cette maison, et c'est ainsi que les structures seraient peu à peu édifiées autour du patio. Au bout d'un certain temps, cette croissance ininterrompue impliquerait la création de nouveaux patios accolés au premier (Haviland 1981, p. 101). Selon cette logique, la durée d'occupation du patio, puis de l'unité résidentielle, est reflétée par le nombre de structures : plus une unité résidentielle compte de structures, plus elle a été longuement occupée.
Haviland (1988) a présenté un modèle de croissance familiale pour expliquer l'évolution d'une unité résidentielle fouillée à Tikal, d'une simple structure isolée à un patio entouré de cinq structures. Longtemps, la structure reste isolée, puis, de manière assez soudaine, de nouvelles structures sont ajoutées. La seule dynamique démographique peut expliquer cette croissance rapide : il suffit que plusieurs fils d'un couple parviennent à se marier pour que la construction de nouvelles structures soit

rapidement nécessaire. Haviland *(ibid.)* plaçait son modèle dans le contexte d'une société patrilocale, mais Wilk (1988, pp. 140-141) ou M.-C. Arnauld, Michelet et Nondédéo (2013, p. 486) rappelaient que rien n'indique que ce soit ce seul système qui ait été en cours à la période classique (si les terres agricoles étaient rares, comme c'était probablement le cas à Naachtun, au moins au Classique récent, le système patrilocal était peut-être, tout de même, privilégié, *ibid.,* p. 486). Supposons, à l'inverse, que les stratégies matrimoniales échouent, que les descendants partent vivre dans l'unité résidentielle occupée par leur belle-famille ou que plusieurs descendants meurent avant de pouvoir se marier : il n'y a pas, dans ce cas, de construction de nouvelle structure, et le patio peut même être abandonné dans les cas extrêmes (voir l'interprétation par M.-C. Arnauld, Michelet et Nondédéo 2013, p. 479 d'espaces prévus dans des structures de Río Bec pour accueillir le logement de futurs ménages, mais finalement jamais construits). On ne doit pas négliger l'existence des multiples cas d'échec économique ou démographique : toutes les familles ne parvenaient pas à vivre selon le modèle idéal de regroupement, comme le soulignait Wilk (1988, pp. 136, 140), qui rappelait par ailleurs que l'on peut généralement lier la taille et la complexité d'une unité résidentielle à la richesse de ses occupants principaux *(ibid.).*

Il est difficile de généraliser le taux de croissance des patios, puisqu'il était en grande partie soumis à des aléas démographiques. Il y a, de plus, d'autres logiques que l'accroissement progressif des unités par croissance naturelle du groupe familial qui expliquent la morphologie des unités résidentielles. La croissance des unités peut également s'expliquer par des stratégies d'ordre social ou économique : voir les études de cas développées par M.-C. Arnauld (1999). On peut supposer, avec Haviland (2003, pp. 132-133) ou M.-C. Arnauld, Lemonnier, Forné *et al.* (2017) qu'il existait des stratégies sociales d'absorption des habitants des petites unités résidentielles par les grandes familles cherchant à augmenter leurs capacités économiques, ce qui passait par l'accroissement du nombre d'occupants du groupe domestique (Wilk 1988). Nous considérons que de telles dynamiques ont pu avoir lieu dans la Zone résidentielle de Naachtun, et que certaines catégories de notre Typologie de Croissance décrite par la suite y répondent. Ces mécanismes, essentiellement classiques récents, sont étudiées de manière plus détaillé dans d'autres travaux (Hiquet, Sion *et al.* 2023).

A l'inverse, on considère qu'une unité résidentielle comptant peu de structures témoigne d'une courte durée de vie (avant l'échec démographique ou l'absorption par un groupe plus puissant socialement). Par extension, en simplifiant les choses, on pourrait aussi émettre l'hypothèse qu'une unité comptant de nombreuses structures est plus ancienne qu'une unité comptant très peu de structures. Comme nous le verrons, à Naachtun, ces tendances générales ne se vérifient pas systématiquement, loin s'en faut. C'est ce qui justifie la création d'une typologie de croissance nuancée et appuyée avant tout sur les résultats des sondages, tenant compte d'autant de modèles de croissance que possible.

Au cas par cas, nous notons donc de nombreuses exceptions aux modèles énoncés plus haut : plusieurs unités résidentielles composées d'une ou deux structures présentent de très longues séquences d'occupation. La Structure 7M-5 de Naachtun (Sondage 74) en est un exemple éloquent, avec sa séquence d'occupation et de construction longue et probablement ininterrompue, concentrée sur une seule structure isolée. A l'inverse, des unités organisées autour de plusieurs patios, composées d'une quinzaine de structures dans le cas de l'Unité 6M10 (Sondages 2 et 3 de l'Opération II.2), semblent n'avoir qu'une très faible profondeur chronologique, et ne sont fondées qu'au Classique récent. Pour certaines unités résidentielles, principalement les plus modestes, il faut même reconnaître la possibilité d'une décroissance entre le Classique ancien et le Classique récent. Sur le site rural de Nojol Nah, au nord du Belize, les deux structures de la Plate-forme NOS 1 ont été construites et occupées au Classique ancien, mais seule l'une d'entre elles a été occupée et réaménagée au Classique récent, alors que la deuxième a été abandonnée au Classique ancien (G. Hammond 2011, pp. 71-91). Il en est de même avec le groupe BVS-007 de Buenavista del Cayo, qui présente la même morphologie et la même dynamique d'occupation, même s'il pourrait ne pas être domestique (Peuramaki-Brown 2012, p. 109). Seules des fouilles plus extensives pourraient mettre en évidence de telles dynamiques à Naachtun.

On considère que l'état actuel de la Zone résidentielle prise dans son ensemble ne représente strictement aucun moment de l'occupation de Naachtun. Toutefois, toutes les unités et sous-unités ont été occupées d'une manière ou d'une autre (c'est-à-dire, sans que cela implique nécessairement des

constructions ou même une occupation permanente) au Classique récent ou terminal, sans la moindre exception (les datations obtenues par sondage seront abordées de manière plus précise dans la suite de ce chapitre). Dès lors, il est probable que l'occupation à la fin de la sous-phase Ma'ax III soit la plus proche de l'état final de la Zone résidentielle, visible actuellement.
Ce modèle général de croissance avec ses possibles exceptions ayant été discuté, procédons à la présentation de la Typologie de Croissance des unités résidentielles de la Zone résidentielle de Naachtun. Elle comporte quatre classes divisées en neuf types.

5.1.2.2 Classe A

Le Type A (Figure 28) correspond aux 26 unités résidentielles constituées par une structure isolée (21,85 % des 119 unités résidentielles de Naachtun, Tableau 6).

Le **Type A1** correspond aux unités comprenant une structure isolée de petite taille (surface intérieure inférieure à 10 m²). Il regroupe les mêmes six unités résidentielles que le Type Ia de la Typologie Morphologique. Aucune de ces structures n'a été sondée. Qui plus est, de par leur apparence modeste, les unités de ce type ne constituent pas une cible pour les pilleurs, de sorte que nous ne disposons d'aucune donnée chronologique sur ces structures. Par définition, ce type d'unité résidentielle, qui théoriquement devrait n'être occupée que durant peu de temps, ne peut avoir changé entre le Classique ancien et le Classique récent.

Le **Type A2** correspond aux unités résidentielles constituées par une structure isolée moyenne ou grande (Types Ib et Ic de la Typologie Morphologique), soit 20 unités résidentielles. En termes de croissance entre le Classique ancien et le Classique récent, on considère que le nombre de structures par unité (=1) ne peut pas avoir augmenté, mais que la surface de cette structure peut, elle, avoir augmenté, dans des proportions que l'on méconnaît, faute de fouilles extensives de ces structures. Un sondage implanté auprès de la Structure isolée 7M-5 nous a, en effet, apporté la preuve que ce type d'unité pouvait avoir une longue histoire d'occupation, avec modifications architecturales (Sondage 74). En tout, six unités résidentielles de ce type ont été sondées, et trois présentaient une occupation claire du Classique ancien.

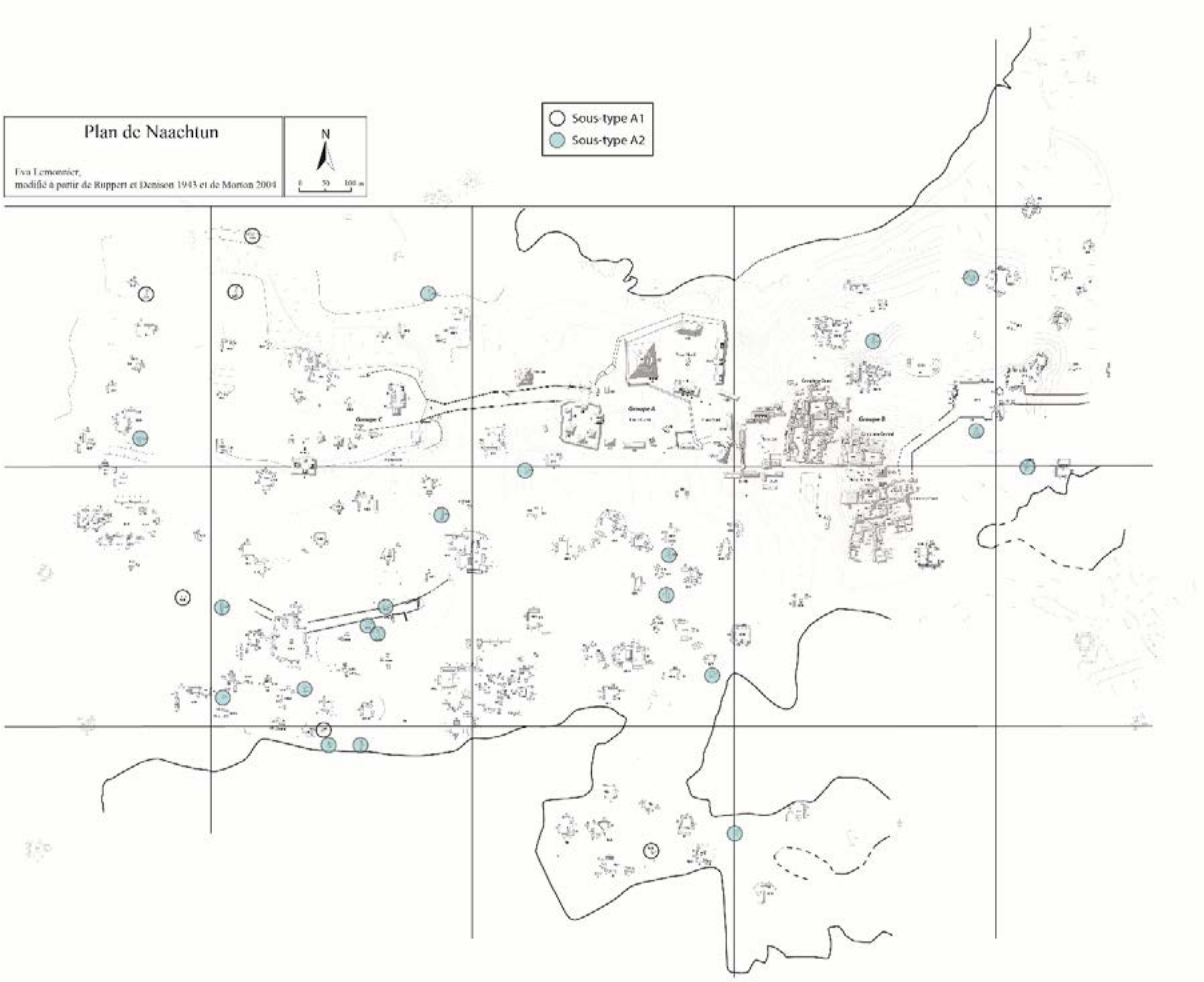


Figure 28. Localisation dans la Zone résidentielle des unités résidentielles de Classe A de la Typologie de Croissance.

5.1.2.3 Classe B

La Classe B (Figure 29) regroupe les unités résidentielles ne comptant qu'un seul patio. On en trouve 49, soit 41,2 % des unités résidentielles de Naachtun.

Le **Type B1** correspond aux unités résidentielles organisées autour d'un seul patio les moins développées : celles qui comptent seulement deux structures, ou bien trois à quatre structures non voûtées (il s'agit des Types IIa, IIb et IIc de la Typologie Morphologique). Le Type B1 regroupe 23 unités résidentielles, dont dix ont été sondées. La très grande majorité (neuf sur dix) d'entre elles ont connu une occupation au Classique ancien, dès Balam I dans quatre cas. S'il est difficile d'estimer le nombre de structures dont pouvaient être composées ces unités au Classique ancien, il est probable que la différence avec l'état final ait été faible, puisque même dans leur état final elles ne comptent qu'un petit nombre de structures.

Le **Type B2** correspond aux unités résidentielles organisées autour d'un patio, comprenant plus de deux structures, dont une voûtée (type équivalent au Type IId de la Typologie Morphologique). Le Type B2 regroupe 26 unités résidentielles, dont dix ont été sondées. Au moins neuf des dix unités résidentielles sondées furent occupées au Classique ancien. Il est donc évident qu'à Naachtun, les unités résidentielles organisées autour d'un seul patio sont occupées dès le Classique ancien, dans la très grande majorité

des cas. Toutefois, dans les unités résidentielles du Type B2, la différence de morphologie et de composition de l'unité entre le Classique ancien et le Classique récent peut être très marquée. L'Unité résidentielle 5N6, fouillée extensivement par Goudiaby et ses collègues, est un excellent cas d'étude. A l'apogée du groupe (Ma'ax III), six à sept structures, parfois augmentées de plates-formes, entouraient le patio. Mais tout au long du Classique ancien (l'unité fut fondée en Balam II), l'unité n'a compté qu'une seule structure, 5N-6 en Balam II (avec, peut-être, une plate-forme basse associée à l'est). 5N-8 semble avoir été construite au tout début du Classique récent, ou au plus tôt à l'extrême fin de Balam III (Goudiaby 2018 et documents de travail, 2019). On pourrait considérer que l'exemple de l'Unité résidentielle 5N6 est extrême et qu'il n'est pas tout à fait représentatif de la croissance des unités résidentielles entre le Classique ancien et le Classique récent : pour Goudiaby (2018, p. 251), cette unité résidentielle doit sa croissance classique récente à un apport extérieur de population. Il est possible que dans le cas d'autres unités résidentielles du Type B2, la croissance entre Classique ancien et Classique récent ait été moins brutale, mais à Naachtun, aucune unité de ce type n'est connue de manière plus détaillée que 5N6. Notons qu'à Tikal, Haviland (1982, p. 428) a mis en évidence des changements tout aussi profonds entre Classique ancien et Classique récent : « *Apparently, the groups of smaller residences, at least, usually seem to have begun as one or two houses alone, with others being added later on*[96] ». Voir aussi *in* Haviland (2003, p. 131), la comparaison, pour un échantillon de 25 unités résidentielles de Tikal, du nombre de structures résidentielles à leur création et à leur abandon. On voit qu'au moment de leur création, la plupart des unités résidentielles comptent une (N=14) ou deux (N=7) (ou un nombre indéterminé [N=5]) structures résidentielles. Un seul cas en comptait trois. Toujours à Tikal, dans le cadre de l'Unité résidentielle 2G-1, fondée au Classique récent, la structure fondatrice est longtemps (peut-être près de 100 ans) restée la seule et a été reconstruite à deux reprises avant que de nouvelles structures ne soient ajoutées (Haviland 1988, pp. 123-124), aboutissant très rapidement à un patio entouré par 5 structures. Il semble donc très probable que beaucoup de patios du Type B aient fortement évolué entre le Classique ancien et le Classique récent, et ce, peut-être de manière très rapide, à partir du début du Classique récent.

96 « Au minimum, les groupes composés des résidences les plus petites semblent n'avoir compté, à leur fondation, qu'une ou deux structures, les autres ayant été ajoutées par la suite. »

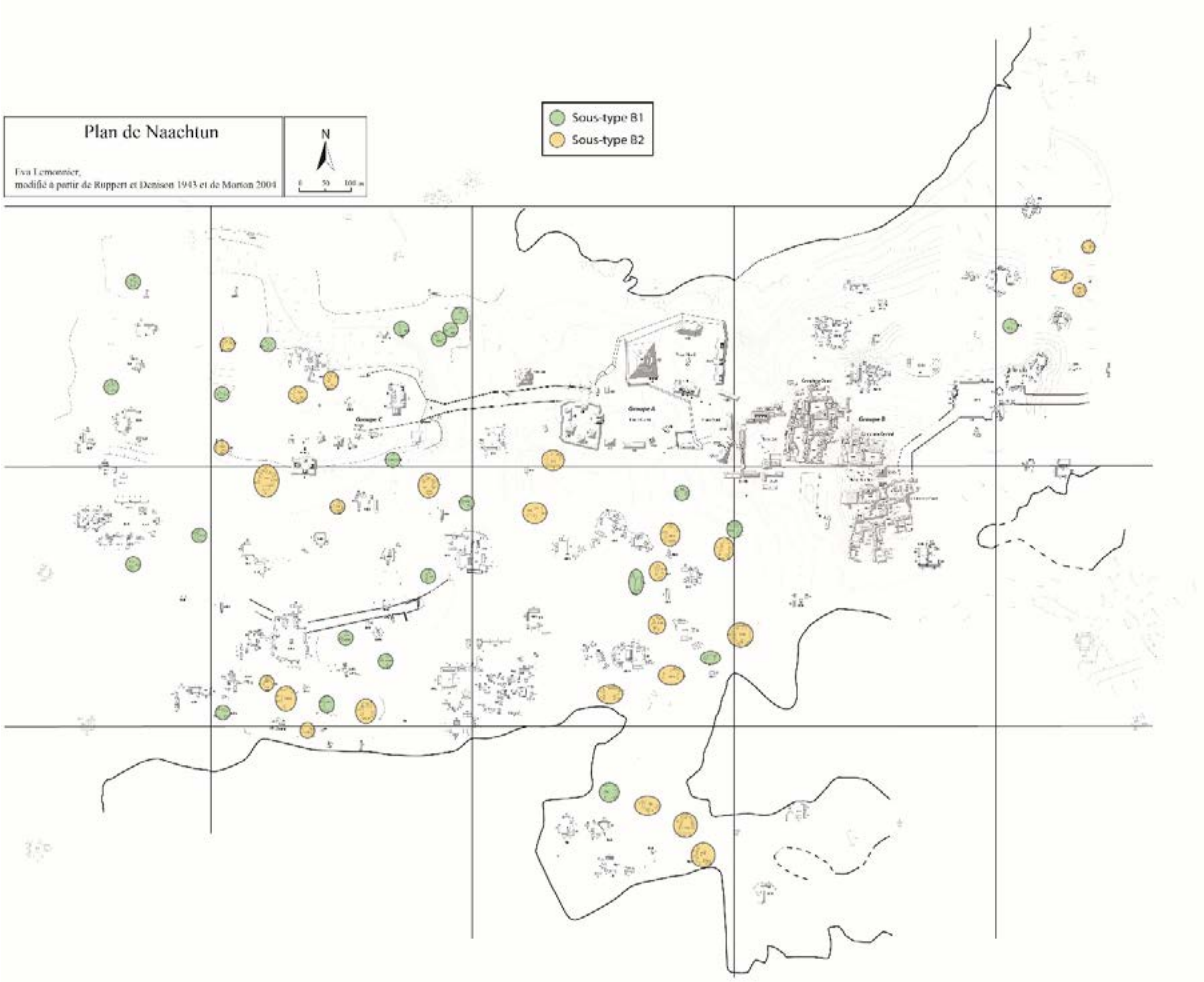


Figure 29. Localisation dans la Zone résidentielle des unités résidentielles de Classe B de la Typologie de Croissance.

5.1.2.4 Classe C

La Classe C (Figure 30) correspond aux unités résidentielles à patios multiples les moins développées. Elle comprend 30 unités résidentielles, soit 25,2 % des 119 unités de la Zone résidentielle.

Le **Type C1** correspond aux unités résidentielles dotées de deux ou trois patios très ouverts, définis par une ou deux petites structures par patio. Il comprend seulement trois unités résidentielles, mais aucune n'a été sondée à ce jour. Nous formons l'hypothèse que ces unités étaient de création récente, sans occupation au Classique ancien. Seule une fouille de ces unités permettra de valider, ou non, cette proposition, mais quel qu'en soit le résultat, ce type ne pèse pas un poids très important dans le total de la population de Naachtun.

Le **Type C2** correspond aux unités résidentielles à deux patios très déséquilibrés, un patio principal complet, fermé, et un patio secondaire plus ouvert et seulement composé d'une ou deux structures. Le Type C2 regroupe onze unités résidentielles dont sept ont été sondées. Les sondages effectués à Naachtun suggèrent l'existence d'une tendance forte dans le modèle de croissance de ce type d'unité résidentielle. Dans ces cas, l'un des deux patios, celui qui est plus développé que l'autre, est fondé au Classique ancien, alors que le deuxième semble l'être plus tardivement, souvent au Classique récent. C'est très clairement le cas de 6M64, 6N74 et 6N118 (unités dans lesquelles les deux patios ont été sondés

: Sondages 31, 61, 62 et 63 pour 6M64 ; 5, 6 et 78 pour 6N74 ; 8 [Op. II.2] et 4 pour 6N118). Dans les Unités résidentielles 5P10, 6N60 et 6M105, seul le patio principal est sondé (respectivement, Sondages 85, 12 et 72), et il est fondé au Préclassique récent dans le premier cas et au Classique ancien dans le deuxième et le troisième. De toutes les unités résidentielles sondées du Type C2, seule 6M61, qui n'est guère représentative dans la mesure où le patio secondaire est très mal défini, ne présenterait pas de vestiges d'occupation pour le Classique ancien (Sondage 28), datation que seul un sondage au pied de la structure principale pourra confirmer définitivement, puisque l'emplacement du Sondage 28 dans un angle, éloigné de la structure majeure du patio, ne garantit pas l'identification des niveaux les plus anciens de l'unité résidentielle (voir, en 5.5.1.1, la discussion de l'emplacement des sondages).

Le **Type C3** correspond aux unités organisées autour de deux patios bien développés, même si un patio majeur peut se dégager (c'est l'équivalent du Type IIIc dans la Typologie Morphologique). On trouve seize unités résidentielles de ce sous-type. Dix ont été sondées, et dans au moins neuf cas, le patio principal remonte au Classique ancien. Dans le dixième cas (Unité résidentielle 5L1), la datation des niveaux de construction (Sondage 51) est indéterminée. La tendance observée pour le Type C2 à la construction différenciée des deux patios, le patio principal datant du Classique ancien, le patio secondaire étant plus tardif, se vérifie donc ici encore. En effet, on perçoit cette dynamique dans les Unités résidentielles 5L15, 6M57, 6N10, 6N124 et 6N53, dans lesquelles les deux patios sont sondés (Sondages 49 et 50 pour 5L15 ; 19, 75 et 76 pour 6M57 ; 6 [Op. II.2], 20 et 21 pour 6N10 ; 2, 3 et 7 [Op. II.2] pour 6N124 ; 1 et 22 pour 6N53). Dans les Unités résidentielles 6M138 et 6N28, seul le patio principal est sondé (respectivement, Sondages 39 et 9 [Op. II.2]), et sa fondation date du Classique ancien. Dans les Unités résidentielles 6M53 et 7N20, les deux patios, principal et secondaire, sont occupés en Balam I, mais la construction n'a lieu que dans le patio principal (Sondages 27, 29 et 41 pour 6M53 ; 14 et 15 pour 7N20). Dans le patio secondaire, on ne trouve qu'un niveau terreux d'occupation, parsemé de quelques tessons, qui pourrait très bien ne correspondre qu'aux sols de circulation extérieurs au patio, et la construction de remblais y date bel et bien du Classique récent. On peut comparer les séquences des Sondages 29 (patio principal) et 41 (patio secondaire) pour l'Unité résidentielle 6M53 (Hiquet, González *et al.* 2014, p. 68-74), ainsi que les séquences des Sondages 14 (patio principal) et 15 (patio secondaire) pour l'Unité résidentielle 7N20 (Hiquet 2014, pp. 90-92). Ce décalage presque systématiquement observé dans la séquence de construction des deux patios des unités à patio double n'est pas spécifique à Naachtun. On le trouve, par exemple, à Caracol, pour le groupe Alta vista / Baja vista (A. F. Chase et D. Z. Chase 2010 ; A. F. Chase et D. Z. Chase 2011) ou à Blue Creek : groupe CBN-13, en périphérie de l'épicentre (Preston 2011). L'omniprésence de ce modèle de croissance illustre bien l'augmentation, généralisée à l'échelle des Basses terres centrales, de l'occupation au Classique récent. Elle montre surtout à quel point le poids démographique d'une même unité pouvait varier entre les différentes périodes.

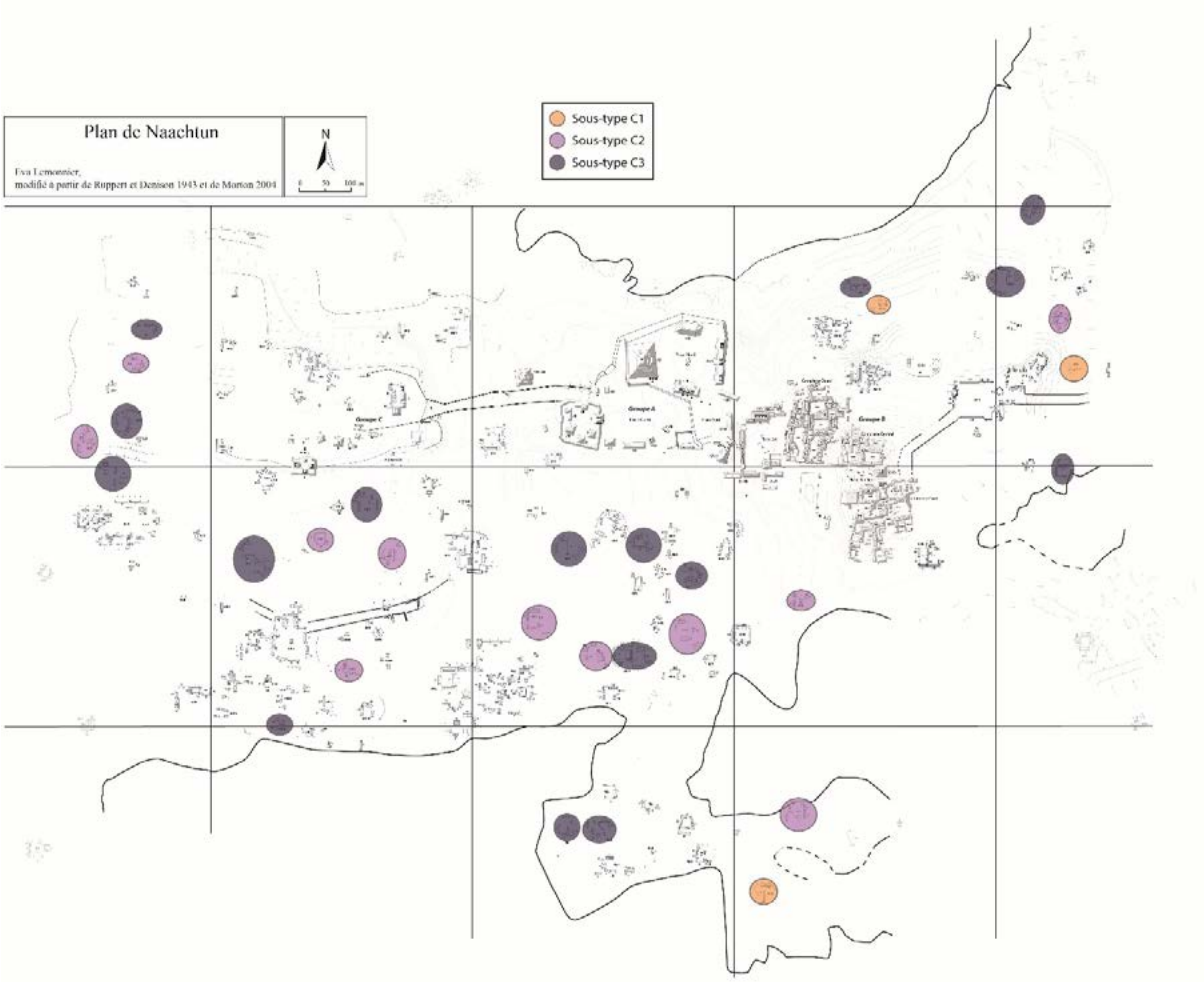


Figure 30. Localisation dans la Zone résidentielle des unités résidentielles de Classe C de la Typologie de Croissance.

5.1.2.5 Classe D

La Classe D (Figure 31) correspond aux unités résidentielles à patios multiples les plus complexes. On y distingue deux types de croissance correspondant aux deux sous-types. En tout, on trouve 14 unités résidentielles de la Classe D (11,8 % des 119 unités de la Zone résidentielle).

Le **Type D1** correspond aux unités résidentielles comptant 3 patios ou plus, mais qui sont supposées, à partir des résultats des sondages et de l'analyse de la céramique issue des tranchées de pillage, n'avoir jamais été occupées au Classique ancien, ou n'avoir été que faiblement occupées à cette période. Rappelons que le modèle d'interprétation de la croissance des unités résidentielles, principalement fondé sur la croissance naturelle du groupe d'habitants, suggère que les structures, puis les patios, apparaissent de manière progressive, au fil du temps, et que par conséquent, les unités résidentielles comptant le plus de structures sont supposées être celles qui sont fondées le plus tôt. Cependant, il faut aussi envisager des cas de croissance plus soudaine correspondant à des apports externes, comme, par exemple, l'installation simultanée de nouveaux habitants (il peut s'agir, par exemple, d'une famille de rang social modeste attachée à une famille de plus haut rang, ou simplement de soudains regroupements familiaux, envisageables dans le cadre d'une certaine mobilité entre hinterland et Zone résidentielle).

En réalité, l'existence de ce type de croissance à Naachtun (grande unité résidentielle sans occupation classique ancienne), pourrait être remise en cause par des fouilles plus extensives, parce que l'absence d'occupation au Classique ancien dans les unités résidentielles concernées n'est pas attestée avec une grande fermeté. Dans le cadre de cette étude, et en l'état des connaissances sur ces unités, on considère que l'occupation dans les unités résidentielles du Type D1 ne saurait avoir commencé avant Balam III. Il s'agit en effet d'une sous-phase au cours de laquelle l'organisation de l'habitat pourrait être plus proche des pratiques du Classique récent que du reste du Classique ancien ; on aura l'occasion de revenir sur cet aspect par la suite. Ce Type D1 compte trois unités résidentielles, composées de huit (5N1 et 6M112) à quinze (6M10) structures. Deux de ces unités ont été sondées.

6M10 est une unité résidentielle imposante, qui ne compte pas moins de sept patios. Deux d'entre eux ont fait l'objet de sondages (S2 et S3) dans le cadre de l'Opération II.2 (Cotom Nimatuj, Véliz *et al.* 2012, pp. 130-133). Dans les deux cas, la roche-mère est atteinte très rapidement, et les niveaux de construction (un seul sol avec remblai dans le Sondage 2, deux sols dans le Sondage 3) datent du Classique récent et terminal. Toutefois, dans les deux cas, les remblais contiennent des proportions non négligeables de tessons du Classique ancien, qui suggèrent qu'une occupation de la période a pu exister dans ce secteur. Mais il ne peut être exclu que ces tessons proviennent d'unités résidentielles voisines, plus anciennes, où du matériel aurait été prélevé pour les besoins de la construction. Une autre possibilité est celle d'une installation au tout début du Classique récent, ce que suggère le matériel déposé dans les sépultures trouvées dans le Sondage 2, qui remonte à Ma'ax I. Dans ce cas, des types de la fin du Classique ancien seraient encore en usage en cette période de transition, entre la fin du VI^{e} et le début du VII^{e} siècle. Par ailleurs, des tessons provenant de remblais récupérés dans les tranchées de pillage de l'unité résidentielle, en particulier dans sa moitié nord, dataient de la fin du Classique ancien (Nondédéo, Michelet et Le Meur 2012), ce qui conforte l'idée selon laquelle l'occupation dans ce type d'unités pourrait remonter à la Sous-phase Balam III. Seuls de nouveaux sondages dans d'autres patios de cette unité résidentielle permettront de régler la question de l'existence d'une occupation du Classique ancien dans l'Unité 6M10, qui nous paraît en réalité très probable. Si l'on se fie à l'orientation des monticules, il pourrait, par exemple, être judicieux de sonder à proximité des Structures 6M44, 6M45 et 6N141 afin de mettre au jour les occupations anciennes. Une occupation du Classique ancien sera peut-être un jour détectée dans l'espace occupé par l'Unité résidentielle 6M10 ; il n'en reste pas moins que cette unité résidentielle était, au Classique ancien, très probablement bien moins complexe et étendue qu'elle ne le fut au Classique récent.

L'Unité résidentielle 6M112 a fait l'objet de trois sondages de l'Opération II.2 bis (Hiquet, González *et al.* 2014, pp. 78-81). La céramique des patios les plus ouverts (comme le patio qui donne au nord-est, où a été implanté le Sondage 37) semble dater la construction du Classique récent. En revanche, le patio principal, plus fermé, pourrait avoir une occupation plus ancienne, mais la céramique récupérée dans les niveaux les plus profonds du Sondage 34 n'a pu être datée faute de tessons suffisamment diagnostiques. Deux sols ont été construits dans ce patio, le sol supérieur date de la fin du Classique récent (Ma'ax III) et le sol inférieur reste non daté. Encore une fois, on ne peut exclure totalement une occupation dans ce secteur au Classique ancien, mais si elle a existé, il s'agit d'une occupation de bien moindre ampleur en comparaison de l'état classique récent.

L'Unité résidentielle 5N1 n'a pas été sondée, mais l'abondant matériel archéologique abandonné par les pilleurs à proximité des dix tranchées de pillage pratiquées dans la structure principale a été récupéré et analysé (Nondédéo, Michelet et Le Meur 2012). Huit sépultures pourraient avoir été atteintes par les pilleurs. Ce total très élevé pour une unité résidentielle (qui plus est dans une seule structure) pourrait plaider pour une séquence d'occupation très longue, mais peu de matériel ancien a été récupéré aux abords des pillages. L'une de ces tranchées a tout de même livré de la céramique datant probablement de la sous-phase Balam III - voir la description par Forné et Patiño (2013, p. 186) -, même si en 2012, date de l'analyse du matériel, la céramique Balam III n'était pas distinguée de celle de Ma'ax I, comme on le verra par la suite (paragraphe 6.2.2.5, voir également Patiño 2014, p. 489).

Le **Type D2** correspond aux unités résidentielles composées de trois patios ou plus, occupées depuis le Classique ancien, ce qui explique leur taille. Toutefois, en aucun cas on ne considère que l'état final de ces unités soit révélateur de leur état classique ancien. Les sondages montrent que des structures et des patios se sont ajoutés au fil de l'occupation, soit au début du Classique récent, qui pourrait correspondre à un moment de réorganisation de l'occupation résidentielle à Naachtun (Hiquet, Sion *et al.* 2023), soit lors de l'apogée démographique du site, en Ma'ax III. On compte onze unités résidentielles du Type D2, dont dix ont été sondées, avec plus ou moins d'intensité. Dans les cas pour lesquels plus de deux patios ont été sondés, au moins un est occupé au Classique ancien dans chaque unité, mais tous les patios sondés n'ont pas connu d'occupation ancienne, loin s'en faut. En ce qui concerne les unités résidentielles les plus complexes, comme 6L13, 6M74 et 6M22, il semblerait qu'elles aient pris leurs grandes dimensions seulement au début du Classique récent (ou à la toute fin du Classique ancien). C'est en tout cas à ce moment que les places entourées de grandes structures qui les caractérisent semblent avoir été formées, d'après les résultats des sondages (même si, du fait de leurs dimensions, il est difficile de dater avec exactitude la construction des places).
C'est sans doute dans l'Unité résidentielle 6M22 que cette tendance a commencé à la transition entre Classique ancien et Classique récent (voir les Sondages 12 et 13 de l'Opération II.2, ainsi que le paragraphe 6.3.1.4), puis 6M74 et 6L13 ont sans doute connu un développement analogue au cours du Classique récent.

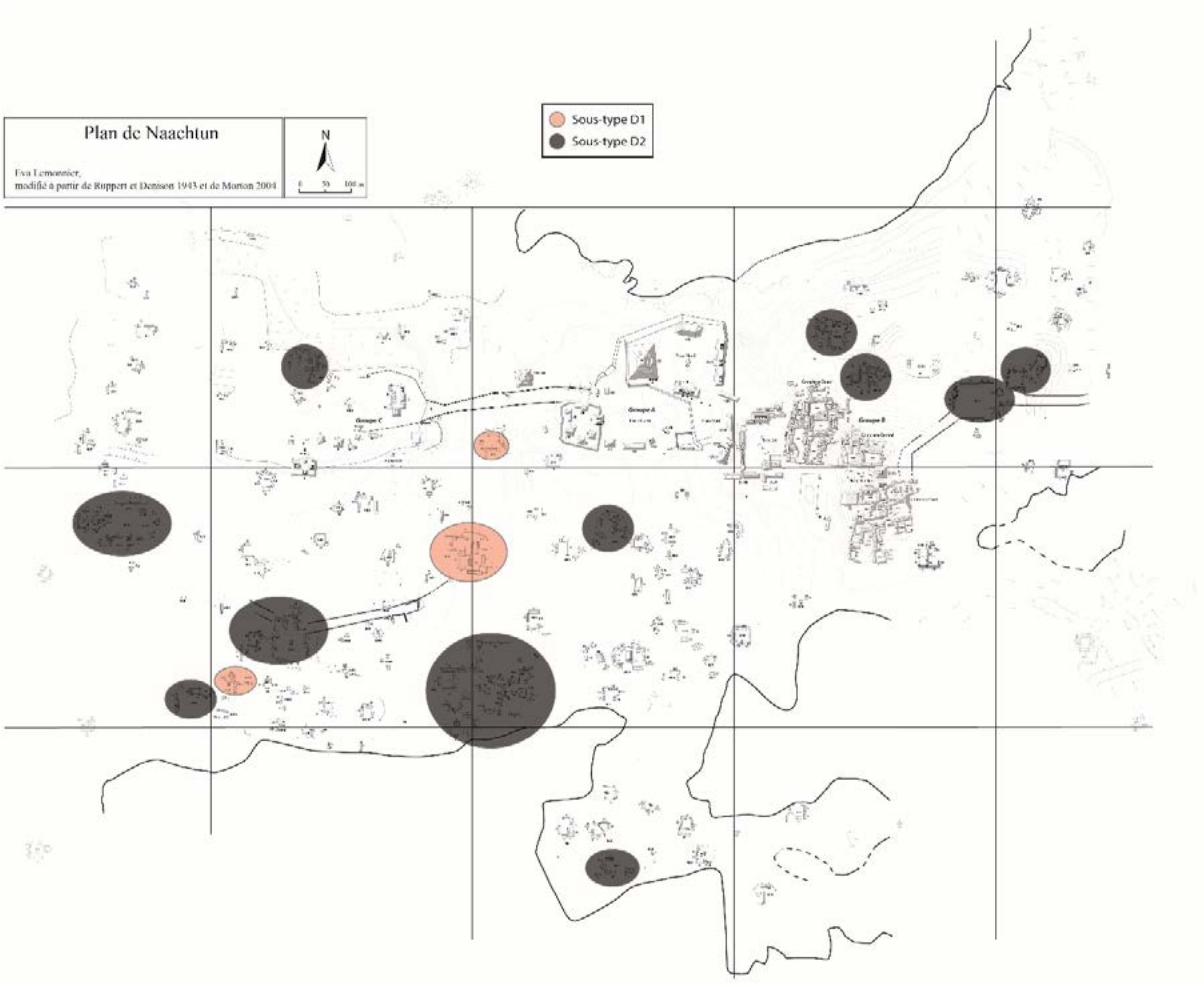


Figure 31. Localisation dans la Zone résidentielle des unités résidentielles de Classe D de la Typologie de Croissance.

Tableau 6. Nombre et pourcentage d'unités résidentielles (sur les 119 de la Zone résidentielle) appartenant à chaque classe et type de la typologie de croissance des unités résidentielles.

Classe	Nombre	Pourcentage	Type	Nombre	Pourcentage
A	**26**	**21,85**			
			A1	6	5,04
			A2	20	16,81
B	**49**	**41,18**			
			B1	23	19,33
			B2	26	21,85
C	**30**	**25,21**			
			C1	3	2,52
			C2	11	9,24
			C3	16	13,45
D	**14**	**11,76**			
			D1	3	2,52
			D2	11	9,24
Total	**119**	**100**	Total	119	100

5.1.3 Typologie des patios

Une troisième typologie vient compléter celle des unités résidentielles. C'est la Typologie des patios. Elle tient compte des critères de croissance et de morphologie. C'est à partir de cette Typologie des Patios, croisée avec la Typologie de Croissance des unités résidentielles, que nous estimons le nombre d'habitants de la Zone résidentielle de Naachtun à chaque sous-phase. La méthode de calcul est explicitée par la suite, à la Sous-section 5.4. Pour l'heure, nous nous limiterons à la description de la typologie. Elle est relativement simple, et comporte trois classes et huit types. Rappelons que nous comptons 226 patios dans la Zone résidentielle.

Précision terminologique

L'estimation du nombre d'habitants de Naachtun se fait, donc, à l'échelle des « patios ». Rappelons que nous employons le terme patio de façon métonymique pour désigner une sous-unité, c'est-à-dire un sous-ensemble cohérent spatialement et socialement de maisons et annexes domestiques regroupées autour du dit patio (voir la Figure 7). Une ambiguïté doit ici être levée : il existe des unités résidentielles composées par un seul patio, voire une seule structure. Dans la présente recherche, nous englobons également ces cas dans l'appellation patio. Il suffit de considérer que ces unités résidentielles ne comptent qu'une seule sous-unité, comme d'autres, plus complexes, en comptent plusieurs. Pour contribuer à la clarification de ce que nous entendons par patio, nous avons encadré sur le plan du site l'ensemble des patios de la Zone résidentielle (Figure 32).

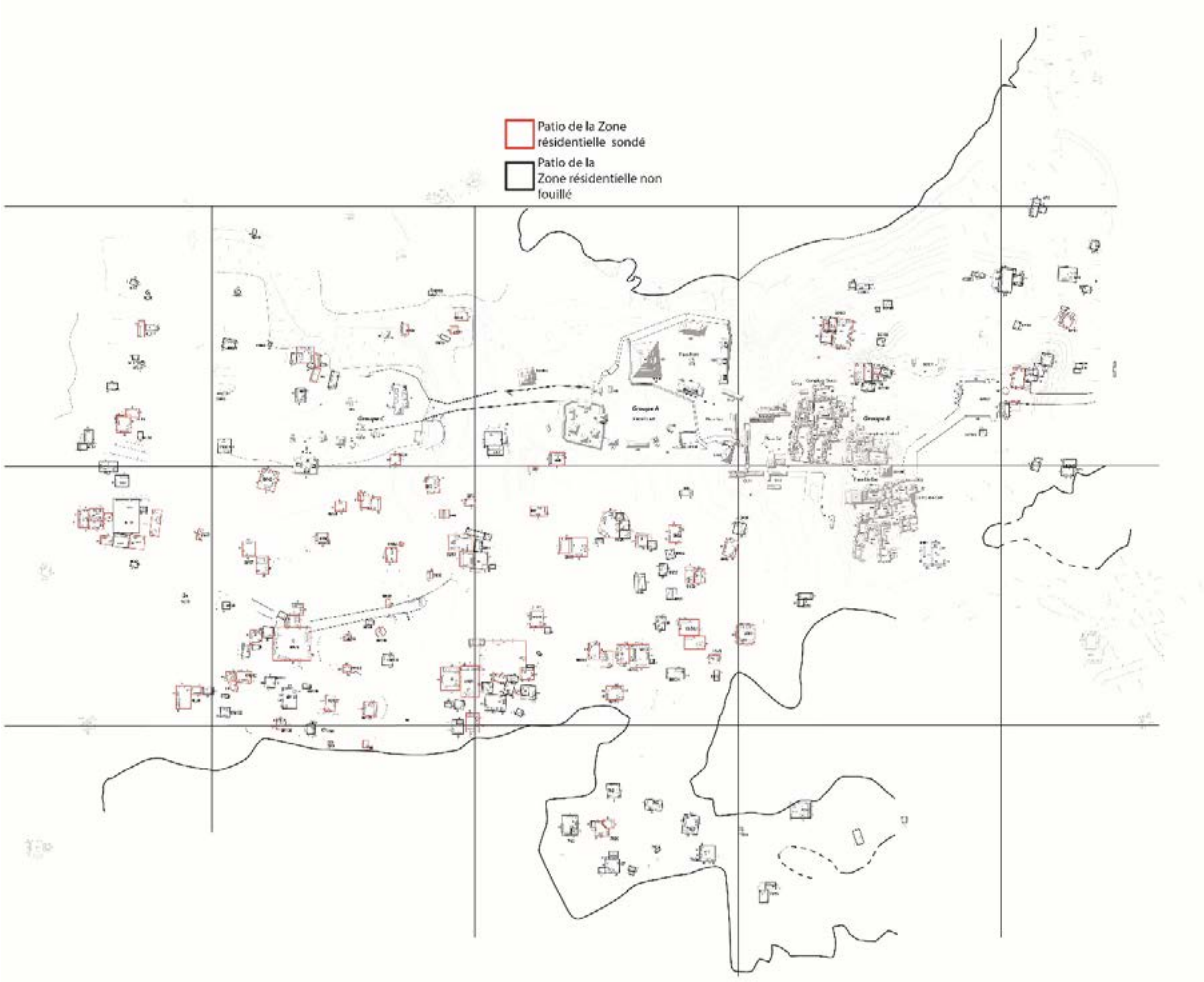


Figure 32. Les patios de la Zone résidentielle de Naachtun.

5.1.3.1 Classe P1

La **Classe P1** (Figure 33) concerne un cas particulier : celui des espaces d'activités associés aux structures isolées. On emploie le terme de patio, par souci d'homogénéité de la typologie, même si ces espaces ne sont attenants qu'à une seule structure visible. Il est parfois difficile de déterminer sans fouille où se trouve cet espace par rapport à la structure, ce qui n'a aucune influence sur notre estimation de la population. Dans d'autres cas (Figure 34), le patio est physiquement délimité par des vestiges visibles en surface. Précisons que la Classe P1 concerne bien les patios associés à une structure totalement isolée, et non les patios composés d'une seule structure au sein d'une unité résidentielle à patios multiples. La Classe P1 comprend 26 patios, soit 11,5 % des 226 patios de la Zone résidentielle (Tableau 7).

Le **Type P1A** regroupe six patios associés aux très petites structures de moins de 10 m² d'espace habitable. Il s'agit toujours des mêmes six structures isolées précédemment évoquées (Type A1 de la Typologie de Croissance). Ce type n'est pas pris en compte dans l'évaluation de la population de Naachtun. On considère en général, dans les analyses de la structure de l'habitat, que les structures d'une surface inférieure à 20 m² n'étaient pas résidentielles. Cette surface minimale est tirée d'observations archéologiques et ethnologiques. Ainsi, dans le cadre du séminaire sur l'archéologie résidentielle publié par Ashmore (1981), il a été convenu de considérer comme non résidentielles les

structures présentant une surface couverte inférieure à 20 m². Dans son estimation de la population de Chunchucmil, Magnoni (2007, p. 161) fixait la limite inférieure à 18 m² pour les structures résidentielles. Tourtellot (1988, p. 101) la fixait à 23 m² à Ceibal. Lors des prospections systématiques menées autour de Tonina, les structures de moins de 25 m² ne furent pas comptabilisées parmi les édifices résidentiels (Becquelin 1993, p. 358) et dans les années 1970, dans les communautés tzeltal des alentours de Bachajon, les cuisines avaient une superficie moyenne de 18,7 m², contre 30 m² pour les pièces de repos (Breton 1990, p. 1634). En l'absence de fouilles des structures isolées de Naachtun, il est difficile de déterminer la fonction de ces très petites structures. Néanmoins, au vu des recherches menées dans d'autres sites, il est peu probable que des structures dont l'espace intérieur est inférieur à 10 m² aient été résidentielles. Si elles l'étaient, le biais créé par l'absence dans le calcul total de population de ces six très petites structures serait de toute façon négligeable à l'échelle de précision qui est la nôtre.

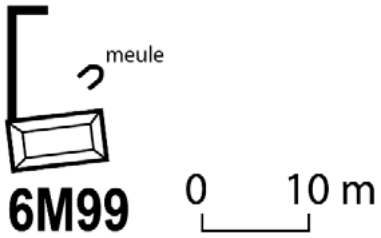


Figure 33. Plan de l'Unité résidentielle 6M99, composée d'une seule structure isolée pour laquelle le patio associé est physiquement délimité par un muret.

Se pourrait-il que ces petites structures aient été utilisées par des agriculteurs dans le cadre d'une rotation de la résidence associée au travail des différentes parcelles, parfois très éloignées les unes des autres, que pouvaient exploiter les familles de gens du commun ? A. A. Ford, K. K. Clarke *et al.* (2011, p. 81) développaient cette idée dans leur étude de la population du Classique récent dans la vallée du Belize. Il s'agit, certes, d'un contexte d'arrière-pays rural, et non de zone résidentielle « urbaine » comme c'est le cas à Naachtun, mais toutes ces très petites structures se trouvent, sans exception, en marge de la Zone résidentielle, comme on peut le voir sur la Figure 34. Pourrait-il s'agir de *field houses* (ou de *champas* ou *galerones*), ces bâtisses légères construites à mi-chemin entre la *milpa* et la résidence urbaine (Zetina Gutiérrez et Faust 2011, p. 111) ? Garrison et Dunning (2009, p. 532) rappelaient que dans la Zone Puuc, on peut trouver ces résidences « *on the fringes or urban centers* ». Comme le montre l'ethnologie (Zetina Gutiérrez et Faust 2011), il s'agit d'une architecture très légère, qui comporte en général peu ou pas du tout de parties maçonnées. A. A. Ford, K. K. Clarke *et al.* (2011) considéraient donc dans leurs estimations que les structures isolées les plus petites étaient des résidences secondaires à vocation agricole, à exclure des calculs de population (les inclure reviendrait à compter deux familles là où il n'y en a qu'une seule). Pour ces chercheurs, le critère discriminant permettant d'écarter les structures serait un investissement en main-d'œuvre inférieur à 500 j-p pour leur construction (calculé selon la méthodologie d'Arnold et A. Ford 1980 pour Tikal) et une diagonale ne dépassant pas 10 m (A. A. Ford, K. K. Clarke *et al.* 2011, p. 82). Voir aussi Marken (2011, p. 232), qui excluait les « *field houses* » de son estimation de la population d'El Perú. Notons qu'aucune n'avait été relevée dans la partie la plus dense de l'établissement (*ibid.*, *Table 7.6*). Quelle qu'ait été la fonction des petites structures auxquelles sont associés les patios du Type P1A, nous les écartons du calcul de population, et considérons que le problème est en réalité minime au vu de la taille et du nombre des structures concernées.

Le **Type P1B** regroupe les patios associés aux structures isolées de taille moyenne. Il s'agit des treize structures isolées du Type Ib de la Typologie Morphologique. Nous considérons que ce type de structure peut être agrandi entre le Classique ancien et le Classique récent, sans qu'il soit pour autant possible de détecter un changement dans le nombre d'habitants, parce qu'il est, comme nous le verrons, exprimé par un intervalle (nombre d'habitants minimal, nombre d'habitants maximal).

Le **Type P1C** regroupe les patios associés aux structures isolées de grande taille. Il s'agit des sept grandes structures isolées du Type Ic de la Typologie Morphologique. On considère dans la Typologie de Croissance que ce type de structure peut être agrandi entre le Classique ancien et le Classique récent, mais que cela n'a pas d'influence sur l'intervalle du nombre moyen d'habitants du patio (calculé *infra*). Ajoutons que la plupart de ces structures semblent dater du Classique récent.

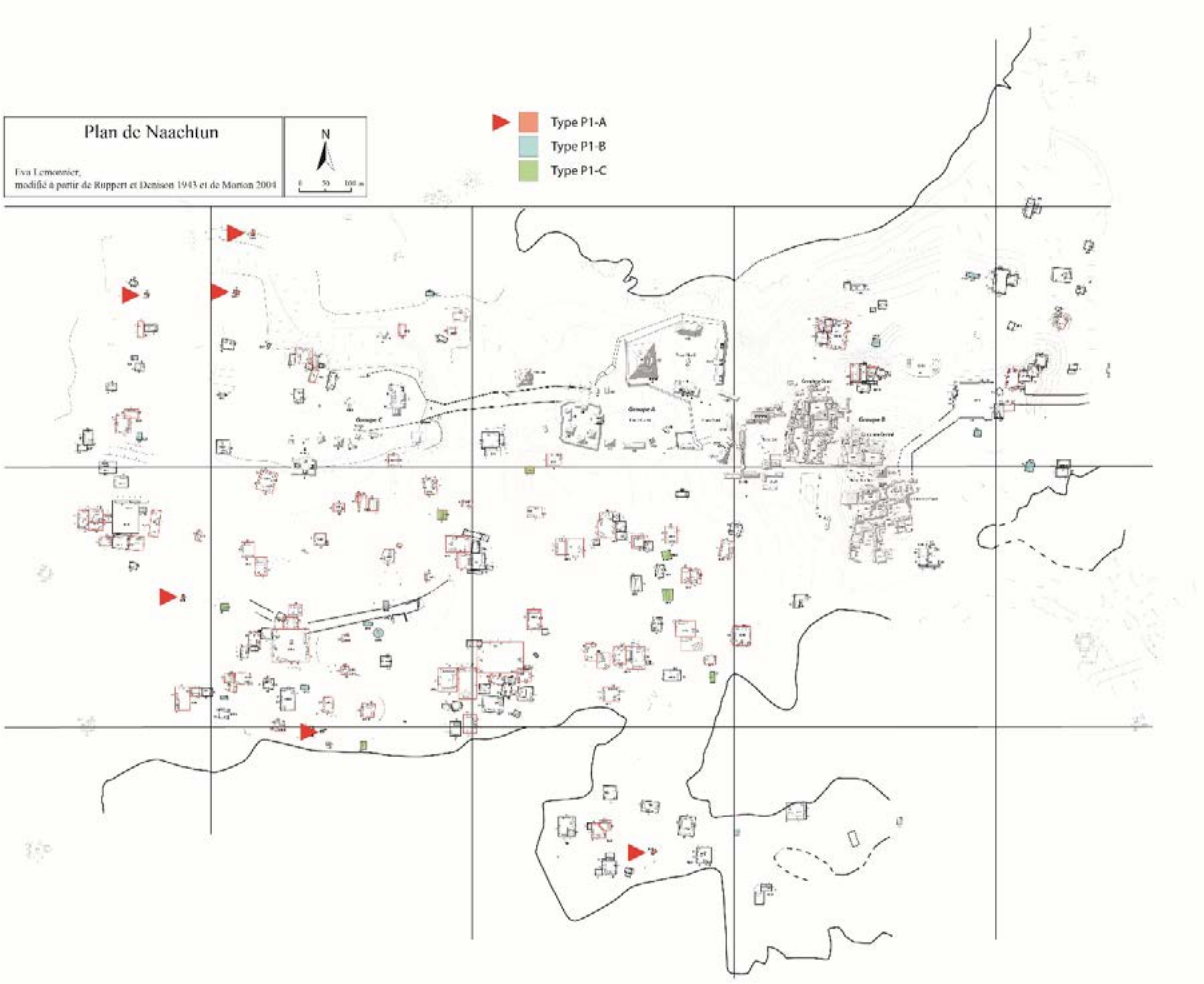


Figure 34. Localisation dans la Zone résidentielle des patios de Classe P1 de la Typologie des Patios.

5.1.3.2 Classe P2

La **Classe P2** concerne les unités résidentielles à un seul patio. On en trouve 49 dans la Zone résidentielle, soit 21,7 % des 226 patios (Figure 35). On distingue deux types en fonction du nombre de structures composant le patio.
Les petits patios composés de deux ou trois structures (dans le cas des patios à trois structures, deux sont considérés comme non résidentielles) font partie du **Type P2A.** Il compte 30 patios, soit 13,3 % des

226 patios de la Zone résidentielle. Dans le cas des patios avec une grande longévité, l'augmentation entre Classique ancien et Classique récent est probablement modérée, et le même nombre moyen d'habitants est employé pour toutes les périodes.
Les patios plus grands, comptant de trois à six structures ou plus (dont au moins une grande structure dans le cas des patios à trois structures), font partie du **Type P2B**. Ils sont 19 dans la Zone résidentielle de Naachtun, soit 8,4 % des 226 patios. Pour cette catégorie de patio, on considère que la morphologie des patios, et par conséquent le nombre d'habitants, a pu varier entre le Classique ancien et le Classique récent, à l'image de la situation mise en évidence par Goudiaby (2018) pour l'Unité résidentielle 5N6. Le cas de 5N6 est peut-être extrême, puisque l'on passe très rapidement d'une seule structure tout au long du Classique ancien à six ou sept structures au cours du Classique récent. On considère (voir Tableau 8), de manière nécessairement arbitraire, que ce type de patios possédait deux structures résidentielles au Classique ancien. Un certain nombre d'indices archéologiques suggère que les unités résidentielles ont pu connaître une croissance marquée à partir de Balam III, aussi on emploie le chiffre moyen d'habitants calculé pour l'état final Classique récent dès cette sous-phase (voir également le Tableau 8).

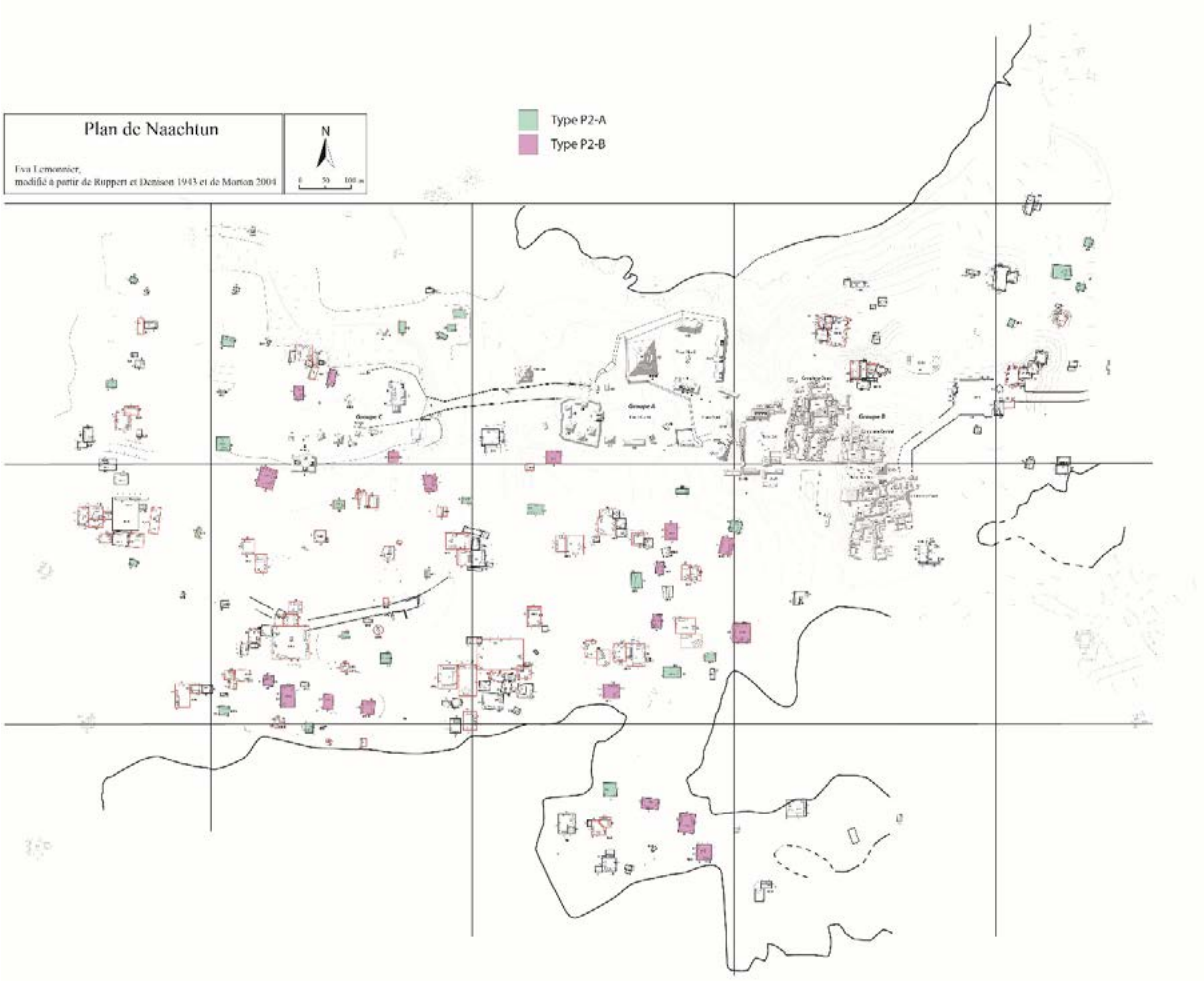


Figure 35. Localisation dans la Zone résidentielle des patios de Classe P2 de la Typologie des Patios.

5.1.3.3 Classe P3

La **Classe P3** (Figure 36) concerne les patios des unités résidentielles à patios multiples. Ils sont 151 dans la Zone résidentielle, soit 66,8 % des 226 patios.

Cette classe comprend le **Type P3A** correspondant aux plus petits de ces patios, composés de seulement une ou deux structures, voire trois structures si toutes trois sont de petite taille et si deux d'entre elles sont considérées comme non résidentielles. Il peut s'agir des patios considérés comme secondaires dans les typologies des unités résidentielles. Dans les cas d'occupation longue entre le Classique ancien et le Classique récent, on considère que la morphologie et la composition du patio restent la même. On trouve 69 patios du Type P3A dans les unités résidentielles, ce qui en fait le type le plus fréquent de patios. Il représente 30,5 % des 226 patios de la Zone résidentielle.

Le **Type P3B** correspond aux patios moyens, composés de trois (voire deux très vastes structures dans les cas exceptionnels) à cinq structures. On trouve 66 patios de ce type dans la Zone résidentielle de Naachtun, ce qui représente 29,2 % des 226 patios. Pour les patios de ce type occupés au Classique ancien, on considère qu'ils ne comprenaient que deux structures résidentielles.

Enfin, le **Type P3C** correspond aux très grands patios, composés de six structures et plus ou de structures particulièrement longues ou vastes, quel que soit leur nombre. Il y a 16 patios de ce type dans la Zone résidentielle, soit 7,1 % des 226 patios. Pour ceux qui étaient occupés au Classique ancien, nous suggérons qu'ils comportaient trois structures résidentielles à cette période.

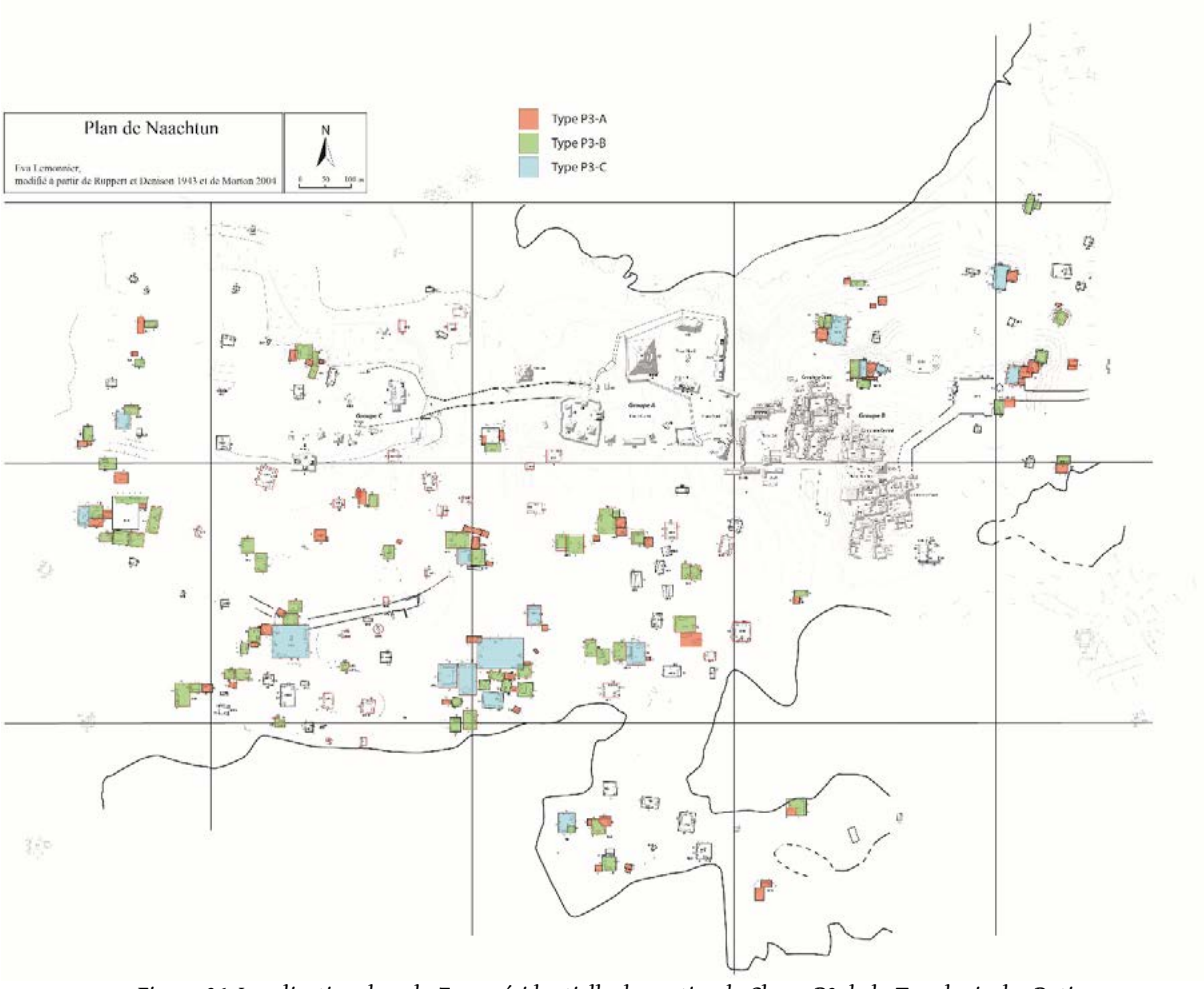


Figure 36. Localisation dans la Zone résidentielle des patios de Classe P3 de la Typologie des Patios.

Tableau 7. Nombre et pourcentage de patios (sur les 226 de la Zone résidentielle) appartenant à chaque classe et type de la typologie des patios.

Classe	Nombre	Pourcentage	Type	Nombre	Pourcentage
P1	**26**	**11,5**			
			P1A	6	2,65
			P1B	13	5,75
			P1C	7	3,10
P2	**49**	**21,68**			
			P2A	30	13,27
			P2B	19	8,41
P3	**151**	**66,81**			
			P3A	69	30,53
			P3B	66	29,20
			P3C	16	7,08
Total	**226**	**100**	Total	226	100

5.2 Méthode d'estimation du nombre d'habitants par patio

Posée en termes généraux, notre méthode de calcul consiste à déterminer le nombre moyen d'habitants par patio de chaque type de la Typologie de Patios, et à multiplier cet indice par le nombre de patios occupés au cours de chaque sous-phase du Classique ancien. Pour déterminer le nombre moyen d'habitants pour chaque type de patio, nous estimons le nombre d'habitants de chaque patio, à partir de l'étude des structures. On considère généralement que les membres d'une même famille élargie partageaient l'espace d'un patio, chaque famille nucléaire vivant dans une structure (Sanders et B. J. Price 1968, p. 163 ; C. C. Kolb *et al.* 1985 ; Haviland 1988, pp. 121-122 ; D. S. Rice et Culbert 1990, p. 17 ; Haviland 2003, p. 129) ou dans une pièce dans le cas des structures organisées en une succession de pièces, typiques des périodes tardives que sont le Classique récent et le Classique terminal. Il doit être entendu qu'il s'agit d'une formalisation théorique du fonctionnement social et que la situation pouvait varier au cas par cas : il existe des exceptions attestées par l'archéologie (par exemple sur le partage du patio, en particulier les ouvertures des structures pouvant donner sur l'extérieur du patio). Dans le contexte de notre étude, s'arrêter sur chaque cas exceptionnel ne serait pas productif, notre analyse portant sur un niveau de généralisation plus élevé. Nous nous intéressons, dans cette section, aux méthodes permettant de déterminer le nombre moyen d'habitants par patio. Elles sont dérivées de l'étude de l'habitat et donc des monticules qui entourent les patios, qui sont les restes des structures majoritairement - mais pas uniquement - résidentielles. Disons d'emblée que pour chaque patio, nous utiliserons quatre indices (rassemblés dans le Tableau 8) associant à chaque monticule un nombre d'habitants. Nous en tirerons, après correction, un intervalle d'habitants (minimum-maximum) pour le patio. La présente section précise les moyens d'obtention et les conditions d'application de ces indices.

Tableau 8. Indices pris en compte dans l'estimation du nombre d'habitants des patios de Naachtun.

Approche	Indice	Référence
Nombre d'habitants par structure résidentielle	4	Sanders et B. J. Price (1968)
	5,6	Redfield et Villa Rojas (1934)
Espace couvert par habitant	8,36 m²	Breton (1990)
	6,87 m²	Becquelin et Michelet (1994)

5.2.1 Multiplication des structures résidentielles par un nombre moyen d'occupants

5.2.1.1 Un indice et sa postérité : 5,6 habitants par maison

L'approche qui est sans doute la plus couramment employée pour estimer le nombre d'habitants d'un établissement maya consiste à multiplier chaque structure (ou, lorsque c'est nécessaire et possible, comme dans le cas des palais voûtés, chaque pièce[97]) par un nombre moyen d'habitants. Dans la littérature mayaniste, le coefficient le plus fréquemment utilisé est de 5,6 habitants par structure. Ce chiffre est en partie fondé sur des observations ethnologiques de Redfield et Villa Rojas (1934) à Chan Kom, un village de 250 âmes de l'État du Yucatán, et correspond aussi à des données ethnohistoriques de la première moitié du XVI^e^ siècle rapportées par Carrasco (1964, p. 190) pour le Mexique central[98]. Ainsi, l'indice de 5,6 personnes par maison était utilisé par Haviland (1970, p. 193) pour Tikal (même s'il devait revenir sur ce chiffre et modifier à la baisse ses estimations par la suite, Haviland 1972), par Nelson (2004, p. 8) pour Piedras Negras, par A. A. Ford, K. K. Clarke *et al.* (2011) pour la vallée du Belize, par Healy *et al.* (2007) pour Pacbitun (en réalité, ils utilisent 5,5), par A. L. Smith (1962, p. 211) pour Mayapan, par Tourtellot (1970) pour Ceibal, par Becquelin et Baudez (1982, p. 553) pour Tonina (avant que Breton 1990 ne propose un autre indice fondé sur ses observations ethnologiques), par Fauvet-Berthelot (1986, p. 219) pour des sites du Postclassique des Hautes Terres du Guatemala ou encore, plus récemment, par Ossa *et al.* (2017, p. 469) pour une estimation rapide de la population de sites du Veracruz. Wauchope (1938, p. 151) considérait que ce chiffre était la meilleure approximation pour l'ensemble de l'aire maya. Dans son estimation de la population des Basses Terres centrales, Turner II (1990, p. 305) utilisait un indice de 5,4 habitants par structure résidentielle. Voir aussi les références proposées par C. C. Kolb *et al.* (1985, p. 585) sur ce sujet amplement discuté.

5.2.1.2 Critiques et indices alternatifs

Cet indice de 5,6 personnes par structure est employé dans de très nombreuses études. Nous ne pouvons pas en faire l'économie, ne serait-ce qu'à des fins de comparaisons avec les autres estimations. Mais il n'est pas exempt d'ambiguïtés et doit être critiqué. Une critique majeure porte sur l'ambiguïté du terme « *household* », assez proche en français du terme « maisonnée » (pour une approche ethnologique

97 Quelques chercheurs se sont essayés à adapter cette échelle d'analyse à l'architecture résidentielle non élitaire, principalement dans les secteurs des Basses Terres du nord où la visibilité en prospection est excellente. La démarche est compréhensible dans le cas de sites à l'occupation courte et tardive (Tourtellot *et al.* 1990) mais semble bien plus hasardeuse pour des tentatives de quantification de populations plus anciennes (Ortega Muñoz *et al.* 2018).

98 Ajoutons que le recensement de 1960 à San Juan Teotihuacan a abouti à une moyenne de 5,61 personnes par maison (C. C. Kolb *et al.* 1985, p. 586).

théorique, voir Lamaison 1987). Comme la plupart des références sur les questions qui nous intéressent sont anglophones, c'est bien le terme anglais qu'il s'agit de discuter dans ce cas précis. Clarifions d'emblée que l'ambiguïté vient de l'emploi du terme par les archéologues, et n'est pas du fait des anthropologues. Selon le dictionnaire *Concise Oxford English Dictionary*, il signifie « *house and its occupants regarded as a unit* ». On voit bien que le terme peut désigner et les éléments architecturaux, et les occupants. La définition proposée par Wilk (1988, p. 136) est plus adaptée à l'emploi du concept en anthropologie :

« *an activity group in which the basic economic functions of production, consumption, inheritance, biological reproduction, and shelter are organized and carried out*[99] ».

Corréler strictement chaque terme de cette excellente définition à un nombre de bâtiments dans une unité ou une sous-unité d'habitat maya archéologique est évidemment compliqué (voir les discussions de Haviland 1988, p. 121 et Wilk 1988, p. 138, sur les données ethnographiques, ainsi que celle d'Abrams 1994, pp. 78-79). En ce qui concerne au moins la production et la consommation, on peut considérer que le fait de partager le patio sur lequel donnent plusieurs maisons et annexes domestiques (une cuisine, un atelier, un grenier ...) reflète l'unité de production-consommation ; en climat tropical, le patio est le lieu de multiples activités. Ce que ne signale pas Wilk et à quoi les Espagnols attachaient beaucoup d'importante au milieu du XVI^{e} siècle est qu'il s'agit aussi d'une unité tributaire, ce qui pour notre problématique équivaut à la corvée.

Dans l'étude de Redfield et Villa Rojas (1934, p. 91) à Chan Kom, au début du XX^{e} siècle (donc sans polygynie), le chiffre de 5,6 personnes semble correspondre à la taille moyenne de la famille co-résidante, sans préjuger du nombre de structures qu'elle occupe effectivement. C'est-à-dire que cette famille peut occuper un seul dortoir, ce qui semble être le cas le plus courant, mais peut aussi être répartie dans plusieurs dortoirs, une solution qui devient rapidement inévitable lorsque la famille est un tant soit peu nombreuse. Pedro Carrasco (1964, p. 187), précisait qu'il entendait, par le terme *household*, « *a group of people living together in a house* ». C'était aussi la définition qui était retenue par Kolb dans sa synthèse méthodologique : « *total number of persons who lived in the dwelling* » (C. C. Kolb *et al.* 1985, p. 582). Pourtant, dès la page 584, on peut lire à propos d'une étude ethnologique sur l'Iran que « *each household normally consisted of an open courtyard surrounded by the family's quarters, animal stables, and storeroom*[100] ». On voit bien que le *household* ne correspond plus à un nombre de personnes, mais à des bâtiments et à l'espace de l'unité de résidence et d'activités telle que définie par Wilk, et équivalant à notre « patio ». C'est cette ambiguïté - la maisonnée en nombre de bâtiments ou en nombre de personnes - qui complique en archéologie l'application d'indices permettant de passer des vestiges des structures à un nombre d'habitants. Le mode de résidence des Mayas des Basses Terres à la période classique peut comprendre un ou plusieurs dortoirs et des annexes. En archéologie de l'habitat maya, une « résidence » peut correspondre à plusieurs structures. Inversement, une structure voûtée à plusieurs pièces peut fournir plusieurs logements. Lorsque l'on trouve deux huttes autour d'un patio, la question se pose de savoir si l'on considère que chacune abritait une famille de 5 à 6 personnes, ou si une seule famille de cette dimension se distribuait dans ces deux structures (ou bien encore si une structure abritait plusieurs familles, Willey, Bullard *et al.* 1965, p. 575). A titre d'exemple, Breton (1990, p. 1631) obtenait un nombre moyen proche de 5,6 personnes par famille nucléaire dans une communauté tzeltal du Chiapas vers 1970, mais ces personnes occupaient une ou plusieurs structures ; les familles étendues, comptant plus de membres (co-résidence avec les individus non mariés ou veufs), venant encore complexifier ce panorama.

99 « Un groupe d'activité au sein duquel les fonctions économiques basiques de production, consommation, héritage, reproduction biologique et de repos sont organisées et menées à bien ».

100 « Chaque maisonnée consistait normalement d'une cour à ciel ouvert, entourée du logement de la famille, d'étables et de pièces de stockage. »

Ainsi, pour en revenir à l'exemple ethnographique de Chan Kom[101], pour lequel on dispose des chiffres réels du nombre d'occupants, Becquelin (1993, p. 359), puis Becquelin et Michelet (1994, p. 302), ont calculé qu'à partir des observations de Redfield et Villa Rojas, on obtient en réalité un nombre moyen d'occupants par structure non pas de 5,6 (qui correspond au nombre moyen d'occupants d'une résidence, laquelle peut être composée de plusieurs structures), mais respectivement de 4,65 (Becquelin) et de 4,48 (Becquelin et Michelet). Tourtellot (1990, p. 93) considérait, lui, qu'il fallait retenir des données de Redfield et Villa Rojas un indice de 5,1 personnes par famille nucléaire. On mesure toute l'ambiguïté de ces indices et l'importance d'expliciter autant que possible l'ensemble des variables à prendre en compte. Des coefficients alternatifs ont aussi été employés. Ils peuvent être liés à un système de logement privilégié pour une certaine période. Par exemple, au cours du Postclassique, il est possible que la tendance ait été au regroupement de plusieurs familles nucléaires au sein d'une même structure, ce qui donne des coefficients d'occupants par structure bien plus élevés que pour la période classique, pouvant compter plusieurs dizaines de personnes par structure (D. S. Rice et Culbert 1990, p. 18). Cette période ne nous concerne pas, mais cette donnée montre bien les limites de l'approche ethnohistorique ou ethnologique dans la compréhension des dynamiques de peuplement pour la période classique.
L'indice de 5,6 habitants par structure résidentielle serait donc peut-être trop élevé. Pour Tikal au Classique récent, Culbert, Kosakowsky *et al.* (1990, p. 115) multipliaient le nombre de structures par cinq habitants, nombre moyen de membres d'une famille nucléaire, qu'ils reprenaient de Haviland (1972). Cinq habitants par structure, c'était aussi le chiffre employé par Ricketson et Bayles Ricketson (1937, p. 16) à Uaxactun (un chiffre tiré d'observations ethnographiques, dont celles de Redfield et Villa Rojas à Chan Kom), par Tourtellot (1990, p. 93) à Ceibal et par Ashmore (1990, p. 69) à Quirigua. Tourtellot (1990, p. 93) considérait qu'un patio comprenait 2,72 structures résidentielles et Ashmore (1990), une structure résidentielle. Sanders et B. J. Price (1968, p. 163) privilégiaient le coefficient de 4 habitants par structure pour Tikal. Au contraire, Puleston, pour qui le territoire maya était très densément peuplé et qui a joué un rôle majeur dans la diffusion de cette idée, proposait d'utiliser une nouvelle étude de Villa Rojas au Quintana Roo suggérant un coefficient de 6,07 habitants par structure. Adams (1974, p. 289) considérait lui aussi que ce village de X-Cacal au Quintana Roo possédait une structure de l'habitat plus traditionnelle (et par conséquent susceptible d'être représentative des pratiques précolombiennes) que Chan Kom. Pour une discussion des différents indices présentés, voir C. C. Kolb *et al.* (1985) et D. S. Rice et Culbert (1990, pp. 17-18).

5.2.1.3 Utilisation de plusieurs indices combinés

On aura compris que malgré les inconvénients évidents que cela comporte, l'estimation du nombre moyen d'occupants par structure résidentielle repose exclusivement sur des données issues soit des comptes rendus fiscaux des premiers colons de Nouvelle Espagne, soit des observations recueillies par les ethnologues dans des communautés mayas du XX^{e} siècle. Il ne saurait en être autrement puisque aucun recensement précolombien ne nous est parvenu. Malgré les doutes légitimes que l'on peut émettre sur ces approche[102], elles font partie des méthodes employées dans cette thèse. On proposera deux estimations dérivées du nombre d'habitants par structure, l'une à partir d'un coefficient de 5,6 occupants par structure résidentielle, l'autre à partir de 4 occupants, des valeurs qui correspondent bien aux multiples évaluations démographiques ethnohistoriques et ethnologiques (Wauchope 1938, p. 145 ; C. C. Kolb *et al.* 1985, p. 588), nonobstant le flou autour de la définition stricte des termes se

101 On pourrait aussi mentionner, dans le même ordre d'idée, le cas du village yucatèque de Chablekal. Andrews (1965, p. 39) y comptait, en moyenne, 6 personnes par famille nucléaire, mais chacune de ces familles nucléaires occupait 2,5 structures, ce qui correspond à 2,4 personnes par structure.
102 Les ethnologues et ethno-historiens sont les premiers à déconseiller la généralisation de leurs observations dans le temps et dans l'espace (Carrasco 1964, p. 185 ; Breton 1990, p. 1634, voir aussi la discussion par Fletcher de l'essai de Kolb sur les apports de ces données pour calculer les populations précolombiennes, C. C. Kolb *et al.* 1985, p. 592).

rapportant à la maison. Ce sont aussi les valeurs extrêmes utilisées dans les contributions de *Precolumbian Population History in the Maya Lowlands* (D. S. Rice et Culbert 1990, p. 18) et, plus récemment, dans l'estimation proposée par Canuto, Estrada-Belli *et al.* (2018) pour les secteurs du Petén couverts par le programme *Pacunam Lidar Initiative*. Pour des raisons de comparabilité, il est pertinent de conserver ces deux indices.
Il doit être précisé qu'il n'a pas été établi de distinction entre les différents systèmes de logement - huttes à une pièce, structures voûtées à une pièce, structures longues multi-pièces, éventuellement pièces en « tandem » c'est-à-dire deux pièces communicant, à l'avant, et à l'arrière, sans accès extérieur à l'arrière. Ceci, d'une part parce que l'on manque de données sur la morphologie exacte des structures, qui n'ont pas été fouillées, et d'autre part parce que l'on travaille, pour l'estimation de la population, à partir d'intervalles tenant compte, pour chaque structure, en réalité de quatre indices (regroupés dans le Tableau 8) : les deux indices fondés sur le nombre d'habitants par structure (4 et 5,6), et deux autres qui, eux, sont dérivés de la surface couverte par un toit disponible par habitant. Ces deux derniers indices sont discutés plus avant. Donc, pour chaque structure, on calcule le nombre d'habitants pour chaque indice mais on ne retient que le résultat minimal et le résultat maximal, quel que soit l'indice qui l'ait produit. Dès lors, pour les quelques très longues structures de la Zone résidentielle, susceptibles d'avoir abrité plusieurs familles dans des pièces alignées et datant en majorité du Classique récent, le chiffre maximal est donné nécessairement par l'indice partant de l'espace (minimal) couvert par habitant, ce qui permet de ne pas prendre en compte l'indice du nombre d'habitants par structure, alors que le nombre de pièces est inconnu. On voit ainsi que l'emploi des quatre indices combinés permet une grande flexibilité dans la considération de la morphologie et des fonctions des structures.

5.2.2 Deux indices de surface couverte disponible par habitant

L'approche alternative de la surface couverte moyenne disponible par habitant est moins rigide que celle de l'indice d'habitants par structure. Selon cette approche, il suffit de diviser la surface intérieure de chaque structure (des corrections sont à effectuer, voir *infra*) par un indice surface/personne.

5.2.2.1 Approche culturelle croisée

Naroll (1962, p. 588) est peut-être le premier chercheur à avoir formalisé cette stratégie d'évaluation du nombre d'occupants d'une structure. A partir d'une approche culturelle croisée, il suggérait qu'il était possible d'établir, pour un grand nombre de sociétés « préhistoriques », une corrélation approximative entre la surface couverte d'un habitat et le nombre d'occupants. L'espace par occupant était estimé à partir de données issues de l'ethnologie à environ un dixième de la surface en mètres carrés ; autrement dit, on compterait une personne pour 10 m². Il s'agissait, pour Naroll, de donner un indice très approximatif, permettant d'obtenir un ordre de grandeur valable pour n'importe quel établissement humain préhistorique[103]. De fait, son calcul était fondé sur l'observation de cultures géographiquement très éloignées les unes des autres - il est d'ailleurs à noter qu'aucune société mésoaméricaine n'a été prise en compte pour ce calcul - mais surtout, connaissant des modes de subsistance très différents les uns des autres, « *from farmer to fishers and nomadic pastoralists*[104]» (C. C. Kolb *et al.* 1985, p. 583). Quelques années plus tard, Leblanc (1971) obtenait des résultats comparables, à partir de données ethnographiques provenant d'Amérique du Sud, d'Océanie et d'Asie et sans données mésoaméricaines au sein du corpus.

103 Schacht (1981) montrait de manière très fine que cette lecture de la contribution de Naroll (1962) est en fait très réductrice de son propos, et frôle le contre-sens. En réalité, ce que démontrait Naroll, c'est que l'on ne pouvait corréler de manière linéaire espace par habitant et taille de la résidence, et que par conséquent, un indice unique d'espace par habitant valable à tous les niveaux socio-économiques n'était pas pertinent.
104 « des fermiers aux pasteurs nomades en passant par les pêcheurs »

Des travaux ethnographiques menés dans l'ensemble des Amériques ont montré, cependant, que cette approximation, trop générale, tend à sous-estimer assez largement le nombre réel d'occupants des maisons, dans la mesure où l'espace couvert effectif alloué à chaque personne est généralement assez inférieur à 10 m². Entre autres facteurs d'erreur (voir les critiques de C.C. Kolb *et al.* 1985, p. 583), on doit mentionner la mauvaise exploitation statistique des données puisque le chiffre de 10 m² est une moyenne qui est éloignée de la réalité de l'occupation dans les sociétés prises en compte. Dans cette série statistique, l'écart-type est très élevé, ce qui signifie que cet indice de 10 m² ne correspondait à la situation vécue que par une minorité des habitants. L'anthropologue Daniel Shea montrait ainsi, à partir des données fournies par Naroll, que la grande majorité des habitants pris en compte ne disposait en réalité que d'environ 5 m² par personne (*ibid.*, p. 594), qu'une minorité non négligeable, les élites (sur-représentées par Naroll, focalisé sur les grandes agglomérations dans les cultures prises en considération), disposait d'environ 19 m² par personne, et qu'en définitive, les 10 m² ne valaient que pour une autre minorité de l'échantillon. Un problème majeur, lorsque l'on a affaire à l'habitat maya, tient à la spécificité du système de logement voûté prisé par les élites. Paradoxalement, du fait des limitations techniques de l'architecture de la voûte maçonnée[105], les élites disposent de moins d'espace par personne que les occupants de simples huttes en matériaux périssables[106]. A surface extérieure égale, la hutte en matériaux périssables a toutes les chances d'offrir plus d'espace intérieur qu'une résidence maçonnée, ce qui n'empêche pas que des résidences voûtées, vastes par le nombre de pièces, aient été construites par les familles qui pouvaient réunir les travailleurs nécessaires pour la construction. De plus, la non-prise en compte par Naroll (1962, p. 588) de l'espace occupé, au sein de l'habitat, par les murs et cloisons, limite encore l'intérêt de son indice pour l'habitat voûté des Mayas, puisque la surface est mesurée à partir du périmètre extérieur de la structure. Cela ne pose guère de problème lorsque l'on traite d'une hutte en matériaux périssables, mais dans une maison maçonnée et voûtée maya classique, les murs, épais de 50 à 120 cm, occupent une partie non négligeable de l'espace intérieur.

Cook (1972, p. 16), considérait que l'on devait compter 25 pieds² (environ 2,3 m²) pour les six premières personnes puis 100 pieds² (environ 9,3 m²) pour chaque personne additionnelle. Même ainsi, d'après Casselberry (1974, p. 119), le nombre d'habitants était sous-estimé. Il proposait une formule permettant de réduire cette tendance à la sous-estimation, sans toutefois l'éliminer complètement : il faudrait compter un sixième de la surface couverte par habitant (*ibid.*, p. 119). Cette formule était développée à partir d'exemples de cultures dans lesquelles plusieurs familles nucléaires vivent dans la même structure, ce qui n'était probablement pas le cas le plus répandu chez les habitants de la Zone résidentielle de Naachtun, mais qui était la norme dans le Groupe B, c'est-à-dire les grands complexes de palais voûtés du Classique récent groupés dans la partie nord-est du site.

5.2.2.2 Approche ethnologique centrée sur la Mésoamérique

On voit bien, ici, les limites de l'approche culturelle croisée pour ces questions de rapport entre la superficie de l'habitat et le nombre d'habitants, tant les situations peuvent varier dans l'espace et dans le temps, avec les traditions sociales et le modèle économique de subsistance. L'indice à utiliser est, en

105 A partir d'un corpus de plus de 233 pièces voûtées de l'ensemble de l'aire maya, Gilabert Sansalvador (2018, pp. 139-141) mesure que l'immense majorité des pièces avaient une largeur bien inférieure à 3 m, cette dimension maximale se trouvant généralement dans la région Puuc, au Classique terminal.

106 Dans la *Relación de Motul*, écrite en 1581 au Yucatán, on peut lire que les gens du commun vivaient dans des maisons de matériaux périssables, « *y a esta causa no se han dado a hacerlas de piedra si no son los caciques, que las tienen más por autoridad que porque se hallen bien en ellas.* » (« et pour cette raison, ils ne se sont pas préoccupés de bâtir leurs habitations en pierres, à l'exception des caciques, qui le font plus par ostentation que parce qu'ils s'y trouvent bien »).

effet, spécifique à la culture prise en compte. Ainsi, pour les Pueblos du Sud-Ouest des Etats-Unis, Clarke a calculé, à partir de données ethnologiques extrapolées aux populations préhistoriques, que c'était un tiers de la surface couverte qui était dévolu à une personne (S. K. Clarke 1974, p. 286), au lieu du 1/10 de Naroll (1962) ; cette différence tient au fait que les sociétés matrilinéaires ont généralement des maisons plus vastes. Qu'en est-il pour la Mésoamérique ? Pour Kolb, la moyenne de 6,12 m² par personne dans les actuelles familles nucléaires monogames patrilinéaires de paysans mésoaméricains constitue un chiffre valable. Il mentionne aussi un indice de 7,41 m² par personne dans les Hautes Terres du Guatemala (C. C. Kolb *et al.* 1985, p. 590). Il faut enfin prendre en compte le fait que toutes les familles ne bénéficiaient sans doute pas du même espace par personne, selon leur rang social et économique. Les familles de haut rang devaient résoudre le paradoxe faisant qu'elles conjuguaient plus ou moins bien un désir de confort avec des pratiques architecturales de prestige (murs épais, pièces étroites voûtées) pouvant limiter l'espace disponible par personne (voir une discussion de ces questions pour le cas particulier de Río Bec *in* M.-C. Arnauld, Michelet et Nondédéo 2013, p. 477).
Selon DeBoer (qui, par ailleurs, mettait le lecteur en garde contre l'apparence trompeuse de précision des indices proposés par Kolb), c'est davantage la variable socio-économique que le nombre de membres de la famille qui influence de façon déterminante la taille de l'habitat (C.C. Kolb *et al.* 1985, p. 592). Mais Siegel (1990, p. 329), dans un contexte different, celui de l'ethnologie amazonienne, considère que « *the amount of space partitioned among households is a function of the number of occupants per household, rather than their relative status*[107] ». Chez les Mayas classiques, à vrai dire, seules les familles étendues nombreuses avaient suffisamment de main-d'œuvre pour élever leur statut socio-économique : plus une famille rassemble d'hommes et de femmes, plus son statut augmente (Wilk 1988 ; M.-C. Arnauld, Michelet et Nondédéo 2013). Il faut aussi envisager la question sous l'angle chronologique du fait de l'importance de la reproduction et de la croissance démographique de chaque groupe : il est évident que des disparités de prospérité et de prestige (donc de croissance) existaient entre les occupants de la Zone résidentielle de Naachtun au Classique ancien, mais bien plus encore au Classique récent. Précisément, la Zone résidentielle de Naachtun se caractérise par la fréquence de grandes unités résidentielles complexes reflétant une croissance familiale soutenue.
Au milieu des années 1970, Breton a mené à Bachajon, une grande communauté tzeltal à la limite septentrionale des Hautes Terres mayas du Chiapas, une étude sur les relations existant à l'heure actuelle entre surface de l'habitat et taille de la population (Breton 1990). Il a trouvé (*ibid*., p. 1635) un rapport moyen (et constant, qu'il s'agisse d'habitat rural dispersé, ou plus urbain et regroupé) de 8,36 m² par personne, soit 0,12 personne par m². Ce chiffre exclut les silos ainsi que les greniers construits indépendamment (*ibid*., p. 1630), étant entendu que la majorité des greniers, dans ce cas, comme dans celui des Mayas anciens, se trouvent en réalité au sein des dortoirs ou des cuisines, sous les toits. Gougeon a proposé un indice alternatif, présenté par Becquelin et Michelet (1994, p. 302), obtenu dans le cadre de l'étude de la communauté maya de Xculoc (à la limite Campeche/Yucatán) en 1987. Dans ce village, chaque habitant dispose en moyenne de 6,87 m² d'espace couvert, cuisines comprises. Même si Breton (1990, p. 1635) qualifiait les résultats de son étude de perfectibles et provisoires et n'avait aucunement la prétention de fournir un indice applicable aux cités des Basses Terres à la période classique, nous considérons ici que ces deux indices constituent des repères aussi valables que possible pour notre étude, obtenus suite à une étude spécifique et menée de manière rigoureuse. Par conséquent, comme l'ont fait Becquelin et Michelet (1994), Lemonnier (2006), Sion (2016) ou Goudiaby (2018), nous utilisons, en complément de l'approche partant du nombre d'habitants par structure, ces deux indices dérivés de la surface par personne, proches des chiffres acceptés par Kolb (C. C. Kolb *et al.* 1985, p. 590), pour évaluer le nombre d'habitants des patios de Naachtun.
En l'absence de fouilles extensives, il est impossible de distinguer les greniers indépendants dans les unités résidentielles de Naachtun. Mais rappelons que le grain pouvait être stocké dans les dortoirs ou les cuisines, qui elles, entrent dans la surface comprise par les indices de Breton et Gougeon (voir aussi,

107 « L'espace disponible au sein des maisonnées dépend du nombre d'occupants par foyer, plutôt que de leur statut relatif. »

sur les petites structures mixtes archéologiques, Inomata 2008, p. 167). Dès lors, seules les structures d'ordre manifestement rituel (autels, oratoires) sont exclues du calcul du nombre d'habitants dérivé de la surface couverte, leur identification présentant moins de difficultés tant leur morphologie et leur localisation les distinguent souvent des autres structures d'un patio, qui, elles, peuvent servir de dortoir de complément même lorsque ce n'est pas leur fonction première. Les greniers indépendants étant, de toutes façons, de surface réduite, leur contribution au nombre d'habitants du patio serait minime, et d'autant moins importante que l'on travaille sur des intervalles d'habitants. Enfin, précisons que l'indice surface couverte/habitant donne généralement (sauf édifices exceptionnellement vastes) un nombre d'habitants très largement inférieur aux 5,6 occupants par structure. Dès lors, n'écarter que les oratoires permet de rééquilibrer cet écart. Lemonnier (2006, p. 378), qui, on l'a précisé, a également utilisé l'approche dérivée de l'espace couvert par habitant pour estimer la population des unités résidentielles de La Joyanca, appliquait ces deux coefficients à toutes les structures entourant les patios, cuisines et annexes comprises. Dans la présente recherche, nous appliquons donc les indices de Breton et Gougeon à toutes les structures, avec pour seule exception celles qui sont manifestement des autels et oratoires.

5.2.2.3 Comment passer de la surface d'un monticule à la surface habitable de la structure ?

Une note méthodologique est, ici, nécessaire. Pour calculer une population en appliquant cet indice d'espace couvert disponible par habitant, il faut bien évidemment mesurer cet espace. Or, si cette étape du travail est presque immédiate dans des régions comme la Zone Puuc où la sédimentation est si faible que l'espace intérieur des structures peut être mesuré en surface, sans même devoir fouiller, c'est loin d'être le cas au nord du Petén. Là, les structures sont enfouies sous les décombres des murs et des toits, qui s'étalent lors de l'effondrement du bâtiment, formant des monticules dont la superficie est assez largement supérieure à la surface habitable, d'autant plus qu'elle est élargie par l'action de la végétation. Or, comme on l'a mentionné à de multiples reprises, les édifices de la Zone résidentielle de Naachtun n'ont qu'exceptionnellement fait l'objet de fouilles extensives. On dispose, grâce au travail de Lemonnier et Cotom (Lemonnier et Cotom Nimatuj 2012 ; 2014a ; 2014b ; 2016 ; Lemonnier, Cotom Nimatuj *et al.* 2013), du relevé des dimensions de chaque monticule de la Zone résidentielle du site (hauteur mesurée depuis l'intérieur et l'extérieur du patio, longueur et largeur, mesurées au maximum de l'extension du monticule[108]). Il restait donc à établir une formule permettant de passer de la surface du monticule à la surface habitable approximative, en tenant compte de la hauteur du monticule, dans la mesure où plus un monticule est haut (ce qui correspond, en général, aux pièces voûtées), plus la surface qu'il couvre est supérieure à la surface habitable. Dans le cadre de ses travaux sur les unités résidentielles du site de La Joyanca, Lemonnier (2006, p. 379) a pu établir un rapport de 3/1 entre la superficie des monticules hauts et la surface habitable intérieure et un rapport de 1,5/1 entre la superficie des monticules bas des structures non voûtées et leur surface intérieure. Pour l'exprimer d'une autre manière, selon cet indice, la surface couverte disponible par habitant dans le cas d'une structure voûtée est égale à un tiers, 33,33 %, de la surface du monticule, et la surface couverte est égale à deux tiers, 66,67 %, de la surface du monticule dans le cas d'une structure non voûtée.
Nous avons tenté de mesurer la différence entre surface du monticule et surface couverte habitable à Naachtun pour y déterminer l'applicabilité des indices proposés pour La Joyanca. Il a heureusement été possible de comparer les dimensions de monticules mesurés par Lemonnier et Cotom aux dimensions réelles de l'espace habitable des structures de l'Unité résidentielle 5N6 fouillée de manière extensive puis relevée par Goudiaby et ses collègues (Figure 37 ; Arredondo Leiva *et al.* 2014 ; Goudiaby, Lacomme *et al.* 2016 ; Goudiaby 2016). La comparaison n'a pas été possible pour toutes les structures, parce que les monticules ne sont pas un reflet fidèle des structures qu'ils recouvrent : certaines structures ne laissent

108 C'est-à-dire qu'à l'inverse du relevé de l'Épicentre par la Carnegie Institution, dans lequel les auteurs tentèrent de représenter par les polygones les dimensions réelles des soubassements et non des monticules, dans le relevé de la Zone résidentielle, c'est aux dimensions des monticules que correspondent les arêtes des polygones.

pas de monticule, dans d'autres cas, un même monticule cache deux structures différentes. Il a néanmoins été possible d'effectuer une comparaison pour trois structures, appartenant aux deux systèmes de logement : système 1, structures intégralement maçonnées, voûtées, et système 2, structures partiellement maçonnées (base des murs), non voûtées.
Le monticule 5N-6 mesure, selon le relevé de Lemonnier et Cotom, 12 × 5,4 m, soit 64,8 m². Il a une hauteur de 1,3 m mesurée du côté du patio : la structure était dotée d'une voûte - système 1 - (Arredondo Leiva *et al.* 2014). La hauteur conservée laissait présager une grande différence entre la surface du monticule et celle de la structure. Après le décapage, la structure présente des dimensions extérieures de 11,5 × 4 m (Goudiaby, Lacomme *et al.* 2016), soit 46 m². La surface totale de la Structure 5N-6 est donc équivalente à 70,8 % de la surface du monticule. Toutefois, les murs et cloisons sont épais : ils mesurent de 50 à 80 cm de large. 5N-6 comporte quatre pièces. L'espace intérieur total rapporté par Goudiaby (Arredondo Leiva *et al.* 2014) est de 3,9 + 4 + 12,9 + 1,76 m², soit 22,56 m². Dans ce cas, la surface habitable couverte est équivalente à 34,8 % de la surface du monticule, ce qui confirme l'indice 3/1 de Lemonnier.
Le monticule 5N-5 mesure, selon le relevé de Lemonnier et Cotom, 19,6 × 4,6 m, soit 90,16 m². Il a une hauteur de 1 m mesurée du côté du patio : la structure était, elle aussi, voûtée - système 1 - (Arredondo Leiva *et al.* 2014). Après le décapage, la structure présente des dimensions extérieures de 16 × 4,3 m (Arredondo Leiva *et al.* 2014 ; Goudiaby, Lacomme *et al.* 2016) soit 68,8 m². La surface totale de la Structure 5N-5 est donc équivalente à 76,3 % de la surface du monticule. 5N-5 comporte trois pièces. L'espace intérieur total (mesuré avec moins de finesse que dans le cas de 5N-6) rapporté par Goudiaby (Arredondo Leiva *et al.* 2014) est de 11,62 + 14,75 + 6,5 m², soit 32,875 m². Ici, on tombe à 36,5 % de la surface du monticule : encore une fois, on aboutit presque exactement à l'indice proposé par Lemonnier.
En simplifiant ces données obtenues sur les vestiges de structures voûtées appartenant au système de logement 1, on s'aperçoit que l'emprise au sol de la structure représente une surface comprise entre 2/3 et 3/4 de la surface du monticule, et que la surface intérieure habitable correspond bel et bien, comme à La Joyanca, à environ 1/3 de la surface du monticule.
Pour les structures non voûtées, système 2, l'établissement du rapport est plus compliqué, parce que, sur le plan du site, aucun monticule de ce système de l'Unité 5N6 ne correspond directement à une structure indépendante réelle. Prenons l'exemple du monticule 5N-9. Il mesure, selon le relevé de Lemonnier et Cotom, 26,5 × 3,75 m, soit 99,37 m². La structure, comme on l'a dit, n'était pas voûtée et le monticule a une hauteur de 55 cm mesurée du côté du patio. La fouille de Goudiaby a permis de montrer qu'il s'agit en réalité de deux structures accolées (5N-9 et 5N-9 bis). Si l'on prend 5N-9 et 5N-9 bis comme un seul bloc, l'ensemble mesure en réalité 30 m de long pour 3,4 m de large *(ibid.),* soit une emprise au sol totale de 102 m², légèrement supérieure à la surface perçue du monticule, ce qui montre bien la difficulté d'identifier nettement les vestiges associés aux monticules. L'ensemble 5N-9 et 5N-9 bis comporte quatre pièces. L'espace intérieur total rapporté par Goudiaby (Arredondo Leiva *et al.* 2014 ; Goudiaby 2018) est de 34,5+10,2+17,01+13,5 m², soit 75,21 m². Le rapport entre la surface habitable et la surface du monticule serait, dans ce cas, d'environ 3/4, légèrement inférieur à l'indice de Lemonnier, lequel a été obtenu à partir d'un meilleur échantillon. D'autres structures appartenant au système de logement non voûté devront être fouillées à Naachtun pour préciser le rapport entre la surface habitable et la surface du monticule.
Dans la mesure où les chiffres exploitables obtenus à Naachtun nous semblent coïncider avec ceux qui avaient été établis à La Joyanca par Lemonnier, ce sont les rapports qui seront utilisés ici. Ajoutons que dans certains cas, un monticule correspond à la fois à une structure voûtée et à une plate-forme basse directement attenante, qui la prolonge sur le côté. Il appartient donc à la fois aux systèmes 1 et 2 précédemment décrits. Aucun de ces monticules mixtes n'a été fouillé, et en l'attente de résultats de terrain, nous avons choisi de diviser la surface du monticule par 2 pour obtenir la surface intérieure habitable de la structure.

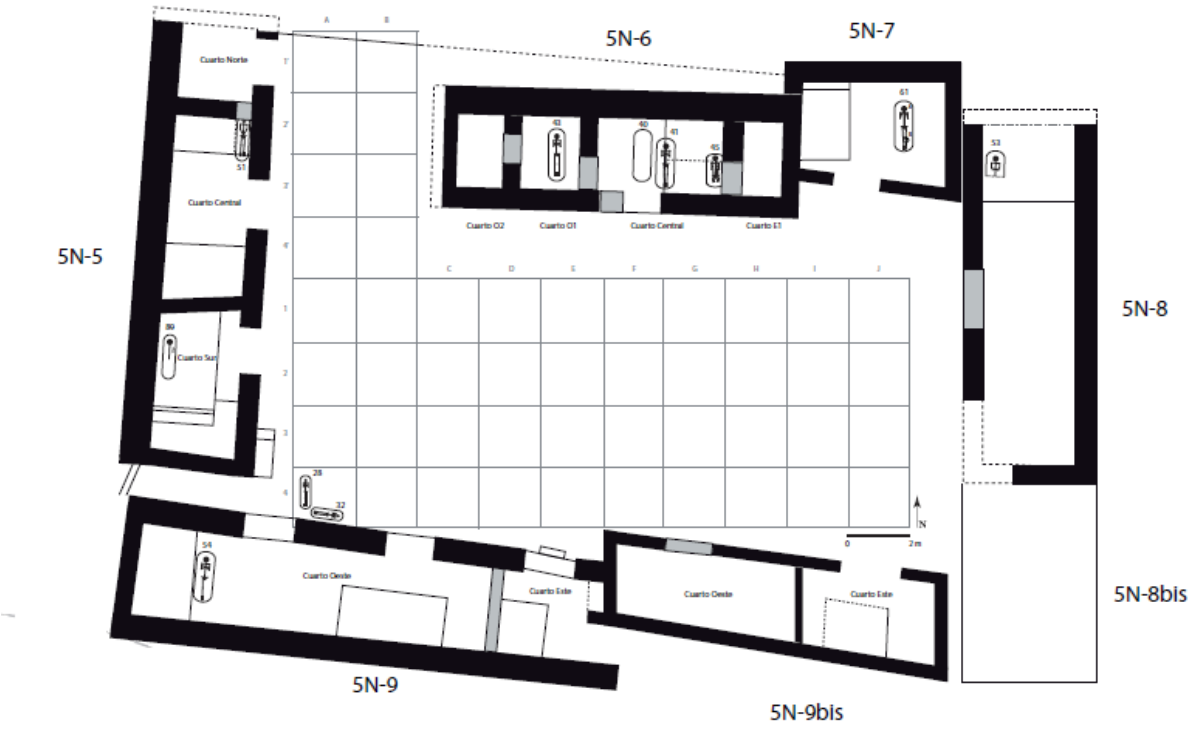


Figure 37. Plan de l'Unité résidentielle 5N6. (Relevé : H. Goudiaby).

5.3 Ajustements

Associer aux structures un facteur moyen d'habitants n'est évidemment pas suffisant pour estimer la population des patios. Il faut aussi tenir compte d'un certain nombre de complications qui doivent nuancer le calcul : en effet, toutes les structures n'étaient pas résidentielles (5.3.1), toutes les structures, et même, toutes les unités résidentielles ne sont pas visibles en surface et relevées en prospection (5.3.2), et toutes les structures, les sous-unités et les unités résidentielles occupées au cours d'une même sous-phase n'étaient pas nécessairement simultanément occupées (5.3.3). Parmi les synthèses existant sur ces problèmes, celle de D. S. Rice et Culbert (1990) est incontournable. Voir également Culbert (1988) et Lemonnier (2006). Lorsque l'on travaille à l'échelle des structures, ces questions ont une importance fondamentale dans l'obtention du résultat. En revanche, à l'échelle d'analyse qui est la nôtre, celle du patio, l'influence des ajustements est sans doute moins déterminante, même s'il n'est pas question de les passer sous silence.

5.3.1 Prise en compte des structures non résidentielles

Le premier ajustement à effectuer se trouve à un niveau de la procédure de calcul antérieur aux autres, celui de l'estimation du nombre d'habitants par patio. En réalité, les ajustements suivants se feront, dans notre approche, au niveau du pourcentage de patios occupés. Mais restons-en, pour l'heure, au premier niveau, celui de l'estimation du nombre d'occupants par patio. Même si la majorité des structures des zones d'habitat des cités mayas avaient une fonction résidentielle, une proportion non négligeable d'entre elles n'était pas d'ordre résidentiel. On doit, avant tout, se demander ce qu'est une structure résidentielle. La définition la plus simple, et la plus utile dans le cadre d'une quantification de population, consiste à considérer comme structures résidentielles les structures servant de dortoir. Il est en effet difficile d'évaluer une population à partir des lieux d'activité diurne, puisqu'au cours de la

journée, les occupants pouvaient alterner entre la cuisine, l'atelier, les champs ou d'autres lieux d'activités sociales ou économiques. L'analyse partant des dortoirs oblige d'emblée à établir une distinction entre deux types de structures non résidentielles. On trouve, d'un côté, les structures non résidentielles qui sont, malgré tout, susceptibles de servir de lieu de sommeil de complément pour quelques personnes, comme les cuisines ou les structures de stockage (ce sont des pratiques attestées ethnologiquement, voir, par exemple, la très précieuse description de l'évolution d'un *solar*[109] de Chan Kom, *in* Redfield et Villa Rojas 1934, p. 90). D'un autre côté, on trouve les structures qui ne peuvent remplir cette fonction de dortoir, comme les bains de vapeur ou les oratoires pyramidaux (voir une tentative de typologie des structures non-résidentielles in A. F. Chase et D. Z. Chase 2014). Certaines méthodes de quantification de la population prennent en compte les structures pouvant accueillir quelques personnes pour la nuit. Dans le cadre de l'approche partant de la multiplication d'un nombre moyen d'occupants par structure, nous écartons a priori toutes les structures non exclusivement résidentielles, toutes celles qui ne sont pas exclusivement des dortoirs. En revanche, dans l'approche qui part de l'espace occupé par habitant, l'espace des cuisines ou des structures de stockage pouvant servir de dortoir est pris en compte, à l'instar de l'estimation proposée par Lemonnier (2006, p. 378), et nous n'écartons que les oratoires.

Il faut donc déterminer la proportion de chaque type de structure - résidentielle, strictement non résidentielle, et non résidentielle pouvant servir de dortoir - dans chaque patio. Tourtellot (1988, pp. 102-103) a remarqué, à Ceibal, que les groupes qui comptaient cinq ou six structures autour d'un même patio ne comprenaient jamais cinq ou six structures résidentielles. Il n'y en avait jamais plus de quatre, les autres étant vouées à d'autres fonctions. Inversement, il n'a jamais rencontré plus de deux structures non résidentielles autour d'un patio. De plus, ces structures étaient toujours de petite taille (en termes de superficie) comparées aux structures résidentielles. Breton, dans son étude sur l'habitat contemporain autour de Bachajon (Chiapas), remarquait que lorsque l'on ajoute des structures aux unités résidentielles (qui deviennent alors des « *sitios* composés »), le nombre de cuisines ne dépasse jamais le nombre de dortoirs (Breton 1990, pp. 1361-1362). A l'autre bout de l'aire maya, les *solares* de Telchaquillo (Yucatán) rapportés par A. L. Smith (1962, p. 212 et *Figure* 7) suivent très exactement les mêmes critères. Il semble donc, selon ces indices archéologiques et ethnologiques, qu'autour du patio, le nombre de dortoirs soit généralement supérieur au nombre de structures non résidentielles, qui sont, toutefois, toujours présentes. Les structures non résidentielles seraient, aussi, généralement plus petites que les dortoirs (Ashmore 1990, p. 69 parvenait aux mêmes conclusions pour la région de Quirigua, de même que Gillot (2018a) pour Río Bec, où les cuisines ont une surface intérieure de 7 à 16 m² et les réserves de 3 à 10 m², contre 10 à 25 m² pour les structures résidentielles les plus petites, et jusqu'à 250 m² pour les plus vastes).

Nous considérons, en suivant Tourtellot, qu'à Naachtun au Classique récent aucun patio de plus de quatre structures n'est composé uniquement de structures résidentielles. Pour le Classique ancien, la question même de l'existence de patios de plus de quatre structures se pose sérieusement, même s'il faudrait plus de fouilles extensives pour l'approfondir. On peut penser qu'à cette période, le stockage ou la cuisine se faisaient soit dans la résidence, soit dans des structures en matériaux périssables qui ne se sont pas conservées. C'est, en tout cas, ce que suggèrent les fouilles extensives de l'Unité résidentielle 5N6 (Goudiaby 2018). Il est évidemment très compliqué d'établir, à partir de la simple observation des monticules, leur caractère résidentiel ou non, sauf dans le cas des oratoires familiaux dont la morphologie et l'emplacement dans le patio (côté est) indiquent souvent la fonction de manière claire. La surface est tout de même un bon indicateur. Dans notre estimation du nombre d'habitants de chaque patio, les structures de très petite superficie, inférieure à 15 m², ont été automatiquement placées dans la catégorie « non strictement résidentielle mais pouvant servir de dortoir », de même que l'a été, de manière arbitraire, la plus petite structure dans tous les patios entourés de plus de quatre structures (parfois, les deux derniers cas mentionnés coïncident). Quand toutes les structures d'une unité résidentielle présentent une superficie inférieure à 15 m², c'est la ou les plus petites (en fonction du

109 Un *solar* est, comme un *sitio*, une unité d'habitat correspondant à notre patio.

nombre de structures) qui sont considérées comme non strictement résidentielles. Dans la Zone résidentielle de Naachtun, on compte, en appliquant les critères susmentionnés, 173 structures non résidentielles (dont 18, des autels ou des oratoires, voire, dans un cas, un hypothétique terrain de jeu de balle, ne pouvaient absolument pas servir de dortoir d'appoint), soit 29 % du total des structures visibles. Bien entendu, cette démarche est valable pour le Classique récent. De manière spéculative, on peut l'extrapoler au Classique ancien, sans avoir l'assurance de sa validité. Si les patios comptaient moins de structures au Classique ancien, c'est probablement les structures non résidentielles qui étaient moins nombreuses, et non les dortoirs. Notons, pour comparaison, qu'à Tikal, pour le Classique récent, Haviland (1965, p. 19) comptait 16,5 % de structures non résidentielles. Pour la même période, Tourtellot (1990, p. 86) comptait 14,3 % de structures non résidentielles à Ceibal. Dans la zone résidentielle de Pacbitun, un site beaucoup plus modeste, la fouille a révélé un taux de 85 % de structures supposées résidentielles (Healy *et al.* 2007, p. 32). La proportion de structures potentiellement non résidentielles est donc un peu plus élevée dans le cas de notre évaluation que dans les exemples sollicités pour comparaison. Toutefois, Inomata, Triadan, Pinzón *et al.* (2018, pp. 27-28) remarquent que les fouilles de sites abandonnés brutalement (et donc susceptibles de fournir les données les plus complètes sur l'organisation de l'habitat et des activités), comme Aguateca et Joya de Cerén, montrent que le taux de structures non résidentielles au sein des unités est bien plus élevé (de l'ordre de 45 % pour le site Classique récent d'Aguateca) que les taux employés usuellement par les mayanistes dans leurs estimations, ce qui nous conforte dans notre option haute. Des fouilles plus extensives des unités résidentielles permettraient sans doute de préciser ces chiffres pour Naachtun.

En somme, pour résumer les critères de prise en compte du caractère résidentiel des structures, nous distinguons :

- Les structures strictement non résidentielles : ce sont les autels et les oratoires.
- Les structures non résidentielles pouvant servir de dortoir d'appoint : ce sont les structures de moins de 15 m². Si l'on trouve plus de quatre structures autour du patio et qu'aucune n'a une superficie inférieure à 15 m², c'est la plus petite qui est considérée comme non strictement résidentielle. Si toutes les structures autour du patio font moins de 15 m², la ou les plus petites, en fonction du nombre de structures, sont considérées comme non strictement résidentielles.
- Les structures résidentielles : toutes les structures non mentionnées ci-dessus.

5.3.2 Habitat invisible et caché

Nous passons maintenant aux ajustements à effectuer à l'étape suivante du calcul, celle de la détermination du pourcentage de patios occupés à chaque période. Lorsque l'on cherche à évaluer la population d'un site à partir des vestiges de l'habitat, il est important de prendre en compte le fait que le nombre de structures visibles en surface et relevées est inférieur au nombre réel de structures qui existaient par le passé. Un certain nombre de structures, n'ayant pas formé de monticule, passent toujours inaperçues au cours des relevés de surface. Il faut distinguer le cas des structures stratigraphiquement occultées de celui des structures mal préservées en surface. Les premières ont été démontées et/ou recouvertes par des remblais ou structures postérieures, et leurs vestiges n'apparaissent logiquement pas en surface. Ce problème, qui se trouve au cœur de cette recherche sur le Classique ancien, est traité dans la Section 5.1. Ce qui est discuté maintenant, ce sont les structures mal préservées en surface. Pour être précis, on établit habituellement une distinction entre les structures invisibles, n'ayant véritablement laissé aucun indice en surface permettant de les identifier, et les structures cachées, qui laissent des indices discrets en surface (concentrations de céramique, subtils changements topographiques), qui échappent facilement à l'attention des prospecteurs (D. S. Rice et Culbert 1990, p. 15 ; Johnston 2002, p. 15). Les deux cas de figure sont, ici, traités ensemble, sous l'appellation générique de structures invisibles.

La majorité des structures mayas, qu'elles aient été construites en pierre ou en matériaux moins durables, étaient bâties sur des plates-formes rectangulaires pouvant dépasser une cinquantaine de centimètres de hauteur, et dont la superficie était supérieure à celle de la structure. Dans ce cas, même

une structure construite en matériaux périssables laisse un monticule, certes bien plus discret que celui qui correspond à une structure en pierre maçonnée et voûtée, mais parfaitement visible pour un observateur passant à proximité[110]. En revanche, un certain nombre de structures, dont la proportion est compliquée à déterminer, étaient construites à même le sol, ou sur une plate-forme très basse (10 à 20 cm de hauteur, à Itzan, Johnston 2005), ce qui n'aboutit pas forcément à la formation d'un monticule. Plus les sols naturels sont épais, plus il faut que les vestiges soient hauts et imposants pour former un monticule visible (Johnston 2002, discutait de la visibilité des vestiges en fonction des processus de formation des sols). Ces structures invisibles peuvent se trouver associées à des unités résidentielles détectées - on parle alors, en anglais, d'habitat invisible « *proximate* » (Johnston 2002, p. 20 ; Johnston 2005, p. 148) -, ou bien isolées de tout vestige visible. Le premier cas est à peu près systématique, et il est accepté et pris en compte par tous les archéologues. On se rend compte fréquemment, lors de la fouille extensive d'une unité résidentielle, que des éléments sont invisibles en surface. Généralement, l'ajustement à effectuer n'a alors qu'une influence mineure sur le comptage des occupants, surtout si l'analyse se fait à l'échelle des patios ou des unités résidentielles, parce que toutes les structures n'étaient pas résidentielles, particulièrement celles qui ont le moins de visibilité.

C'est le deuxième cas, à savoir la proportion de structures isolées, voire de patios ou unités résidentielles comptant plusieurs structures invisibles et totalement indépendantes des unités résidentielles relevées en surface, qui est plus difficile à quantifier et sur lequel de nombreux désaccords existent. On peut considérer qu'il est peu probable que ce type d'unité résidentielle, pris isolément, ait accueilli une population nombreuse. Il est, plus exactement, fortement improbable qu'il se soit agi de grands complexes multi patios. Les unités résidentielles concernées ne doivent pas avoir dépassé l'échelle d'un simple patio avec une ou deux maisons. Toutefois, si l'on considérait (point de vue théorique, qui n'est pas le nôtre) que ces restes d'habitat invisibles correspondent aux maisons d'une large fraction de la population, en supposant, par exemple, que seules les élites (qui pouvaient représenter de 5 à 10 % de la population) disposaient de maisons au moins partiellement maçonnées construites sur plate-forme, le reste de la population vivant dans des résidences sans plate-forme - sans même mentionner l'éventualité de quartiers séparés d'esclaves, alors la proportion de structures invisibles à prendre en compte deviendrait un enjeu majeur de la quantification de la population.

Le nombre des structures invisibles isolées doit donc être estimé, ce qui constitue une tâche d'une grande complexité dans la mesure où sonder un échantillon statistiquement révélateur de terrain *a priori* inoccupé est pratiquement impossible dans le cadre d'un grand site. D. S. Rice et Culbert (1990, pp. 14-15), qui discutaient la question, rappelaient que les contributeurs à *Precolumbian Population History in the Maya Lowlands* appliquaient à leurs calculs des taux d'habitat invisible allant de 10 % (à Tikal) à 100 % (à Santa Rita). Voir aussi la discussion plus détaillée de Johnston (2002, pp. 31-32). Cette disparité s'explique par des différences de sensibilité des chercheurs à la question, mais aussi par des considérations culturelles, chronologiques, géologiques et taphonomiques spécifiques à chaque site (Johnston 2002 ; 2005). Tous les sites n'avaient pas les mêmes techniques constructives pour l'architecture résidentielle, tous les sites ne sont pas soumis aux mêmes processus d'érosion ou d'alluvionnement, toutes les périodes n'étaient pas propices à la généralisation de la construction en pierre, même de plates-formes. Il s'agit donc de déterminer les conditions naturelles et culturelles expliquant, à Naachtun, l'éventuelle invisibilité de structures. Notons qu'à Dzibilchaltun, qui se trouve à l'extrême nord des Basses Terres, dans un milieu de végétation basse et dense défavorable à la bonne détection des vestiges d'habitat, Andrews IV (1965, p. 37) considérait dans ses estimations que plus de la moitié des structures ayant existé n'avaient pas été relevées. Même dans la région Puuc, où la sédimentation est exceptionnellement basse et la visibilité excellente, certaines structures n'ont été identifiées que grâce à la présence de *chultun* - citernes souterraines - associés, toujours plus visibles

110 Ce qui n'est pas une vertu négligeable, tant il semblerait que les ruines, conservent, pour les Mayas, un fort potentiel magique, bénéfique comme maléfique, sur une très longue durée après l'abandon. Correctement perçues comme des restes d'habitat, elles exigent de la part d'un éventuel nouvel occupant des actions rituelles indispensables lors de son installation (Vapnarsky et Le Guen 2011).

par leur orifice que certaines résidences en matériaux périssables construites sans plate-forme remblayée (Becquelin et Michelet 1994, p. 293). Aucune région ne semble donc échapper à ce problème. En ce qui concerne les sites des Basses Terres centrales, plus proches de Naachtun, notons que pour Tikal au Classique récent, Culbert, Kosakowsky *et al.* (1990, p. 115) ajoutaient seulement 10 % de structures invisibles aux structures cartographiées. A Piedras Negras, aucune structure invisible isolée n'aurait été découverte (Houston, Escobedo *et al.* 2003, p. 217 ; Nelson 2004, p. 6).

Comment quantifier de la manière la plus précise ce phénomène des structures indépendantes invisibles ? Dans l'aire maya, comme on l'a dit, un certain nombre d'opérations ont été dédiées à la mise au jour de structures et d'unités résidentielles invisibles. Évoquons à nouveau deux initiatives mises en place au Belize. Le premier cas est un programme de sondages systématiques à la tarière mené à Chau Hiix (Goldsmith 2005). Ce procédé, en mettant en évidence des concentrations de matériel archéologique enterré (principalement lithique et céramique), permet d'identifier les espaces qui accueillaient des structures que seule la fouille permettrait de révéler autrement. Le nombre d'unités résidentielles du secteur pris en compte est passé de 3 à 5 grâce à cette approche. Une autre technique plus coûteuse en temps consiste à ouvrir des sondages à la pelle le long de transects, une méthode inspirée des prospections dans les régions boisées d'Amérique du Nord. Cette technique a été appliquée par Somers et McKillop (2005) à un petit site maya de la côte sud du Belize. Avec 126 sondages, répartis tous les 10 mètres sur un transect englobant le seul monticule connu du site de Arvin's Landing, on aboutit à la mise au jour de deux espaces d'habitat supplémentaire, soit une augmentation de 200 % (*ibid.*, p. 298). Kevin Johnston s'est fait une spécialité de l'étude de l'habitat invisible et caché. A Itzan, un site de l'occident du Petén, il a dirigé (Johnston 2005) la fouille extensive de plusieurs unités résidentielles composées exclusivement de structures invisibles, révélées par la construction d'une route à la fin des années 1980. Johnston (2002, p. 29) donne une liste des projets de plus grande ampleur au sein desquels des programmes de fouilles extensives ont été dédiés à la mise au jour des structures invisibles dans des secteurs vides de tout monticule : on citera Tikal, et les fouilles non publiées de Bronson (1968), selon qui le taux de structures invisibles était particulièrement élevé au Classique ancien.

Cette question est donc fondamentale pour notre recherche et nous y consacrons l'argumentation qui suit. A Naachtun, la Zone résidentielle prise dans son ensemble n'est pas soumise à un fort alluvionnement[111] (contrairement, par exemple, à la vallée de Copan, à Quirigua ou à la vallée du Río Belize). La visibilité des vestiges architecturaux y dépend donc plus de l'épaisseur de l'horizon O (humus) et de la modification des sols par bioturbation (là où ce processus n'est pas altéré par la présence de sols de mortier) que des apports extérieurs en sédiments (Johnston 2002, p. 6). La bioturbation fait que des vestiges architecturaux s'enfoncent jusqu'à la base du sol biologique, qui comprend les horizons O, A, et la surface de l'horizon qui lui succède, à savoir B ou C, à cause des échanges de sédiments provoqués par la faune et la flore. Les horizons minéraux sont, eux, beaucoup plus stables. Logiquement, si les vestiges sont d'une hauteur inférieure à l'épaisseur du sol biologique, ils disparaissent totalement, sans laisser de monticule en surface. A Naachtun, la végétation n'est pas extrêmement dense, et les sols naturels d'origine biologique ne sont pas très épais, même si les situations peuvent être variables à l'échelle du site (Castanet *et al.* 2015, p. 33). A ce que l'on peut lire de Morales-Aguilar (2012a, p. 96) ou Purdue et Goudiaby (2016), ils sont en tout cas souvent inférieurs aux 30 à 50 cm évoqués par Johnston (2002, p. 10) comme suffisants pour que la bioturbation fasse disparaître les vestiges résidentiels les plus bas, ce qui permet de penser qu'à Naachtun, le taux d'habitat invisible est faible pour les parties hautes de la Zone résidentielle, alors que certains secteurs en contrebas sont peut-être plus susceptibles d'en contenir. Pour ces zones basses, nous pensons, par exemple, au secteur situé à mi-chemin entre l'Unité résidentielle 6L13 et le Groupe C, où Purdue (2014, p. 581 et *Fig.* 9) avait relevé des sols (probablement agricoles) bien plus épais dans le Sondage T5 (Figure 38). De Montmollin (1989, p. 73) remarquait toutefois que les structures situées dans ce type d'espace,

111 Cela pourrait-il être le cas, en revanche, des secteurs adjacents aux deux *arroyos* qui semblent délimiter la Zone résidentielle à l'ouest et à l'est ? Voir Figure 6 et Figure 8.

du fait même qu'ils sont soumis à un fort alluvionnement, devraient avoir été construites sur des plates-formes hautes, et par conséquent bénéficier d'une bonne visibilité.

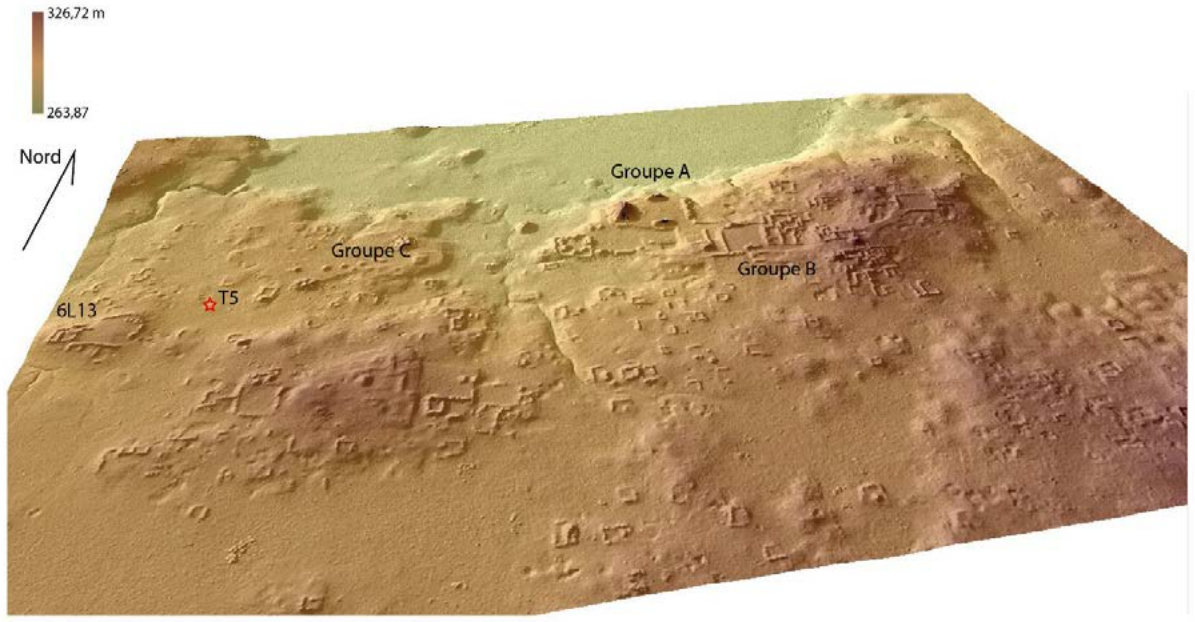


Figure 38. MNT de Naachtun mettant en évidence la variété du relief du site. (Traitement des données LiDAR : J. Hiquet).

A Naachtun, aucune opération n'a été consacrée aux structures indépendantes invisibles, mais les sondages pratiqués dans des espaces vides de tout vestige résidentiel en surface par les équipes travaillant sur le paléo-environnement et les techniques agricoles (principalement Louise Purdue et Eva Lemonnier) ont révélé, de manière fortuite, des sols d'occupation, parfois stuqués, ou des structures totalement invisibles en surface. Les restes d'une structure remontant probablement au Classique ancien, avec un dépôt rituel très simple associé, ont par exemple été retrouvés par Lemonnier (2018) en surplomb d'un secteur de terrasses agricoles au nord de la Zone résidentielle. Des sondages à la tarière effectués à une cinquantaine de mètres de l'Unité résidentielle 5N6 ont révélé la présence de probables sols de stuc ainsi que de tessons (Purdue et Goudiaby 2016, p. 412). Dans une zone vide de toute structure à l'ouest du Groupe C, la tarière pourrait avoir buté sur un sol de stuc, même si cette donnée demanderait confirmation (*ibid.*, p. 414). Ailleurs, n'ont été retrouvés que des niveaux de terre, parfois cendreux, ce qui pourrait suggérer la pratique de l'agriculture sur brûlis (Purdue et Goudiaby 2016) ou l'amendement des sols cultivés en *infield*.
Reste à déterminer si, en majorité, ces structures invisibles si difficiles à évaluer appartenaient à une période particulière. A cette question, des réponses très différentes ont été données. A Itzan, Johnston *et al.* (1992, p. 134) ont identifié et fouillé plusieurs unités résidentielles qui comprennent, au maximum, quatre structures autour d'un patio, composées uniquement de structures cachées, datant du Classique récent et terminal. On comprend cependant que Johnston (2002, pp. 35, 44) considère que les structures invisibles n'appartiennent de manière privilégiée à aucune période particulière de l'histoire maya. Cela semble confirmé par les résultats de Tourtellot (1990, p. 87) à Ceibal, qui a mis au jour des structures datant du Préclassique et du Classique récent dans ses fouilles en terrain vacant (de manière générale, à Ceibal, l'occupation classique ancienne est minime). Cependant, comme on l'a dit, pour bien d'autres chercheurs, les structures invisibles correspondent surtout à un phénomène classique ancien (Pyburn 2005, p. 143). A Tikal, c'est Bronson, dont le mémoire n'a pas été publié, qui a principalement travaillé la question. Selon lui, la plupart de ces structures appartenaient à la phase Manik du Classique ancien, une constatation confirmée par des recherches ponctuelles postérieures (Culbert, Kosakowsky *et al.*

1990, p. 114 ; Fry 1990, p. 287 ; Haviland 2003, p. 114). Il pourrait en être de même à El Zotz, dans la même région (Garrison, Houston *et al.* 2019, p. 139). Concrètement, des unités résidentielles indépendantes complètement invisibles existent bel et bien au Classique ancien à Naachtun. Mais nous considérons qu'elles sont de petites dimensions, ne comptent pas plus d'un patio et évidemment aucune structure voûtée. En d'autres termes, il s'agit d'unités résidentielles n'ayant connu aucune croissance et abandonnées assez rapidement. Pour prendre en compte le phénomène des unités invisibles de la manière la plus fine possible, il nous faut tenir compte des différents types de patios et d'unités résidentielles présentés à la Section 5.1. Les effectifs de patios sont donc corrigés[112] de la manière suivante (Tableau 9) :

Le Type Ia d'unités résidentielles (Typologie morphologique) / P1A des patios (Typologie des patios) à une seule très petite structure n'est pas pris en compte dans le calcul de la population, écartons le d'emblée, bien qu'il soit probablement fortement affecté par l'invisibilité.

C'est pour le Type P1B de la Typologie des Patios (voir supra 5.1.3), équivalent au Type Ib (dans la Typologie Morphologique des unités résidentielles, voir supra, 5.1.1) des unités composées d'une seule structure de taille moyenne, que le problème se pose avec le plus de force. On double les effectifs, et ce pour toutes les périodes, Classique récent[113] compris. Une discussion des tendances propres au Classique terminal n'a pas sa place dans ce volume, mais il est probable que les structures invisibles très tardives soient nombreuses à Naachtun.

En ce qui concerne le type des unités résidentielles composées par les très grandes structures isolées, (Type P1C de la Typologie des Patios, Type Ic de la Typologie Morphologique des unités résidentielles), on considère que leur taille fait qu'aucune de ces structures n'est demeurée invisible. Notons que ce type d'habitat correspond probablement à un phénomène essentiellement récent.

Pour les plus petites unités à un patio, on corrige le nombre de patios de manière plus modeste, en ajoutant 20 % de patios au Classique ancien et 10 % au Classique récent.

Tableau 9. Correction du nombre de patios de chaque type pour tenir compte des patios invisibles en surface.

Type de patio	Type d'unité résidentielle	Correction du nombre de patios	Période
P1B	Ib (morphologique)	+ 100 %	Toutes
P2A, P2B	B1 (croissance)	+ 10 %	Classique récent
P2A, P2B	B1 (croissance)	+ 20 %	Classique ancien

En ce qui concerne les sous-unités invisibles *proximate*, c'est-à-dire non indépendantes, il est évidemment probable que des structures invisibles pouvant former une sous-unité n'aient pas été relevées. Cependant, Lemonnier et Cotom ont identifié au cours de leurs prospections 18 monticules très bas, dépourvus de forme clairement définissable, qui semblent correspondre à autant de structures cachées (aucun d'entre eux n'a été fouillé). Ils font systématiquement partie d'unités résidentielles existantes et montrent que même les monticules très discrets ont été identifiés au cours de la prospection. En effet, pour autant qu'un monticule visible était détecté, la recherche des monticules très peu visibles aux alentours était facilitée. Toujours à propos de l'habitat invisible associé à des monticules visibles, sur les 89 patios sondés dans la Zone résidentielle, seulement 3 structures invisibles indépendantes des structures cartographiées pourraient avoir été mises au jour. Toutes trois datent du

112 C'est donc bien à l'étape de calcul du nombre de patios occupés que s'effectue l'ajustement, et non à celle de l'évaluation du nombre d'habitants par patio.

113 Bien que notre sujet porte sur le Classique ancien, la population du Classique récent est également calculée parce qu'elle est indispensable dans des méthodes complémentaires d'estimation de la population que nous croisons par la suite avec l'approche principale décrite dans cette section.

Classique récent ou terminal. Le chiffre est donc faible[114] et l'habitat invisible *proximate* ne nous semble pas constituer, à notre échelle de précision, une donnée fondamentale.

5.3.3 Prise en compte de la non-contemporanéité de l'occupation

Au sein d'une même phase, toutes les structures, toutes les unités et sous-unités résidentielles ne sont pas nécessairement occupées simultanément. Lorsque l'on cherche à quantifier la population à un moment donné, il faut donc réduire le nombre de structures ou d'unités comptabilisées (la réduction ne s'opère pas de la même manière aux deux échelles). Ce phénomène de non-contemporanéité, dont la prise en compte est particulièrement délicate, car il n'existe pas réellement de manière de le quantifier, est souvent traité dans les synthèses méthodologiques sur l'estimation de la population (D. S. Rice et Culbert 1990 ; Canuto, Estrada-Belli *et al.* 2018). Voir également une longue discussion de la question par De Montmollin (1989, pp. 55-67). Il correspond, cependant, à plusieurs problèmes distincts dont il convient de mesurer l'impact et la pertinence dans le cadre de notre étude.

5.3.3.1 Non-contemporanéité à l'échelle des unités résidentielles

Différents chercheurs se sont attachés à déterminer la durée moyenne des occupations avant abandon et fondation d'une nouvelle résidence sur un nouvel emplacement. Se pourrait-il que la durée d'occupation des unités résidentielles soit inférieure (dans des proportions significatives à l'échelle de précision de nos calculs) à celle des phases des séquences chrono-céramiques ? En réalité, l'un des aspects majeurs du problème de la « contemporanéité » jusqu'aux années 1990 tenait à la très longue durée des phases des séquences céramiques (D. S. Rice et P. M. Rice 1990, p. 129). A Tikal, Culbert, Kosakowsky et al. (1990, p. 112 ; 119) travaillaient sur une phase classique ancienne - Manik - allant de 250 à 600 apr. J.-C. : il est évident que dans un tel contexte, l'ajustement à la baisse du nombre d'occupations Manik pour tenir compte de la non-contemporanéité était inévitable. A l'heure actuelle, la séquence de Naachtun compte des sous-phases de 100 à 150 ans pour le Classique ancien (voir la discussion sur la séquence du site au Chapitre 6), aussi, la portée du problème est considérablement réduite, et il n'est pas nécessaire d'ajuster le nombre d'occupations identifiées pour une sous-phase. Notons, tout de même, que le problème se pose à Naachtun pour la Phase préclassique Kutz', qui peut avoir duré de 250 av. J.-C. à 150 apr. J.-C. Ici, une correction des chiffres d'occupation semble nécessaire. Se peut-il tout de même que des abandons périodiques aient eu lieu sur un rythme inférieur au pas de 100 à 150 ans de notre séquence ? A Coapexco, un village préclassique ancien du Bassin de Mexico, Tolstoy et Fish (1975, pp. 100 ; 103) proposaient, de manière quelque peu arbitraire, une durée d'occupation moyenne de 40 ans pour les résidences. Les vestiges des structures - jamais maçonnées - étaient en effet si nombreux (120 structures par hectare : pour rappel, on en trouve moins de 4 par hectare dans la Zone résidentielle de Naachtun) que cette situation ne pouvait correspondre qu'à une très forte mobilité avec abandon des structures. Dans ce village, le modèle de résidence prédominant était celui de structures isolées, construites en matériaux périssables. Cette légèreté de l'habitat est sans doute en grande partie à corréler à la mobilité et aux nombreux abandons. A l'inverse, des structures maçonnées, dont la construction était coûteuse pour les occupants, n'étaient probablement pas aussi facilement abandonnées. Surtout, la Zone résidentielle de Naachtun est un contexte « urbain ». Dans un tel contexte, il est très peu probable que les abandons définitifs d'unités résidentielles complètes aient constitué un phénomène généralisé ni même fréquent (sans préjuger d'abandons éphémères de moins d'une génération ou des cas de hiatus détectés en fouille par la céramique, traités par la suite). On considère que la stratégie privilégiée par les familles vivant dans les unités résidentielles organisées en patios était la permanence de l'occupation sur le long terme, avec l'intention de poursuivre la croissance de l'établissement autant que possible (Haviland 2003). Dans ce cas de figure, l'abandon de

114 On pourrait toujours objecter que l'implantation générale des sondages, à l'intérieur des patios, au pied d'une structure bien identifiée, n'était pas favorable à la découverte de nouvelles structures invisibles en surface.

l'unité correspondrait à un échec de cette stratégie (un cas de figure qui advenait cependant probablement parmi certaines familles de Naachtun), et non à une pratique plus ou moins systématique d'abandon après une ou deux générations[115]

On pourrait toujours objecter que les stratégies d'attraction de familles des unités résidentielles les plus prospères impliquaient mécaniquement l'abandon des petites unités par les familles absorbées. Notons d'abord que ce phénomène, s'il a eu lieu, était essentiellement classique récent et terminal (M.-C. Arnauld, Lemonnier, Forné *et al.* 2017 ; Hiquet, Sion *et al.* 2023). Il a pu, éventuellement, commencer en Balam III dans certaines unités résidentielles, ce qui expliquerait en partie la diminution du nombre d'unités résidentielles occupées en Balam III (contraction mise en évidence et discutée dans les Sous-sections 7.1.1, 7.1.2 et 7.2.4). Toutefois, la croissance démographique était telle dans les Basses Terres au Classique récent que les emplacements laissés libres devaient être réoccupés rapidement, encore que cela n'allait sans doute pas de soi. En effet, en contexte urbain maya, c'est l'emplacement de l'unité, avec ses sépultures d'ancêtres, ses points forts aménagés pour l'agriculture et les relations sociales, qu'il fallait s'approprier. On sait par ailleurs qu'au Yucatán actuel, les monticules des résidences abandonnées sont supposés abriter des forces surnaturelles avec lesquelles il convient d'interagir avec précaution (Vapnarsky et Le Guen 2011).

Pour toutes ces raisons, on considère donc que dans la Zone résidentielle, les abandons périodiques de plusieurs dizaines d'années avant réoccupation étaient relativement rares, et l'on n'applique pas de réduction aux taux d'occupation des patios pour tenir compte de la non-contemporanéité, sauf dans le cas de la longue phase préclassique récente. Les fouilles, même très partielles, menées dans la Zone résidentielle de Naachtun, montrent la succession des améliorations de l'habitat, qui se matérialisent par l'addition d'éléments maçonnés, le toit voûté étant, malgré ses défauts, l'aboutissement de cette constante recherche de plus de confort, de prestige, de capacité de stockage. A Naachtun, la proportion de structures complètement maçonnées était très probablement bien plus élevée au Classique récent qu'au Classique ancien. Dans la Zone résidentielle, aucune structure voûtée antérieure à Balam III n'a été retrouvée (et l'attribution à Balam III de la construction des premières structures voûtées, comme pourrait l'être 6M-21, n'est pour l'heure qu'une hypothèse fondée sur la datation des sols de patios, et non sur la fouille des structures) : la plupart des structures du Classique ancien ne semblent être dotées, au maximum, que de murs bas (une cinquantaine de centimètres de hauteur) de pierres servant de base à des cloisons en matériaux périssables. La fouille extensive de l'Unité résidentielle 5N6, par Goudiaby (2018) et ses collègues, a révélé un excellent exemple de cette tendance. On pourrait considérer, dès lors, que la question de la mobilité et de la contemporanéité des occupations est plus prégnante lorsque l'on s'intéresse au Classique ancien qu'au Classique récent (probabilité soulignée par Culbert, Kosakowsky *et al.* 1990, p. 112 ou Haviland 2003, pp. 118, 125-126 pour Tikal). Toutefois, les sondages et, surtout, les fouilles plus extensives, permettent de détecter une amélioration quasi-systématique des résidences tout au long de la période classique, avec de nombreuses superpositions de sols dès le Classique ancien (tout particulièrement en Balam II). Il nous semble bien que la stratégie des habitants des unités résidentielles visait à la continuité de l'occupation, sur le même espace.

115 D. S. Rice et Culbert (1990, p. 16) rappelaient que Thompson (1971) a suggéré, à partir de données ethnologiques et ethnohistoriques (la *Relación de las Cosas de Yucatán* de Diego de Landa), que les maisons étaient abandonnées à la mort d'un occupant. L'évidence archéologique démontre sans le moindre doute que ce n'était pas le cas à la période classique (voir, par exemple, Goudiaby 2018, pour une étude du cas de Naachtun, mais A. L. Smith 1962, p. 211 rejetait déjà l'hypothèse, ce qui montre qu'elle n'émane pas initialement de Thompson 1971). En revanche, cette même étude de Goudiaby montre que certaines pièces pouvaient être condamnées après l'enterrement d'une personne. Haviland (1988, p. 123) liait aussi la mort de l'occupant le plus important et/ou le plus âgé d'un patio à d'importantes restructurations de l'occupation et modifications architecturales. En réalité, l'hypothèse de Thompson portait sur un modèle d'habitat très peu permanent, lié aux pratiques agricoles modernes et à la rotation continue de l'exploitation des terres (Turner II 1990, p. 307). Il est évident que dans un contexte d'habitat permanent, quasi urbain, une telle pratique est intenable. Il s'agit d'une bonne illustration des limites des données ethnographiques pour la compréhension des sociétés mayas classiques.

Quant aux niveaux de hiatus détectés dans les sondages, ils le sont toujours à partir de la séquence céramique, mais jamais, ou presque, ils ne sont matérialisés par des niveaux de paléosols intermédiaires suggérant un abandon long - ceci demanderait en fait un programme de fouilles fines dans les sols extérieurs où les stratifications sont moins perturbées (voir M.-C. Arnauld *et al.* 2021).
A une autre échelle, il est aussi impératif de tenir compte de la question de l'abandon ponctuel des structures, appelé *disuse* en anglais. Il s'agit des ajustements de l'occupation qui existent en permanence, dans tout établissement humain. Toutes les structures ne sont jamais occupées simultanément : il y a toujours des moments d'abandon sur des échelles de temps très courtes, de l'ordre de quelques années. Redfield et Villa Rojas (1934, p. 90) en donnaient un exemple ethnologique dans la description d'un *solar* de Chan Kom, ainsi que dans leur plan du village (p. 88) : on peut voir qu'une vingtaine de structures sur 79 sont inoccupées. Culbert, Kosakowsky *et al.* (1990, p. 115) suggéraient, de manière arbitraire et en l'absence, évidente en archéologie, de données permettant de mesurer ces micro-abandons, de réduire de 10 % le nombre de structures occupées afin de tenir compte de ce phénomène. D. S. Rice et Culbert (1990, p. 17) évoquaient la possibilité de choisir un taux légèrement plus haut, mais ne dépassant pas 20 %, qui est le taux de *disuse* observé par Sanders au Mexique central contemporain (Sanders et B. J. Price 1968, p. 164). Cependant, l'un des intérêts de travailler à partir d'intervalles d'occupants à l'échelle des patios est que cette correction n'est pas nécessaire, au contraire d'un travail à l'échelle des structures.

5.3.3.2 La question de la double résidence

Certaines pratiques agricoles mayas supposaient l'exploitation de parcelles éloignées des zones résidentielles entourant les épicentres : c'est le modèle *infield-outfield*, discuté au Chapitre 1. La découverte de nombreuses parcelles agricoles dans les *bajos* des épicentres (Canuto, Estrada-Belli *et al.* 2018 ; Castanet 2019) vient confirmer l'intensification de l'agriculture intra-urbaine. Il n'est pas pour autant démontré que l'approvisionnement de la cité ait été entièrement couvert par cette agriculture, d'où la probable nécessité de maintenir le modèle *infield/outfield*, c'est-à-dire continuer à pratiquer l'agriculture sur brûlis à distance de l'établissement. Dans ce modèle, le cultivateur disposait donc d'un lieu de résidence sur l'une de ces parcelles éloignées de plus d'une journée de marche de la cité (Atran 1993, p. 677), où de plus, il se procurait du gibier (Zetina Gutiérrez et Faust 2011).

« *Recent ethnographies of the Maya suggest an average of three residences per family based on the seasonal round of agricultural activities [...], thus creating a pattern of multiple residence based on agricultural demands in the field*[116] » (A. A. Ford, K. K. Clarke *et al.* 2011, p. 81).

Compter ces résidences comme celles de familles différentes conduirait logiquement à surestimer la population, c'est donc un problème méthodologique que l'on doit traiter. Toutefois, il se pose à l'échelle micro-régionale, et non à l'échelle de la seule Zone résidentielle. C'est, par exemple, la raison pour laquelle Tourtellot (1990, p. 92) écartait provisoirement cette question de son estimation de la population de Ceibal à partir de données concernant essentiellement la périphérie immédiate de l'épicentre. On peut sans doute distinguer ces résidences d'occupation ponctuelle des maisons en zone résidentielle. Il s'agit logiquement de structures isolées, ou accompagnées d'annexes de petites dimensions (des greniers y sont aujourd'hui observés par les ethnologues, Breton 1990, p. 1630), mais il est peu probable que le modèle d'organisation autour d'un patio s'applique pour ce cas[117]. Le fait que cette résidence soit utilisée de manière plus sporadique que l'habitat familial en zone résidentielle, et

116 « De récentes études ethnographiques sur les Mayas suggèrent que les familles possèdent en moyenne trois résidences, dans le cadre de la rotation saisonnière des activités agricoles, ce qui crée un modèle de résidences multiples fondé sur les nécessités de l'agriculture. »
117 Voir, tout de même, le cas interprété par Dunning (2004, p. 106) comme un établissement agricole saisonnier (zone Puuc), qui compte cinq structures, il est vrai toutes de petite taille.

ne serve pas à la réception, couplé à la nécessaire rotation des terres exploitées, suggère une architecture moins permanente et plus modeste, aussi bien dans la taille des édifices que dans les matériaux employés (Tourtellot 1990, p. 92 ; Garrison et Dunning 2009, p. 532 ; Zetina Gutiérrez et Faust 2011, p. 110). On renvoie à la discussion des structures de petites dimensions, sur l'éventualité que certains de ces abris se trouvent en lisière de la Zone résidentielle de Naachtun, ce qui demeure improbable compte tenu de la difficulté de pratiquer le brûlis dans cet environnement. En ce qui concerne l'arrière-pays, l'existence de résidences secondaires pourrait mener à surestimer la population ; mais ces structures sont-elles seulement visibles sur l'image LiDAR[118], sur laquelle notre estimation de l'occupation de cet espace est fondée (comme nous le verrons au Chapitre 7) ? Cette recherche accordant une place prépondérante à l'évaluation de la population de la Zone résidentielle par rapport à celle de l'arrière-pays, le problème est, en réalité, secondaire. Quant à l'estimation de la population de l'hinterland, l'intervalle proposé est si vaste que la prise en compte de ce phénomène d'organisation de l'habitat n'aurait guère d'influence sur le calcul. Notre discussion de la double résidence permet donc d'écarter la critique (portée, par exemple, par Zetina Gutiérrez et Faust 2011) selon laquelle notre estimation doublerait la population : les problèmes dus à la résidence alternée des Mayas se posent à d'autres échelles que les nôtres.
La question de la non-contemporanéité ne se pose donc pas de manière systématique, car elle dépend de la période d'étude, du type d'organisation de l'habitat pris en compte (urbain, rural) ainsi que de la structure économique de la société (Turner II 1990, p. 309).

5.3.3.3 Coefficients de contemporanéité utilisés pour le Préclassique à Naachtun

Même si l'habitat, à Naachtun, est resté majoritairement périssable jusqu'à la fin du Classique ancien, les unités résidentielles montrent une réelle permanence de l'occupation sur un temps très long, pouvant atteindre un millénaire ; c'est un phénomène observé dans un grand nombre de sites mayas. Les mécanismes d'une telle permanence restent à comprendre. Il semble que l'objectif des fondateurs des unités résidentielles, puis de leurs descendants, ait été d'ancrer l'occupation, et ce, pour certains d'entre eux, dès le Préclassique récent, avec la construction de soubassements dotés de remblais de blocs de calcaire imposants (unités résidentielles 6M64 et 5P10). Dans les deux cas cités, l'occupation perdure jusqu'au Classique terminal.
Il reste à déterminer si les hiatus détectés par les sondages correspondent réellement à l'arrêt momentané de l'occupation avec réoccupation quelques dizaines d'années plus tard, ou à des pratiques architecturales plus ciblées sur l'architecture des structures, touchant moins les sols des patios, et passant par conséquent inaperçues dans les sondages. Les résultats des fouilles extensives de l'Unité résidentielle 5N6 (Goudiaby 2018) semblent plutôt suggérer l'existence d'un hiatus réel à la fin du Classique ancien, d'une longueur probablement inférieure à un siècle (et par conséquent, inférieure à la durée de la sous-phase Balam III, au sein de laquelle ce hiatus semble compris). Quand on observe le cas des unités résidentielles à patios multiples, on détecte dans certains cas que les patios semblaient avoir une durée de vie limitée, puisqu'un patio ancien était abandonné avant un autre patio fondé postérieurement. Il faudra des fouilles extensives pour pousser plus loin une éventuelle analyse de tels mécanismes de permanence.
Pour l'instant, compte tenu de la durée relativement réduite des phases de la séquence céramique de Naachtun, il ne semble pas nécessaire d'appliquer un coefficient de contemporanéité aux unités résidentielles identifiées du site, sauf pour le Préclassique récent, qui est une très longue phase (D. S. Rice et Culbert 1990, p. 23 considéraient par exemple que les occupations du Préclassique récent devaient être corrigées de cette manière, dans leur synthèse sur l'occupation des Basses Terres). On doit pouvoir appliquer à la phase Kutz' un coefficient de contemporanéité (arbitraire) de 50 % (Tableau 10).

118 Des informateurs d'un village du Campeche ont indiqué que la résidence secondaire près de la ***milpa*** était construite entièrement en matériaux périssables (Zetina Gutiérrez et Faust 2011, p. 110).

Une fois encore, la correction se fait au niveau du calcul des effectifs de patios occupés, non de l'estimation du nombre moyen d'habitants par patio.

Tableau 10. Correction du nombre de patios occupés pour la prise en compte de la non-contemporanéité.

Type de patio	Correction du nombre de patios	Périodes
Tous	-50 %	Préclassique récent

5.4 Estimation du nombre moyen d'habitants par sous-type de patio

Nous avons donc défini (et dans certains cas, écarté) les ajustements à effectuer pour tenir compte des écueils de la méthodologie de calcul du nombre d'habitants par patio. Pour chaque type de la Typologie des Patios croisée avec la Typologie de Croissance des unités résidentielles, nous calculons un nombre moyen d'habitants à partir des quatre indices établis à la Section 5.2 et des ajustements proposés à la précédente section. Très concrètement, nous estimons le nombre d'habitants (sous la forme d'un intervalle minimum-maximum obtenu à partir des quatre indices) pour chaque patio de chaque type de patio, et nous en tirons un intervalle moyen d'habitants par type de la Typologie des Patios (croisée avec la Typologie de Croissance). Ce chiffre est valable pour les patios dans leur état final. Or, nous avons vu que la Typologie des Patios prend en compte leur croissance entre le Classique ancien et le Classique récent (cette question de croissance se trouve véritablement au cœur de la présente recherche). Nous procédons donc à des ajustements, nécessairement arbitraires, pour aboutir au nombre moyen d'habitants pour chaque type de patio au Classique ancien.
Le nombre moyen minimal et maximal d'habitants par patio pour chaque type de patio de chaque type de la Typologie de Croissance des unités résidentielles pour chaque sous-phase (en réalité, les blocs Kutz'-Balam II et Balam III-Muuch) est synthétisé dans le Tableau 11. Pour comparaison, rappelons qu'Ashmore (1990, p. 69) utilisait un nombre moyen de 5 habitants par patio pour son estimation de la population de Quirigua, alors que Tourtellot (1990, p. 93) préférait un indice de 11,9 habitants par patio pour estimer la population préclassique de Ceibal. Rapportons également les indices utilisés par Marken (2011, p. 231), dans sa thèse de doctorat qui comprend une estimation de la population d'El Perú-Waka', elle aussi fondée sur le nombre d'habitants par patio : 14-20 habitants par patio complexe, 8-12 habitants par patio simple, 6-10 personnes par patio informel et 2-4 personnes par structure isolée (*ibid.,* pp. 149-152 pour la présentation de la typologie des patios).
Il doit impérativement être souligné que l'attribution de certains patios et unités résidentielles aux différents types des typologies peut parfois être sujette à discussion. Il est parfois impossible de déterminer à partir du monticule si une structure était voûtée ou non, certains monticules bas et amorphes doivent être testés et n'ont pu être fermement identifiés comme des vestiges résidentiels, et l'on a déjà mentionné le problème des structures invisibles *proximate.* Il fallait bien, pourtant, faire certains choix d'attribution typologique afin de mener à bien le calcul de la population. Le degré de précision de ce type de calcul de population fait que quelques modifications d'attribution typologique n'auraient une influence que très limitée sur le résultat final de l'estimation.

Tableau 11. Nombre moyen d'habitants minimal et maximal pour chaque type de patio de chaque type de la Typologie de Croissance des unités résidentielles au cours de chaque sous-phase de la séquence de Naachtun (chiffres arrondis à l'unité la plus proche).

Typo. Croissance UR	Typo. Patio	Kutz' min.	Kutz max.	Bal. I. min.	Bal. I. max.	Bal. II min.	Bal. II max.	Bal. III min.	Bal. III max.	Maax I min.	Maax I max.	Ma.II min.	Ma.II max.	Ma.III min.	Ma.III max.	Muuch min.	Muuch max.
A1	P1A	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
A2	P1B	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6
A2	P1C	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6
B1	P2A	5	8	5	8	5	8	5	8	5	8	5	8	5	8	5	8
B1	P2B	6	11	6	11	6	11	6	11	6	11	6	11	6	11	6	11
B2	P2A	5	8	5	8	5	8	5	8	5	8	5	8	5	8	5	8
B2	P2B	6	11	6	11	6	11	12	19	12	19	12	19	12	19	12	19
C1	P3A	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6	3	6	3	6	3	6
C2	P3A	6	11	6	11	6	11	6	11	6	11	6	11	6	11	6	11
patio	P3B	6	12	6	12	6	12	6	14	6	14	6	14	6	14	6	14
principal	P3C	12	18	12	18	12	18	12	18	14	22	14	22	14	22	14	22
C2 patio	P3A	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	2	4	2	4	2	4
secondaire	P3B	0	0	0	0	0	0	0	0	8	13	8	13	8	13	8	13
C3	P3A	4	8	4	8	4	8	4	8	4	8	4	8	4	8	4	8
C3	P3B	6	12	6	12	6	12	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14
C3	P3C	12	18	12	18	12	18	16	25	16	25	16	25	16	25	16	25
D1	P3A	0	0	0	0	0	0	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5
D1	P3B	0	0	0	0	0	0	9	14	9	14	9	14	9	14	9	14
D1	P3C	0	0	0	0	0	0	12	17	12	17	12	17	12	17	12	17
D2	P3A	3	6	3	6	3	6	3	6	3	6	3	6	3	6	3	6
D2	P3B	6	12	6	12	6	12	9	13	9	13	9	13	9	13	9	13
D2	P3C	12	18	12	18	12	18	16	22	16	22	16	22	16	22	16	22

Par la suite, nous estimerons le nombre d'habitants de la cité pour chaque sous-phase en multipliant le nombre moyen d'habitants par patio de chaque type de la Typologie des Patios croisée avec la Typologie de Croissance par le nombre estimé de patios de chaque type occupé à chaque sous-phase (en procédant au passage à d'autres ajustements mineurs synthétisés dans le Tableau 12). Le nombre de patios de chaque type occupés à un moment donné est calculé à partir d'un programme de sondages mené dans la Zone résidentielle de Naachtun, décrit dans la section suivante.

5.5 Datation de l'occupation des patios : programme de sondages

Venons-en à l'étape de datation, déjà annoncée antérieurement, qui consiste à déterminer le nombre de patios occupés à chaque sous-phase. L'approche choisie est tout à fait classique en archéologie mayaniste : elle consiste à sonder un échantillon aussi représentatif que possible des patios de la Zone résidentielle. On obtient ainsi un taux d'occupation pour chaque type de patio à chaque sous-phase, que l'on peut appliquer au nombre de patios composant la Zone résidentielle dont on cherche à estimer la population.

5.5.1 Méthodologie du programme de sondages

On l'a dit, la Zone résidentielle de Naachtun compte environ 600 monticules répartis en 119 unités résidentielles, et couvre plus de 170 ha. Il est bien évidemment hors de propos de fouiller un tel univers de manière intensive et exhaustive, aussi, des stratégies d'échantillonnage en vue d'optimiser l'obtention des données chronologiques doivent être mises en place. Pour obtenir un taux d'occupation de la Zone résidentielle au Classique ancien, un programme de sondages était nécessaire. La méthode

comporte des avantages et des inconvénients bien connus de tous les archéologues. Rappelons qu'un sondage est bien plus susceptible de prouver l'existence d'une occupation à un moment donné qu'une absence d'occupation. Les exemples démontrant l'insuffisance des sondages abondent (Culbert, Kosakowsky *et al.* 1990, pp. 105, 108), et il est donc primordial de reconnaître, dès le départ, que l'information obtenue n'est pas exhaustive.

5.5.1.1 Questions de méthodologie et de représentativité de l'information obtenue par les sondages

L'unité de référence dans ce programme de sondages est le patio (ou sous-unité résidentielle), c'est-à-dire que l'on considère que l'information chronologique obtenue par le sondage est valide à l'échelle du patio. Elle n'est que partiellement valide à l'échelle de l'unité résidentielle, si celle-ci comporte plusieurs patios. En effet, il est très fréquent, pour ne pas dire systématique, que les différents patios formant les unités résidentielles soient fondés et abandonnés à des moments différents les uns des autres. Cela dit, même à l'échelle du patio, la représentativité du sondage est mise en question par les variations stratigraphiques à très faible distance. Bien souvent, dans les programmes de sondages, les fouilles sont implantées dans les angles des patios, ou derrière les structures, dans le but de retrouver des dépotoirs (Culbert, Kosakowsky *et al.* 1990, p. 106 ; Fry 1990, p. 287 ; De Carteret *et al.* 2015, p. 456). Dans le cas de Naachtun, l'expérience accumulée au cours des saisons successives de sondages nous a conduit à considérer qu'un sondage implanté, à l'intérieur du patio, au pied des structures, aussi près que possible de l'architecture, était plus à même de fournir un matériel céramique de meilleure qualité, plus propice à l'analyse, qu'un sondage entre deux structures. La raison principale est d'ordre taphonomique. Les décombres de la structure tendent à protéger les derniers sols de stuc, ce qui limite l'érosion des tessons inclus dans les remblais : l'analyse des tessons en est grandement facilitée. Au contraire, dès que l'on s'éloigne des zones de décombres architecturaux, la plupart des sols sont extrêmement érodés, voire inexistants, et la céramique est trop endommagée pour livrer une information chronologique précise. Il est également possible, même si cela n'a pas encore été fermement démontré à Naachtun, que la zone centrale des patios n'ait pas fait l'objet d'autant de réparations et de modifications que les zones bordant les édifices, en particulier les seuils, qui étaient dotés de plates-formes basses facilitant l'accès. L'hypothèse selon laquelle la zone centrale des patios n'était pas stuquée a même été émise (voir la discussion d'Abrams 1994, p. 74). Dans un tel contexte, toute tentative de datation à partir du matériel provenant de ces secteurs est vouée à l'échec. Une implantation axiale, au plus près des structures, est rapidement apparue comme plus susceptible d'apporter des éléments chronologiques de bonne qualité, d'autant plus que dans quelques cas, des contextes rituels (dépôts, sépultures) existent dans ce type de secteur. Or, il s'agit de contextes qui contribuent souvent à fixer la datation des différents éléments constructifs, parce qu'ils contiennent des artefacts bien datables, qu'il s'agisse de céramique ou d'éléments organiques susceptibles d'être datés par radiocarbone.
Par ailleurs, en suivant l'hypothèse selon laquelle il existe, dans chaque unité résidentielle (et beaucoup de patios), une structure résidentielle principale, plus ancienne, implantée dans un secteur spécifique - généralement, au nord ou à l'ouest du patio (Haviland 1988 ; Tourtellot 1988, p. 112 ; Inomata 2008, p. 167) - il est logique qu'un sondage associé à cette structure délivre une séquence plus profonde et complexe qu'un sondage ouvert dans un autre secteur du patio, susceptible d'être aménagé plus tardivement. Quand on cherche à mettre en évidence les occupations anciennes, il est donc souhaitable, lorsque cela est possible, d'implanter le sondage à proximité de la structure majeure, plutôt que dans un secteur plus marginal du patio (Fry 1990, pp. 287-288). C'était aussi la stratégie choisie par M.-C. Arnauld (2012, p. 6) pour un programme de sondages à La Joyanca, même si l'on faisait remarquer que des structures plus modestes comme des cuisines peuvent livrer plus de tessons en contexte primaire. C'est donc à partir de critères d'ordre à la fois culturel et taphonomique que l'implantation privilégiée des sondages s'est affermie au fur et à mesure de la progression du programme. Cependant, dans la mesure où la stratégie du sondage archéologique repose sur l'optimisation du ratio information/rapidité d'exécution, il faut reconnaître que l'implantation des sondages a aussi pu être

conditionnée par des questions d'accessibilité des contextes. La présence d'arbres imposants, de racines, de monticules de déblais de pillages, limitait bien souvent drastiquement les secteurs potentiels pour la fouille. Enfin, dans trois cas (S35, S63, S66), un sondage a été effectué à l'extérieur du patio, à l'arrière des structures, principalement parce qu'un premier sondage effectué à l'intérieur du patio avait échoué à mettre au jour des éléments architecturaux ou de la céramique, mais aussi parce qu'il est parfois impossible de déterminer à partir des vestiges de surface où se situait l'aire d'activité privilégiée associée aux structures, surtout lorsque le patio n'est pas très clairement défini : rappelons qu'il existe toutes sortes d'exceptions au modèle théorique de regroupement spatial de l'habitat qui est au centre de notre estimation de la population classique ancienne de Naachtun.

Peut-on mesurer la perte d'information occasionnée par l'utilisation de sondages plutôt que de fouilles extensives ? Une tentative est proposée par Culbert, Kosakowsky *et al*. (1990, pp. 107-108) pour Tikal, où la zone résidentielle a fait l'objet et de sondages, et de fouilles extensives. Une occupation du Classique récent a été identifiée pour 94 % des structures seulement sondées, contre 100 % pour les structures fouillées de manière extensive. 63 % des structures sondées étaient occupées au Classique ancien, contre 69 % des structures fouillées par décapage. Enfin, 31 % des structures sondées étaient occupées au cours du Préclassique, contre 40 % des structures objets de fouille extensive. A El Perú-Waka', Marken (2011, p. 153) a pu constater l'existence d'une différence qu'il qualifiait de mineure entre les données obtenues par sondage et par décapage dans les patios. Pour tenir compte de cette sous-représentation inhérente à la méthodologie du sondage, nous ajoutons, pour chaque type de patio, 5 % de patios occupés à chaque sous-période, sauf pour le Classique ancien dans les cas où la Typologie de croissance implique une absence d'occupation pour cette période (c'est-à-dire : le type P1C de la Typologie des Patios - patios associés à de très grandes structures isolées -, tous les patios du type d'unité résidentielle C1, les patios secondaires du type d'unité résidentielle C2, et tous les patios des unités résidentielles de type D1).

Il faut évoquer les fouilles extensives dirigées par Goudiaby dans l'Unité résidentielle 5N6 de Naachtun, synthétisées dans sa thèse de doctorat (Goudiaby 2018). Elles offrent une vision précieuse des différences morphologiques ayant pu exister au sein d'une même unité résidentielle entre le Classique ancien et le Classique récent, et permettent des réflexions méthodologiques riches en enseignements sur les données obtenues par l'intermédiaire du programme de sondages. En effet, cette unité, avant de faire l'objet des fouilles extensives de Goudiaby et ses collègues, avait été sondée dans le cadre de l'Opération II.2 (Sondage 4, Cotom Nimatuj, Véliz *et al*. 2012). On dispose donc d'un exemple permettant, par la comparaison des séquences obtenues à partir de deux approches différentes, de mesurer la qualité de l'information obtenue par sondage (Figure 39). Le Sondage 4 de l'Opération II.2 a été ouvert à l'angle sud-ouest du patio, dont la structure principale se trouve sur le côté nord. Ce sondage a échoué à révéler la complexité de la séquence classique ancienne du patio, les niveaux d'occupation et de construction se trouvant sous la structure principale, au nord. Il est, cependant, probable qu'un sondage placé au pied de cette structure aurait permis de détecter plus de niveaux de construction. Quant au Classique récent, des dynamiques fines de construction et d'occupation ont été identifiées par la fouille des pièces et des sépultures plus que par sondage dans le patio.

Il est possible que les sous-phases rencontrées avec le moins de fréquence dans les sondages ne correspondent pas seulement à des moments de diminution de l'occupation, mais aussi à des pratiques architecturales différentes, très localisées sur les structures et invisibles dans l'espace des patios, et par conséquent difficilement identifiables au moyen des sondages. Une autre donnée doit être prise en compte. Comme on le verra dans la présentation de la séquence céramique de Naachtun (Section 6.2) : certains assemblages céramiques sont plus facilement identifiés que d'autres. Ainsi, longtemps, les critères diagnostiques de Balam III, Ma'ax I et Ma'ax II (autant de sous-phases sous-représentées dans les séquences d'occupation) sont demeurés entourés d'un certain flou, alors que la céramique Balam II ou Ma'ax III était plus facilement identifiable. Or, ce sont précisément ces deux sous-phases qui sont sur-représentées dans les séquences révélées par les sondages. S'agit-il réellement de sous-phases plus dynamiques que les autres, ou bien la tendance est-elle due à un biais méthodologique de l'analyse céramique ? Nous considérons que les deux hypothèses contiennent une part de vérité, en effet, les

améliorations portées à la séquence céramique ont réellement permis d'obtenir des résultats plus diversifiés, plus nuancés, lors des dernières saisons du programme de sondages.

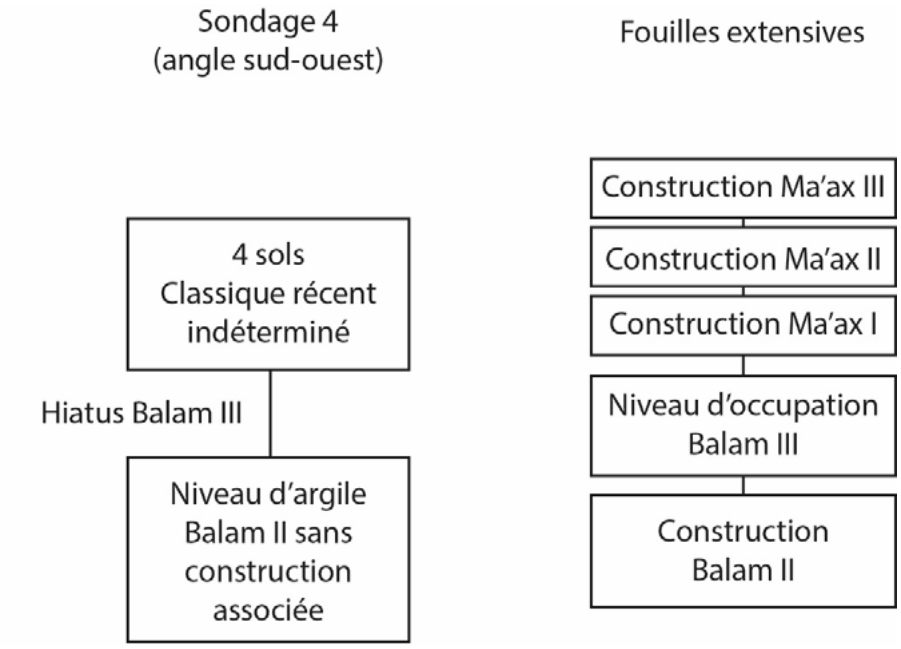


Figure 39. Comparaison synthétisée des niveaux identifiés par sondage et par fouille extensive dans l'Unité résidentielle 5N6.

5.5.1.2 Question de la méthodologie de l'analyse céramique

La méthodologie de l'analyse céramique, qui est en partie liée au type de fouille pratiqué, doit être exposée, tant ses implications pèsent sur l'interprétation de l'occupation. La stratégie consistant en la fouille par sondage des dépotoirs, contextes non-scellés, coïncide parfois avec une méthodologie d'analyse céramique comptant une occupation pour chaque facette céramique représentée, et ce indépendamment de la stricte logique stratigraphique : même si un tesson du Classique ancien se trouve dans un niveau postérieur à cette période, il est considéré qu'il implique une occupation du Classique ancien dans ce secteur. C'est, en particulier, la méthode qui a été employée par le Projet Tikal pour l'analyse du matériel céramique issu des sondages de la zone résidentielle du site (Culbert, Kosakowsky *et al.* 1990, p. 104 ; Fry 1990, p. 288). La méthode d'analyse de la céramique utilisée à Naachtun est très différente dans ses principes, et repose, à l'inverse de celle qui vient d'être présentée, sur un strict respect des règles stratigraphiques et taphonomiques : un lot est daté par le tesson le plus tardif, quand bien même la sous-phase qu'il représente est fortement minoritaire par rapport au total de la céramique. Quand une unité stratigraphique contient des tessons antérieurs, ils ne sont pas considérés comme impliquant nécessairement une occupation pour cette sous-phase antérieure. Dans un tel cas, il est souhaitable de travailler à partir de contextes scellés, comme le sont les remblais de construction.
Ces deux approches illustrent, certes, les différences épistémologiques sur l'acceptation de l'incertitude qui peuvent exister entre les deux côtés de l'Atlantique, mais elles soulignent aussi des différences dans la compréhension du processus de formation des contextes archéologiques. Cela dit, aucune des deux n'est exempte de défaut. La première méthode est plus souple, la deuxième beaucoup plus rigoureuse. Dans le premier cas, le risque est de surestimer l'occupation, si, par exemple, de la céramique présente dans un remblai ne correspond pas effectivement à un moment d'occupation, mais est transportée sur

les lieux depuis un autre secteur, lors de la construction. Puleston (Stavrakis-Puleston 2015, p. 47) ou encore Culbert, Kosakowsky *et al.* (1990, p. 105) considéraient qu'à Tikal, les unités résidentielles étaient suffisamment éloignées les unes des autres pour qu'il soit plus rentable d'extraire et de rassembler des matériaux de remblai sur place que de les faire venir d'une autre unité qui aurait potentiellement une datation différente. Même si ces apports de tessons antérieurs venant contaminer des remblais postérieurs leur semblaient improbables, ils devaient bien reconnaître qu'il est courant de rencontrer dans les remblais des tessons anciens, qui ne peuvent être associés à aucune construction (Culbert, Kosakowsky et al. 1990, p. 107). Le phénomène était expliqué par l'existence de secteurs d'occupation dont les vestiges architecturaux seraient très dégradés, sans matériel directement associé. A Río Bec, site on ne peut plus dispersé, le repérage de « corbeilles » de tessons anciens concentrés en poches dans les remblais (en anglais, « *basket loads* », voir Haviland 2003, p. 116) démontre pourtant clairement que l'on trouve fréquemment des tessons anciens dans des niveaux de remblais plus récents, sans que cela ne soit aucunement synonyme d'occupation ancienne *in situ* : « *They must reflect an occupational component located close to the residence under construction, although the location of these associated structures remains unknown*[119] ». (Taladoire *et al.* 2013, p. 360). En somme, du matériel serait prélevé dans des secteurs difficilement identifiables aujourd'hui afin de remplir des volumes de remblai. Quelques cas de corbeilles ont été identifiés à Naachtun, mais ils mériteraient une recherche dédiée pour parvenir à une pleine assurance sur leurs implications chronologiques et spatiales.

Acceptons, dans le cadre de la démonstration, qu'il soit peu probable que du matériel de remblai soit collecté dans une unité résidentielle voisine, potentiellement plus ancienne. Un problème d'échelle de l'analyse se pose toujours, parce qu'il est encore probable que du matériel soit récupéré à proximité d'une structure ancienne de la même unité résidentielle (par exemple, dans un patio voisin). Si, donc, on raisonne à l'échelle des structures, ce qui est le cas de Culbert, Kosakowsky *et al.* (1990, p. 104) pour la zone résidentielle de Tikal, le risque de contamination et de surestimation de l'occupation ancienne est tout à fait réel. Le problème est le même à l'échelle des patios. Si, dans une même unité résidentielle, un patio est créé au Classique récent à proximité d'un patio ayant été occupé au Classique ancien (un cas très courant à Naachtun), il existe de très fortes chances pour que de la céramique ancienne apparaisse dans les niveaux de construction du patio récent. Même si les implications en termes de méthodologie de l'analyse céramique ne sont pas les mêmes, le cas inverse existe aussi : un patio occupé au Classique récent ou terminal génère du matériel qui peut tout à fait être déposé dans un patio voisin, déjà abandonné de longue date. Le cas semble exister à Naachtun, dans les unités résidentielles 6N10, 6N53 ou 6N118. Dans tous ces cas, l'un des patios semble être abandonné au Classique récent, mais l'occupation du patio adjacent au Classique terminal provoque logiquement le dépôt, intentionnel ou non, de tessons dans le patio inoccupé.

Autre problème lié à la méthode d'analyse employée à Tikal, l'intensité de l'occupation est parfois extrapolée des proportions de céramique appartenant à chaque sous-phase (Stavrakis-Puleston 2015, p. 49). Cette stratégie peut exagérer la portée de l'analyse, surtout quand elle ne porte que sur la céramique provenant de sondages. Ce n'est pas parce que 90 % de la céramique dans un sondage date d'une période et 10 % d'une autre que la population du patio était nécessairement beaucoup plus importante à la première période, la différence pouvant simplement venir du type de contexte fouillé, en fonction de sa richesse en tessons.

La deuxième approche, tenant compte de la stratigraphie et datant chaque unité stratigraphique à partir du tesson le plus récent, quoique indéniablement plus rigoureuse, doit tout de même susciter certains questionnements lors de l'interprétation des résultats obtenus et pour la construction de la séquence d'occupation. En effet, elle est principalement adaptée à des fouilles extensives, et un risque d'erreur doit être pris en compte pour l'analyse de la céramique issue d'un sondage. Le risque est, ici, de sous-estimer l'occupation à certaines périodes, surtout pour les niveaux d'occupation longue pouvant s'étendre sur plusieurs sous-phases, auquel cas seule la dernière d'entre elles sera

119 « Elles reflètent probablement l'existence d'une occupation proche de la résidence en construction, même si sa localisation précise demeure inconnue. »

comptabilisée. Il est toujours possible de faire preuve de bon sens et de souplesse dans l'application de la méthode de datation, en tenant compte des informations complémentaires. Un certain nombre d'indices permet de penser que des niveaux d'occupation sur paléosol du Préclassique récent ou du début du Classique ancien ont été complètement arasés à la période classique pour permettre l'installation d'une occupation sur la roche-mère (Culbert, Kosakowsky *et al.* 1990, p. 107, citaient, à ce propos, les travaux d'Haviland à Tikal, voir aussi A. F. Chase et D. Z. Chase 2016, p. 6). A Naachtun, dans certains cas (Unités résidentielles 6N53, 6M74), on n'a retrouvé, en sondage, que des restes de ces paléosols contenant de la céramique ancienne dans des dépressions de la roche-mère. On comprend bien que les vestiges d'une occupation avec construction ancienne complètement détruits (ou qui n'auraient pas été mis en évidence par les sondages), peuvent être matérialisés par la présence de quelques tessons dans le remblai postérieur. Il faut donc être pleinement conscient que cette méthode rigoureuse de l'analyse céramique permet d'identifier les occupations, mais laisse ouverte la possibilité d'occupations complémentaires qui ne seraient pas mises en évidence. Enfin, certains niveaux d'occupation peuvent regrouper du matériel appartenant à plusieurs sous-phases successives, auquel cas on peut toujours proposer l'hypothèse d'une occupation sans hiatus sur plusieurs sous-phases, même si l'application stricte de la méthodologie de datation ne prend en compte que la sous-phase la plus tardive. La correction à la hausse de 5 % du nombre de patios occupés à chaque sous-phase doit permettre de compenser dans une certaine mesure ces failles méthodologiques à l'impact probablement modéré.
Il existe un autre problème méthodologique inhérent à la pratique du sondage, qu'aucune approche de l'analyse céramique ne peut pallier. Il peut arriver que la fouille par sondage d'un remblai ne donne lieu à la récupération que de tessons qui sont en réalité antérieurs à la phase de construction, situation qui peut être révélée soit par une fouille extensive complémentaire, soit par la logique stratigraphique, sans quoi elle passe inaperçue. En ce qui concerne le Classique ancien à Naachtun, nous avons relevé cette situation à plusieurs reprises, avec des unités stratigraphiques dont la céramique datait exclusivement de Balam II mais que la logique stratigraphique obligeait à dater de Balam III : c'est par exemple, le cas de l'épais remblai du soubassement de la Structure 6M-100, Sondage 68. L'un des niveaux du remblai ne contient que de la céramique Balam II, mais se trouve stratigraphiquement encadré par des niveaux Balam III et date donc logiquement de cette sous-phase. Il est intéressant de constater que c'est dans le même niveau qu'ont été retrouvées des pierres (illustrées au Chapitre 9, Figure 157) arrachées sur un édifice antérieur (Hiquet, Schwendener *et al.* 2016, p. 91). Or, 6M-100 est une structure isolée, dont la construction n'a commencé qu'en Balam III. C'est bien la preuve que du matériel provenant d'unités résidentielles différentes (voire de l'Épicentre) était utilisé dans les remblais des résidences.

5.5.1.3 Questions d'échantillonnage

Dans un premier temps, la sélection des patios à sonder a été orientée par la recherche d'unités potentiellement habitées au Classique ancien (à partir de la typologie morphologique et du matériel retrouvé à proximité des tranchées de pillage). On considérait, en effet, que la proportion d'unités résidentielles occupées au Classique ancien risquait de se révéler particulièrement faible, comme ce pouvait être le cas à El Zotz (De Carteret *et al.* 2015 ; Garrison, Houston *et al.* 2019, pp. 136-137) ou Yaxha (Gámez 2011), autant de sites qui ne sont pourtant certainement pas dépourvus d'occupation au Classique ancien. Il était aussi suggéré que certains secteurs de la Zone résidentielle pouvaient avoir été vides d'occupation ancienne, alors que d'autres auraient été privilégiés (Nondédéo, Michelet et Le Meur 2012, p. 82), un peu à la manière des tendances rencontrées par Pyburn (2005) au Belize. Dans ce contexte, il paraissait opportun de cibler les quelques unités résidentielles dont une occupation au Classique ancien avait déjà été attestée, principalement par les récipients abandonnés par les pilleurs à proximité des tranchées. Cela avait pour objectif de déterminer l'intensité et la morphologie de l'occupation ancienne, et d'affiner la chronologie de l'occupation à l'échelle des sous-phases du Classique ancien (ce qui n'était pas permis par une analyse du matériel provenant des tranchées de pillage). Toutefois, il s'est rapidement avéré que les unités occupées au Classique ancien étaient la

norme, plus que l'exception. Il n'était donc plus nécessaire de les cibler particulièrement. Au contraire, pour obtenir des données les plus représentatives possibles de la réalité de l'occupation de l'ensemble de Naachtun, il fallait sonder dans des unités résidentielles aussi différentes et éloignées que possible les unes des autres. La sélection des unités s'est alors faite sur plusieurs critères. Le premier a consisté à couvrir l'ensemble de la zone résidentielle, afin d'invalider l'hypothèse de secteurs vides au Classique ancien, y compris à proximité du Groupe B, censé être plus tardif. Le second critère était la typologie morphologique des unités résidentielles : il s'agissait d'obtenir une couverture aussi complète que possible des différents types d'unités et de déterminer s'il était possible d'établir une corrélation entre la morphologie des unités d'habitat et l'intensité de leur occupation au Classique ancien (ce qui allait permettre de mettre au point la typologie de croissance). C'est ainsi que la stratégie de départ consistant à cibler les zones pour lesquelles l'occupation classique ancienne était connue s'est muée en un programme d'échantillonnage aléatoire stratifié, visant l'ensemble de la Zone résidentielle de Naachtun (voir la répartition des sondages Figure 40). Soulignons que la première phase, ciblée, de l'échantillonnage s'est avérée très utile pour l'élaboration de la séquence chrono-céramique du Classique ancien, grâce à la mise au jour, en 2013, de niveaux stratigraphiques successifs particulièrement riches en tessons diagnostiques des facettes du Classique ancien, en particulier dans les Sondages 8 et 12 de l'Opération II.2 bis (Patiño 2014, p. 488).

5.5.2 Description du programme

Avant que ne soit décidé le projet de thèse dont ce volume est issu, un premier programme de sondages avait été lancé par le PPNN dans la Zone résidentielle de Naachtun. Il s'agit de l'Opération II.2, menée par Julio Cotom, avec la contribution de Silvia Alvarado, Julio Caal, Byron Hernández, Weagli Véliz, ainsi que de l'auteur de ces lignes (Cotom Nimatuj, Véliz *et al.* 2012 ; Alvarado Najarro et Cotom Nimatuj 2013 ; Cotom Nimatuj, Hiquet *et al.* 2014). Entre 2011 et 2013, treize sondages ont été ouverts, dans autant de patios, appartenant à dix unités résidentielles. L'Opération II.2 avait pour objectif une couverture de l'ensemble de la Zone résidentielle de Naachtun, dont les limites n'étaient, alors, pas connues. Les sondages, de 2 × 2 m, étaient implantés haut sur les monticules, de manière à englober la base du mur de la façade de l'édifice. Plusieurs d'entre eux ont fait l'objet d'extensions, décidées lorsque des éléments architecturaux notables ou des sépultures étaient mis au jour. A partir de 2013, l'Opération II.2 bis, sous la responsabilité de l'auteur de la présente recherche, a pris le relais des sondages dans la Zone résidentielle (Hiquet 2014 ; Hiquet, González *et al.* 2014 ; Hiquet, Schwendener *et al.* 2016 ; Hiquet et Zeceña Chenal 2016). Il faut souligner la précieuse contribution de Miguel Angel Cano, Giovanni González, Omar Schwendener, Julio Sotz et Ingui Zeceña aux travaux de terrain. Quant à la céramique issue de ces sondages, elle a principalement été analysée par Alejandro Patiño et l'auteur, ainsi que par Mélanie Forné, Gustavo Martínez et Divina Perla (par ordre alphabétique).
L'objectif, et par conséquent, les méthodes, étaient légèrement différents de ce qui avait été mis en place dans le cadre de l'Opération II.2. Puisqu'il s'agissait d'obtenir la meilleure connaissance possible des niveaux du Classique ancien, il a été décidé de ne pas tenir compte de l'architecture de la dernière version des structures, qui remonte généralement au Classique récent. Les sondages étaient donc placés plus en contrebas du monticule, mais aussi près que possible de l'architecture pour profiter de la protection des contextes permise par les décombres. L'objectif prioritaire étant la récupération de céramique dans les remblais, et non la compréhension de l'architecture, la taille des sondages a été réduite à 1,5 × 1,5 m. Bien entendu, des extensions ont été pratiquées lorsque l'architecture ou d'éventuelles sépultures l'exigeaient.
85 sondages ont été effectués dans le cadre de l'Opération II.2 bis, entre 2013 et 2016. Ils concernent 78 patios de 47 unités résidentielles, dont quatre avaient aussi été étudiées dans le cadre de l'Opération

II.2. Au total, cette étude porte donc sur 91 patios[120], appartenant à 55 unités résidentielles (le 91ème patio et la 55ème unité résidentielle sont 6N1, une grande structure isolée fouillée par Goudiaby [2016] dans le cadre de ses travaux sur l'Unité résidentielle 5N6, Opération II.5 bis). La Zone résidentielle de Naachtun comporte 119 unités résidentielles, qui comptent 226 patios. 46 % (55/119) des unités résidentielles et près de 40 % (89/226) des patios ont donc été sondés, ce qui assure une excellente représentativité à l'échantillon sondé. En ce qui concerne la représentativité de l'échantillonnage pour chaque type des typologies des unités résidentielles, le nombre et le pourcentage d'unités résidentielles sondées pour chaque classe et type des deux typologies sont présentés Tableau 12 et Tableau 13. Pour la représentativité à l'échelle des types de la Typologie des Patios, échelle un peu plus complexe, les chiffres se trouvent dans l'Annnexe G *in* Hiquet 20

Tableau 12. Nombre et proportion d'unités de chaque type de la Typologie Morphologique des unités résidentielles sondées à Naachtun.

Classe	Type	Nombre d'UR	UR sondées	
			N	%
I	a	6	0	0
	b	13	3	23,1
	c	7	3	42,9
II	a	5	2	40
	b	7	5	71,4
	c	11	3	27,3
	d	26	10	38,5
III	a	3	0	0
	b	10	7	70
	c	16	10	62,5
IV		5	2	40
V		7	7	100
VI	a	2	2	100
	b	1	1	100
Total		119	55	46,2

120 En réalité, on compte 89 patios dans les analyses quantitatives proposées, car dans deux cas, les deux côtés d'une structure isolée ont été sondés. Pour l'évaluation de la population, on ne compte dans ces deux cas qu'un seul espace d'habitat.

Tableau 13. Nombre et proportion d'unités de chaque type de la Typologie de Croissance des unités résidentielles sondées à Naachtun.

Classe	Type	Nombre d'UR	UR sondées	
			N	%
A	1	6	0	0
	2	20	6	30
B	1	23	10	43,5
	2	26	10	38,5
C	1	3	0	0
	2	11	7	63,6
	3	16	10	62,5
D	1	3	2	66,7
	2	11	10	90,9
Total		119	55	46,2

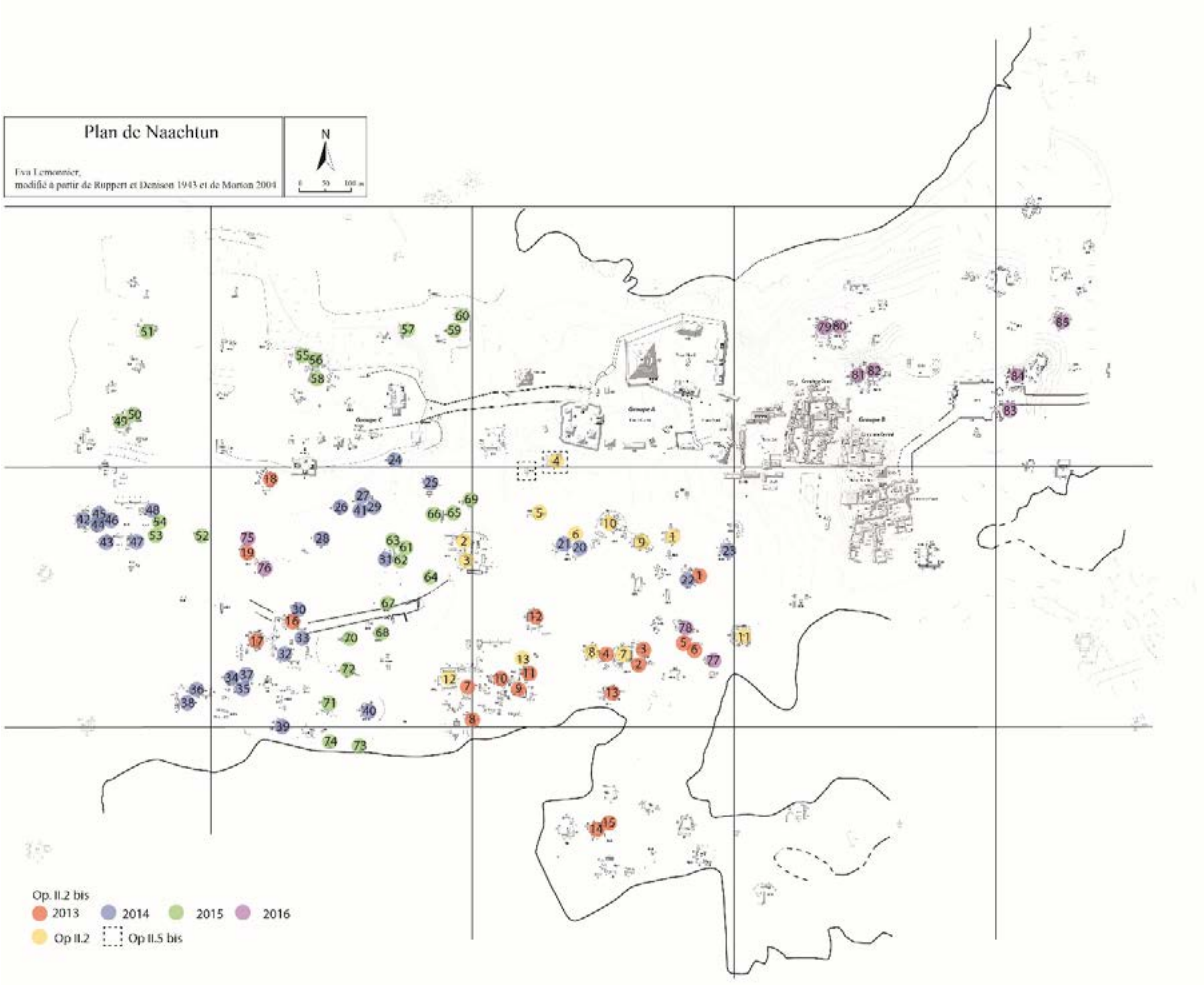


Figure 40. Répartition des sondages dans la Zone résidentielle de Naachtun.

5.5.3 Données chronologiques complémentaires

La datation des occupations des patios peut être enrichie par des données complémentaires aux résultats du programme de sondages. Ainsi, on peut ajouter les données apportées par le matériel laissé aux abords des tranchées de pillage (il s'agit du matériel funéraire que les pilleurs ne pensent pas pouvoir écouler avec profit), qui peut parfois indiquer l'existence d'une sépulture d'une période donnée. Dans quelques cas, ce matériel abandonné au bord des tranchées correspond à des sous-phases qui n'ont pas été mises en évidence dans les sondages, ce qui montre encore une fois les limites de ce programme. Ainsi, ont été récupérés par les archéologues : un vase cylindrique du début du Classique récent - Ma'ax I ou II - dans l'Unité résidentielle 6M3, où la séquence issue du Sondage 25 indiquait une dernière construction en Balam II ; un plat du type *Camarón inciso* daté du Classique terminal dans l'unité résidentielle 6L40, où ni le Sondage 36, ni le Sondage 38 n'indiquaient d'occupation de la période. Le cas des tessons apparus dans les remblais lors du creusement des tranchées de pillage est quelque peu différent de celui de ces récipients complets issus de sépultures, parce que ces tessons peuvent en théorie provenir d'autres patios ou unités résidentielles et avoir été inclus lors de la construction (cela a été discuté *supra*). Il s'agit donc de découvertes moins significatives, mais dans de rares cas, elles peuvent apporter des indications chronologiques utiles. Un tesson bien conservé, de grande taille, du type *Dos Arroyos Naranja Policromo, var. sin esp. #2* a été abandonné auprès de la tranchée de pillage 637 (Figure 47c), perpétrée à l'arrière de la Structure 6N-124 (Unité résidentielle 6N124). Il est difficile de déterminer si ce tesson provient d'une sépulture ou bien du remblai, mais il est tout à fait diagnostique de la facette Balam III, qui est par ailleurs absente des séquences issues des Sondages 2 et 3 de l'Opération II.2 bis et 7 de l'Opération II.2.

Il n'est pas exclu que l'orientation des structures puisse constituer un marqueur chronologique, une hypothèse qu'il faudrait consolider par des recherches et mesures bien plus précises et exhaustives que les nôtres. Il apparaît tout de même que beaucoup de structures du Classique ancien sont orientées sur un axe nord-nord-est/sud-sud-ouest, avant qu'une réorientation selon les points cardinaux (il s'agit très probablement du nord astronomique et non magnétique, Šprajc 2018) soit opérée au Classique récent. Ce critère de l'orientation peut être nettement observé dans plusieurs cas, comme par exemple l'Unité résidentielle 6N10 : la construction de l'oratoire 6N-10 remonte à Balam II, celle de la Structure 6N-9 au Classique récent. L'observation des Unités 5M6, 5O182 ou 5O168 suggère que certains patios (ceux qui présentent un clair décalage vers l'est du nord) pourraient nous être parvenus dans un état proche de celui du Classique ancien, alors que ceux qui sont strictement orientés selon les points cardinaux pourraient révéler soit de profondes modifications au Classique récent, soit une fondation à cette même période (les quatre cas cités précédemment sont illustrés par la Figure 41). Les quelques sondages effectués dans ces unités résidentielles semblent confirmer cette hypothèse. Dans le Sondage 79 de l'Unité résidentielle 5O182 (Hiquet et Zeceña Chenal 2016), les multiples structures sub du Classique ancien (et de datation indéterminée dans le cas de la plus récente) sont orientées vers le nord-nord-est, tandis que le monticule de 5O-179 est parfaitement aligné sur les points cardinaux. Toujours dans la même unité résidentielle, le Sondage 80 (*ibid.*), ouvert au pied de la Structure 5O-181 elle aussi parfaitement orientée selon les points cardinaux, a révélé l'existence d'une structure sub du Classique ancien dont l'axe est décalé vers le nord-nord-est. Dans l'Unité résidentielle 5M6, les Sondages 55 et 56 (Hiquet, Schwendener *et al.* 2016) ont été ouverts à proximité de structures bien orientées sur les points cardinaux. Les sols apparus dans le Sondage 56 datent tous du Classique récent, et dans le Sondage 55, une structure sub Balam II alignée sur un axe nord-nord-est a été complètement recouverte. En revanche, les niveaux de remblais du Sondage 58, ouvert au pied de la Structure 5M-12, qui fait partie d'un patio à l'orientation très différente, dataient tous du Classique ancien. Observer également, *in* Goudiaby (2018), la différence d'orientation entre les Structures 5N-6 sub et 5N-6, ou bien, dans le Complexe à enceinte, la réorientation opérée lors de la construction de VII c sub 1 par rapport à VII c sub 2 (Arredondo Leiva 2010, pp. 302-303). Il est intéressant de constater (*ibid.*, p. 303) que cette dernière modification pourrait avoir lieu en Balam III (ou, au plus tard, au début de Ma'ax I), ce qui tendrait à confirmer l'hypothèse selon laquelle l'organisation de l'architecture en Balam III serait plus proche des

pratiques du Classique récent que de celles du Classique ancien. S'il était avéré, ce changement d'orientation privilégiée pourrait être d'une grande utilité dans la compréhension de la croissance des unités résidentielles complexes à patios multiples.

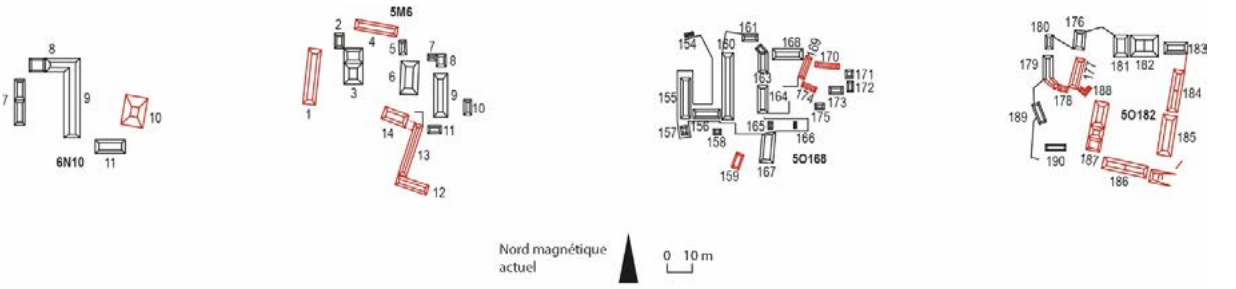


Figure 41. Unités résidentielles avec rupture manifeste de l'orientation des structures pouvant correspondre à des différences chronologiques de la construction. En rouge, les structure pouvant avoir conservé l'orientation classique ancienne.

Il ne s'agit là que de tendances et il est évident que des exceptions peuvent exister, comme la plateforme sub basse datant de Balam II ou (significativement ?[121]) Balam III apparue dans le Sondage 48 (Hiquet, González *et al.* 2014) qui semble orientée de façon cardinale. De même, l'orientation des édifices peut être conditionnée par des conditions micro-topographiques ou des repères culturels nous échappant totalement (voir Šprajc 2018 sur la question de l'orientation vers des points culminants du relief local). Gillot (2018a, p. 244) remarquait également que l'orientation préférentielle des structures du site de Río Bec, généralement elle aussi décalée vers l'est du nord, correspondait à la déclinaison du soleil à son lever lors des mois de septembre à novembre, qui sont les mois succédant directement au pic de précipitations, saison privilégiée, selon elle, pour la construction, puisque les réserves d'eau étaient alors maximales. Il est possible que les bâtisseurs aient orienté les structures en observant le lever du soleil au moment de la construction, mais d'autres repères, astronomiques ou non, ont pu entrer en compte au cours du temps[122].
Ces données viennent donc enrichir le programme de sondages, pour permettre une vision aussi complète que possible de l'étendue de l'occupation classique ancienne. Les résultats de la datation des patios de la Zone résidentielle sont exposés au Chapitre 7.

5.6 Prise en compte du Groupe B

5.6.1 Estimation du nombre d'habitants au Classique récent

La Zone résidentielle ne concentrait pas la totalité de la population de Naachtun : le Groupe B était aussi un secteur d'occupation résidentielle, que l'on ne peut négliger dans une estimation de la population du site, quand bien même l'occupation majoritaire y fut postérieure aux périodes qui nous intéressent (on verra par la suite, Section 7.4, que cette population classique récente peut nous être utile pour extrapoler la population classique ancienne). Le Groupe B pose des problèmes pour lesquels il a été

121 Puisque l'on considère que l'architecture Balam III pourrait être plus proche de celle du Classique récent que de celle du Classique ancien.

122 Reconnaissons que l'hypothèse de l'orientation des structures comme marqueur chronologique demande à être consolidée, dans la mesure où l'orientation des vestiges architecturaux rencontrés dans les sondages n'a été déterminée qu'à partir de fragments réduits d'éléments architecturaux, au moyen de boussoles de qualité courante. Seul un relevé à partir d'instruments de précision (initié en 2019, sur l'architecture monumentale de Naachtun, par Ivan Šprajc) permettrait d'obtenir des données suffisamment exactes pour mener une étude exhaustive de la question.

décidé d'adopter des approches différentes de celles qui ont été employées pour la Zone résidentielle. D'une part, plusieurs secteurs du Groupe B ont été fouillés par décapage des structures entières, principalement dans le cadre des recherches de Sion (2016) et de ses collègues. D'autre part, le système de logement, essentiellement tardif, y est en grande majorité celui des pièces voûtées.

Tableau 14. Estimation du nombre d'habitants du Groupe B en multipliant le nombre de pièces visibles sur le plan du site par 4 et 5,6 habitants.

Complexe	Nombre d'habitants	
	4 occupants par pièce	5,6 occupants par pièce
Ouest	436	610,4
Central	136	190,4
Sud	482	674

Sion (2016, p. 494) a proposé une estimation du nombre d'habitants du Complexe Sud lors du pic d'occupation en Ma'ax III à la fin du Classique récent. Cette estimation a été obtenue à partir de l'approche partant du nombre de m² occupés par personne, facilitée par le décapage des pièces, croisée avec un indice de 4 habitants par pièce *(ibid.,* p. 356, 357). Selon Sion *(ibid.),* le Complexe Sud aurait pu être occupé, à la fin du Classique récent, par 284 à 345 personnes.
Sion *(ibid.)* n'a pas proposé d'estimation pour les Complexes Ouest et Central, fouillés de manière moins complète. Pour obtenir un ordre de grandeur pour ces deux complexes et, par conséquent, pour l'ensemble du Groupe B, nous avons mis en place une méthode d'extrapolation très préliminaire. Dans un premier temps, la population maximale, Ma'ax III, des Complexes Ouest, Centre et Sud a été évaluée, sur le plan du site, à partir des indices de 4 et 5,6 habitants par pièce (rappelons qu'il s'agit de grandes structures voûtées, un modèle rare dans la Zone résidentielle), indépendamment des estimations de Sion *(ibid.).* Les résultats obtenus se trouvent dans le Tableau 14.
Ces chiffres proviennent d'une méthodologie très incertaine : il est impossible de calculer précisément le nombre de pièces, leur chronologie et leur fonction à partir de la seule observation de monticules, c'est pourquoi ils servent simplement d'étape intermédiaire dans notre calcul : on établit le rapport entre notre estimation, grossière, pour le Complexe Sud, et celle, beaucoup plus fine, proposée par Sion *(ibid.),* puis on applique ce rapport aux Complexes Central et Ouest. Le rapport est de 1,697 pour l'estimation minimale (482/284) et de 1,953 pour l'estimation maximale (674/345). Les résultats de cette extrapolation se trouvent dans le Tableau 15.Ce résultat perfectible, que la continuation des décapages dans le Groupe B pourrait contribuer à affiner, est mis à contribution au Chapitre 7 dans une tentative de calcul de la population totale du site au Classique ancien à partir de la simulation de sa croissance démographique naturelle. Il ne permet pas, cependant, de calculer la population du secteur du Groupe B au Classique ancien.

Tableau 15. Estimation du nombre d'habitants du Groupe B par l'extrapolation du rapport entre l'estimation de Sion (2016) pour le Complexe Sud et l'estimation présentée dans le Tableau 14.

Complexe	Nombre d'habitants	
	minimal	maximal
Ouest	257	312
Central	80	97
Sud	284	345
Total Groupe B (arrondi)	621	754

5.6.2 Estimation du nombre d'habitants au Classique ancien

De nombreux vestiges remontant au Classique ancien ont été mis au jour dans le Groupe B, mais les modifications postérieures ont été si nombreuses, et de si grande ampleur, qu'il est impossible de se faire une idée précise des dynamiques de peuplement du groupe au cours des périodes anciennes. C'est pourquoi nous avons pris le parti d'extrapoler à la zone couverte par le Groupe B les densités de peuplement obtenues dans la Zone résidentielle, considérant que le Groupe B était, au Classique ancien (et seulement à cette période), aménagé de la même façon que le reste de la Zone résidentielle en périphérie immédiate de l'Épicentre. En d'autres termes, on considère que le Groupe B faisait partie de la Zone résidentielle au Classique ancien. Dès lors, nous avons mesuré, via le logiciel de SIG QGIS, la superficie du Groupe B sur le modèle numérique de terrain LiDAR : 8 ha, ainsi que celle de la Zone résidentielle : 170 ha, après quoi, la densité de l'occupation de la Zone résidentielle pour chaque sous-phase du Classique ancien a été extrapolée aux 8 ha occupés par le Groupe B. Pour le cas particulier du Préclassique récent, c'est à l'échelle de l'ensemble de l'épicentre monumental qu'a été effectué ce traitement, et pas seulement du Groupe B. C'est donc à une superficie de 33 ha, et non 8, que la densité d'occupation de la zone résidentielle a été extrapolée.

5.7 Conclusion

Comme on l'a vu au Chapitre 3, les évaluations de population pour les sites mayas portent, dans leur immense majorité, sur le Classique récent. Dans les rares cas où le Classique ancien est abordé, la question est généralement expédiée en quelques lignes et surtout, une seule estimation est proposée à l'échelle de cette période pourtant longue. Il nous a donc fallu mettre en place et enrichir une méthode initiée par Lemonnier (2006 ; voir également M.-C. Arnauld, Lemonnier, Forné *et al.* 2017), tenant compte de la croissance différentielle des unités résidentielles ainsi que de leurs sous-unités, les patios.
Notre méthode, exploratoire, se propose d'estimer la population du site non pas à l'échelle du Classique ancien pris dans son ensemble, mais bien à celle des sous-phases du Classique ancien. Pour chacune de ces sous-phases, il s'agit d'estimer le nombre de groupes résidentiels organisés en patios occupés, et de le multiplier par le nombre moyen d'habitants par patio. Si, dans l'idée, la procédure est assez simple, sa mise en pratique requiert de passer par des étapes fort complexes, ou, plus exactement, exigeant un haut niveau de détail, ce qui explique la progression très lente de ce chapitre.
D'emblée, un problème se posait, celui de la diversité des regroupements de l'habitat à Naachtun. Pour parvenir à l'estimation la plus fine possible (ce qui, il est nécessaire de l'assumer, implique parfois des prises de décisions arbitraires, auxquelles n'échappent pas complètement, de toutes façons, les estimations portant sur le Classique récent), nous avons décidé d'élaborer plusieurs typologies permettant de ne pas englober dans un même calcul des regroupements d'habitants qui, à Naachtun, peuvent être d'échelles très différentes. Il n'aurait aucun sens de proposer, pour une sous-phase, un pourcentage d'occupation englobant des unités résidentielles de plusieurs dizaines de structures et des structures isolées.
La question chronologique se posait aussi : non seulement toutes les unités résidentielles n'ont pas été occupées à toutes les phases et sous-phases, mais encore, une unité occupée à une phase n'avait pas la même composition à la phase antérieure. Dès lors, pour chaque sous-type de nos typologies, il convenait de modéliser la croissance morphologique des unités au cours du temps. Nous avons donc mis au point deux typologies utiles pour l'estimation du nombre d'habitants à notre échelle fine (laissons de côté la Typologie Morphologique qui, moins subjective, est utile à d'autres niveaux de l'analyse spatiale) : la Typologie de Croissance des unités résidentielles et la Typologie des Patios. Pour chaque type de patio de chaque type d'unité résidentielle, nous avons établi un nombre moyen d'occupants pour chaque sous-phase de la séquence de Naachtun (Tableau 11). C'est ce nombre moyen d'habitants qui sera multiplié (au Chapitre 7, et après un certain nombre d'ajustements synthétisés dans le Tableau 16) par le nombre extrapolé de patios de chaque type occupés au cours de chaque sous-phase.

Rappelons les ajustements effectués dans nos calculs pour l'estimation de la population. Ils se font à différents niveaux de la procédure de calcul. Au premier niveau, qui est celui de l'estimation du nombre d'habitants par patio de chaque type, le seul ajustement effectué est celui qui tient compte du caractère non résidentiel des structures. Nous avons distingué, pour le calcul :
- Les structures strictement non résidentielles, autels et oratoires.
- Les structures non résidentielles pouvant servir de dortoir d'appoint : structures de moins de 15 m². Pour les patios comptant plus de quatre structures dont aucune d'entre elles ne fait moins de 15 m², c'est la plus petite qui est considérée comme non strictement résidentielle. Si toutes les structures autour du patio font moins de 15 m², la ou les plus petites, en fonction du nombre de structures, sont considérées comme non strictement résidentielles. A un niveau supérieur (celui de l'estimation du pourcentage de patios de chaque type occupés à chaque sous-phase) les ajustements sont résumés et regroupés dans le Tableau 16.

Tableau 16. Synthèse des ajustements effectués sur le pourcentage de patios de chaque type à chaque sous-période.

Problème	Ajustement	Application
Limites de la méthode de sondage	+ 5 % effectif des patios	Toutes les périodes pour tous les patios, sauf le Classique ancien dans les cas où la Typologie de croissance implique une absence d'occupation pour cette période : Type P1C de la Typologie des Patios, tous les patios du Type d'unité résidentielle C1, les patios secondaires du Type d'unité résidentielle C2, tous les patios des unités résidentielles du Type D1.
Non-contemporanéité	- 50 % effectif des patios	Toutes les occupations préclassiques, tous les patios.
Invisibilité	+ 100 % effectif des patios	Toutes les périodes, patios de Type P1B.
	+ 20 % effectif des patios	Classique ancien, patios de Type P2A et P2B dans le Type de croissance B1.
	+ 10 % effectif des patios	Classique récent, patios de Type P2A et P2B dans le Type de croissance B1.

Revenons maintenant à l'établissement du nombre moyen d'habitants par patio[123]. Il s'agit, en réalité, d'un intervalle, donnant un nombre d'habitants moyen minimal et maximal. Cet intervalle est obtenu au moyen de quatre indices (après correction pour tenir compte des structures non résidentielles, lesquelles ne sont pas les mêmes en fonction de l'indice pris en compte) permettant de dériver un nombre d'habitants par structure. Ces indices sont : 4 habitants par structure strictement résidentielle, 5,6 habitants par structure strictement résidentielle, 8,36 m² d'habitat couvert (dortoir ou annexe) par

123 Le nombre moyen a été calculé à partir de l'estimation du nombre d'habitants de chaque patio de chaque type.

habitant, 6,87 m² d'habitat couvert (dortoir ou annexe) par habitant. Des quatre chiffres de population obtenus grâce à ces indices, nous avons sélectionné le chiffre minimal et le chiffre maximal pour établir nos intervalles, et ce quel que soit l'indice dont ce chiffre est issu. Il doit être précisé que l'estimation minimale et l'estimation maximale du nombre d'habitants d'un même patio ne s'excluent pas nécessairement mutuellement. Du fait de la grande mobilité de la population des cités mayas, évoquée à de multiples reprises dans la présente recherche, il est en réalité peut-être absurde de chercher à établir un seul chiffre d'habitants pour l'établissement, parce qu'en permanence, des membres des familles se trouvaient dans des champs pouvant se situer à plus d'un jour de marche de la cité, auquel cas ils y établissaient un habitat léger. Dans ce contexte, il n'est pas totalement exclu que le chiffre minimal et maximal correspondent, en quelque sorte, aux pulsations de la cité, qui envoyait certains de ses membres cultiver *outfield,* lesquels revenaient tout de même lors des festivités religieuses ou politiques, des marchés, ou autres événements sociaux ou économiques (si le modèle du *vacant ceremonial center* pris dans sa globalité nous semble inapplicable aux cités mayas classiques, certaines de ses dynamiques demeurent, en revanche, tout à fait susceptibles d'être appliquées à la période classique).

Parmi ces événements, on trouve, sans l'ombre d'un doute, les campagnes de construction de l'architecture publique monumentale. Nous considérons que les patios (ou, au moins, les unités résidentielles, sachant que les deux coïncident fréquemment - voir la domination des unités résidentielles à un patio dans le Tableau 5) étaient, entre autres aspects, des unités de regroupement tributaires. C'est donc, peut-être, à leur échelle que la main-d'œuvre était recrutée pour la construction monumentale. Dans ce cas, c'est probablement le nombre maximal d'habitants qui doit être pris en compte, le responsable du recrutement (chef de famille ou de lignage) pouvant désigner au sein de l'ensemble des habitants du patio les personnes sélectionnées pour participer à la construction (indépendamment du fait que ces personnes se trouvent, en saison des pluies, sur leur résidence secondaire *outfield* et non dans le domicile « urbain »). Cette hypothèse explique pourquoi nous privilégions, pour l'estimation de la main-d'œuvre disponible pour la construction monumentale (Chapitre 9), la borne haute de nos intervalles de population (sans totalement écarter l'hypothèse inférieure, par prudence).

Nous disposons donc de la méthode d'estimation du coût énergétique de la construction et de la population. Pour appliquer ces méthodes au cas archéologique de Naachtun au Classique ancien, la plus grande finesse chronologique possible est nécessaire. Un effort conséquent dans l'établissement des différentes séquences d'occupation et de construction du site a donc été indispensable. C'est ce travail sur la chronologie qui est détaillé au Chapitre 6.

Chapitre 6 : Séquence chronologique de Naachtun

L'établissement des séquences d'occupation des sites mayas est une question majeure, à laquelle il est nécessaire de s'atteler avec assiduité. On a pu croire, au cours de la deuxième moitié du XX^{e} siècle, que la tâche était en voie d'être définitivement résolue. La séquence céramique de Uaxactun paraissait donner un cadre ferme pour l'ensemble des Basses Terres, qui semblait être confirmé par les premières datations radiocarbone et, plus tard, par l'hydratation de l'obsidienne. En parallèle, les progrès du déchiffrement des inscriptions étaient spectaculaires. Cependant, ce bel édifice a rapidement révélé ses failles. La datation de l'obsidienne ne peut être généralisée à l'échelle que l'on imaginait[124], et les dates radiocarbones n'ont pas gagné en précision. Les limites chronologiques fines obtenues par des dates non calibrées étaient, en réalité, illusoires. Quant à la séquence de Uaxactun, non seulement elle n'a qu'une valeur locale, mais en plus, elle comporte plusieurs zones d'ombre, dont on a ébauché la description au Chapitre 2. L'une d'entre elles, et non des moindres, est que les limites chronologiques des phases ne reposaient que sur l'association de tessons aux stèles à inscriptions. En somme, pour chaque site, un travail rigoureux d'élaboration de la séquence, à partir de données locales, doit être entrepris. Dans le cas de Naachtun au Classique ancien, on dispose de quatre séquences : une séquence épigraphique (Section 6.1), une séquence céramique (Section 6.2), une séquence des datations par radiocarbone (Section 6.3) et une séquence de construction monumentale (Section 6.4). Les bornes des sous-phases ne coïncident pas toujours exactement dans ces séquences : ce chapitre permet de les discuter.

6.1 Les données de l'épigraphie

Avec 76 monuments (59 stèles, 17 autels), dont 37 portent des inscriptions (Nondédéo, Lacadena et Garay 2018), Naachtun est un site d'une très grande richesse en potentiels supports textuels. Notons, par ailleurs, que la très grande majorité des textes provenant de Naachtun se trouvent sur des stèles et autels (en réalité, un seul autel, l'Autel 8, associé à la Structure III et à la Stèle 22, est sculpté). Peu de textes figurant sur des objets portables nous sont parvenus, une situation due en partie au pillage quasi-systématique des tombes royales et élitaires du site, ainsi qu'aux orientations scientifiques privilégiées par le projet, qui n'a jamais cherché à mettre au jour d'éventuelles tombes royales épargnées par les pilleurs. A ce jour, les quelques céramiques portant des inscriptions datent toutes du Classique récent. Malheureusement, comme c'est le cas pour la plupart des sites du Petén Campechano, au calcaire tendre, l'état de dégradation des monuments est très avancé, et une grande partie des textes est irrémédiablement perdue. La lecture de ceux qui ont survécu exige l'emploi de méthodes pointues de photocomposition ou photogrammétrie, initiées à Naachtun par Cases et Lacadena (2014a). Malgré la quantité de monuments, le registre épigraphique de Naachtun est quantitativement pauvre. Les quelques informations obtenues n'en sont que plus précieuses.

6.1.1 Les débuts de la dynastie

La référence la plus ancienne à un événement politico-historique concernant Naachtun est une mention rétrospective très largement postérieure aux événements. On la trouve sur la Stèle 2, qui date du début du Classique récent (642 apr. J.-C.) et se trouve au pied du palais royal de la Place Est, la Structure 5O-5 (Garay 2019, p. 116). Sa très longue inscription n'a pas été formellement déchiffrée, mais d'après une lecture préliminaire de Lacadena, un numéro de distance semble indiquer que la dynastie de Naachtun - celle de la Chauve-souris - trouverait ses origines autour de 325 apr. J. C. (Nondédéo, Lacadena et Garay 2018, p. 346), une date ancienne mais tout à fait plausible dans le contexte des débuts de l'histoire

124 Il s'agit d'un autre volet des controverses scientifiques autour de l'occupation de Copan, voir Webster et Freter (1990a), Braswell (1992) et Webster, Freter et Rue (1993).

dynastique des sites des Basses Terres. Cette mention n'implique aucunement que ce fondateur ait été le premier dirigeant de la cité, et plusieurs tombes très élaborées (toutes pillées) antérieures au IV^e^ siècle existent à Naachtun.
La stèle avec série initiale la plus ancienne est la Stèle 23, qui se trouve dans le Groupe C, à proximité de la Structure III. Le nom du dirigeant à l'origine de ce monument est perdu, mais il est désigné comme *Suutz' Ajaw* par ce qui est donc la première mention de cette dynastie de la Chauve-souris. La série initiale indique que la stèle fut érigée le 2 août 361 apr. J. C., 8.16.4.10.1 en compte long (Cases et Lacadena 2014b). Cette date est parfaitement compatible avec les datations obtenues pour la construction de la majorité des édifices du Groupe C, à savoir Balam II, une sous-phase qui durerait de 300 à 400 apr. J. C. selon la séquence du PPNN.
Toujours dans le Groupe C, la Stèle 24, au pied de la Structure I, évoque cette fois un *Kuhul Suutz' Ajaw* (et non plus simplement *Suutz' Ajaw*). Le nom de ce dirigeant important de Naachtun n'est que très partiellement connu : ?-bu'/mu-JOL. D'après le fragment d'inscription conservé, il serait monté sur le trône en 363 apr. J. C. et serait, par conséquent, un proche successeur du souverain de la Stèle 23 (*ibid.*). La série initiale de cette stèle dont ne subsiste que la partie inférieure est, en revanche, perdue. Le contenu de l'inscription[125] assure, toutefois, qu'elle date au plus tôt de l'année 378 apr. J. C., puisqu'il est fait mention de Siyaj K'ahk' et de son arrivée à Tikal, en janvier de cette année (*ibid.*). Ces quelques glyphes occupent donc une place majeure dans notre compréhension et de la géopolitique de la période à l'échelle des Basses Terres, et des dynamiques propres à la cité. Dans l'inscription de la Stèle 24, le *Kuhul Suutz' Ajaw* est aussi désigné par un titre militaire, *yajawte'*, qui en fait un capitaine de guerre de Siyaj K'ahk', qui aurait donc contribué avec ses troupes au renversement du pouvoir en place à Tikal. Dans le cadre de la séquence de construction monumentale de Naachtun, cette information pourrait avoir son importance. Il paraît en effet improbable que Teotihuacan se soit appuyé sur des alliés négligeables pour mener une telle opération. Cela suggère donc qu'avant 378, Naachtun était déjà probablement une cité conséquente, avec un bassin de population non négligeable, dotée des édifices nécessaires au bon fonctionnement politique et rituel d'une dynastie puissante (à savoir, un terrain de jeu de balle, un palais, un Groupe de type E).
Mentionnons qu'une stèle à inscriptions extrêmement érodée de Naachtun Este (Stèle 1), un centre secondaire situé, comme son nom l'indique, à l'est de l'épicentre de Naachtun (à environ 1,5 km à vol d'oiseau du Groupe A), pourrait porter une série initiale particulièrement ancienne au sein du cycle 8, puisque le coefficient du *k'atun* la placerait dans l'intervalle 8.7 à 8.12, soit 179-278 apr. J.-C. Il est toutefois possible que le coefficient du *b'ak'tun* soit 9 et non pas 8, auquel cas la date serait moins surprenante, l'intervalle 9.7-9.12 correspondant à 573-672 apr. J.-C. Cependant, les quelques éléments stylistiques repérables semblent indiquer une datation classique ancienne (Garay 2019, p. 120). Morales-Aguilar (2018) a, par ailleurs, effectué quelques sondages à Naachtun Este, dans lesquels il est apparu que l'occupation dans le secteur a commencé en Balam I. Des recherches plus détaillées seront nécessaires pour assurer la datation (encore très préliminaire) de ce qui pourrait être l'une des stèles à série initiale les plus anciennes des Basses Terres en cas de confirmation de cette lecture.

6.1.2 Une dynastie liée à celle de Tikal

Au V^e^ siècle apr. J.-C., la dynastie de la Chauve-souris, forte de son statut acquis suite aux événements de *la Entrada*, vit une période de maturité et d'apogée régional. Son dirigeant supervise des cérémonies et intronisations dans les cités du sud du Campeche (Nondédéo, Sion, Lacadena *et al.* 2021), y compris à Calakmul. C'est ce que pourrait indiquer la Stèle 114 de ce site : datée d'entre 431 et 435 apr. J.-C., elle est la plus ancienne de Calakmul (Pincemin *et al.* 1998 ; Vázquez López *et al.* 2016) ; malheureusement, le haut degré d'érosion de l'inscription n'en permet pas une lecture limpide (Valencia Rivera et Esparza Olguín 2018). Des liens matrimoniaux permettent de maintenir la proximité de Naachtun avec Tikal. La

125 Elle est datée du dernier quart du IV^e^ siècle d'après une étude paléographique (Nondédéo, communication personnelle, 2019).

Stèle 26, encore imparfaitement traduite, contient quelques éléments utiles sur ces dynamiques. Il n'y a pas de série initiale conservée pour cette stèle, qui a, par ailleurs, été déplacée de son contexte originel à la toute fin du Classique ancien ou au début du Classique récent, après avoir été intentionnellement endommagée. Elle a été enterrée dans une fosse aménagée dans le soubassement de la superstructure Id du complexe triadique (voir la Sous-section 6.4.5 pour une discussion des rares données disponibles sur cet épisode encore imparfaitement compris). Heureusement, le motif iconographique ainsi que quelques indices épigraphiques épars permettent de mieux situer le monument dans son contexte culturel. Le motif sculpté sur la face principale est assez inhabituel dans le sens où seule la partie supérieure du corps est représentée : la composition est centrée sur le visage et les mains d'un personnage féminin. Certains éléments iconographiques rappellent fortement la Stèle 2 de Tikal, datée par le Projet Atlas Épigraphique du Petén de la première moitié du règne de Sijyaj Chan K'awil II : 411-458 apr. J.-C. (Beliaev, Tokovinine *et al.* 2013, pp. 50-51). Lacadena a suggéré (Nondédéo, Lacadena et Garay 2018, p. 337) que la femme représentée pourrait avoir été Tzutz Niik (un nom à la lecture encore incertaine), épouse de Kan Chitam de Tikal, successeur de Sijyaj Chan K'awil II, monté sur le trône en 458 (Martin et Grube 2008, p. 37). Les premières mentions de leur fils Chak Tok Ich'aak II datent de la fin des années 480, avec en particulier un rite de passage associé à l'enfance en 486 (*ibid.*). La Stèle 26 pourrait donc dater de la deuxième moitié du V^{e} siècle apr. J.-C. L'analyse épigraphique est encore incomplète et balbutiante, mais le lien étroit entre la dynastie locale et celle de Tikal est, en tout cas, extrêmement probable. Un dépôt votif était associé à cette stèle : il pourrait s'agir du dépôt d'origine de la stèle, également transféré avec elle au Classique récent ou à la toute fin du Classique ancien[126]. Il s'agit d'une pratique attestée dans d'autres sites, comme Tikal (Moholy-Nagy 2016, p. 258). Ce dépôt était composé de deux plats à bourrelet basal, l'un du type *Caldero Ante Polícromo*, l'autre du type *Águila Naranja*. D'autant que l'on puisse en juger à partir des photographies publiées dans le rapport de la saison 2005 (Rangel, Alonso *et al.* 2013, pp. 50-51), ces plats correspondent à la sous-phase Balam II[127], ce qui pourrait éventuellement suggérer des limites tardives à cette sous-phase (voir la discussion sur les bornes des sous-phases à la Sous-section 6.3.2), étant donné que la stèle semble dater du V^{e} siècle (ce ne serait évidemment pas le cas si le dépôt était en réalité associé au remblai de la structure).

6.1.3 Les stèles du VI^{e} siècle

Si Naachtun était étroitement liée à Tikal au cours du V^{e} siècle, le registre épigraphique de la cité ne suggère aucunement qu'elle ait subi un hiatus des inscriptions à la fin du Classique ancien, comme cela semble avoir été le cas pour Tikal et plusieurs autres sites de la région. Plusieurs stèles datées des VI^{e} et VII^{e} siècles sont érigées sur les places de Naachtun.

La Stèle 21 se trouve à l'angle nord-ouest de la Structure V (nécropole royale). Son inscription, malheureusement très érodée, n'est pas encore déchiffrée mais le motif sculpté - dans un style surprenant - sur la face principale est, lui, bien visible. Une femme y est en effet représentée de face, visage compris. Les pieds sont écartés. Autant d'éléments qui suggèrent une date tardive à l'échelle du Classique ancien. D'après Lacadena (Nondédéo, Lacadena et Garay 2018), la Stèle 21 pourrait dater du début du VI^{e} siècle apr. J.-C.

Au sud de la Place Est, la Stèle 3 paraît avoir été déplacée de son emplacement originel. Elle présenterait une série initiale de 9.5.0.0.0, soit 534 apr. J.-C. Même si Morley (1938, p. 329) semblait sûr de sa lecture, il faut souligner qu'aucune étude épigraphique n'a été menée avec les techniques récentes par le projet

126 On ne peut pas totalement écarter l'hypothèse qu'il ait été trouvé dans le remblai du soubassement lors du creusement de la fosse dans laquelle a été déposée la stèle au Classique récent.

127 Signalons, afin d'éviter toute ambiguïté, que la datation par radiocarbone effectuée par le PAN (Walker et Reese-Taylor 2012, p. 15) en lien avec ce contexte concerne la niche creusée, au Classique récent, dans le remblai classique ancien du soubassement de la Structure Id - c'est le lot 7 de l'Opération 12 B (Rangel, Alonso *et al.* 2013, p. 39) -. C'est donc ce remblai qui est daté (avec l'incertitude qu'implique la datation d'un charbon extrait d'un remblai) et non le dépôt ou son transfert.

actuel. Or, dans plusieurs cas, l'utilisation de ces outils par les épigraphistes a permis de corriger les lectures proposées au début du XX^{e} siècle. D'après Morley (*ibid.*, p. 331) et Patrois (2012, p. 375), cette stèle serait sculptée dans un style inhabituellement grossier. Morley (1938, p. 329) émettait aussi le même diagnostic à propos de la qualité de la courte inscription. Cela doit-il être interprété comme une perte de prestige et de pouvoir de la dynastie, incapable de faire sculpter un monument de qualité ? L'interprétation est peut-être un peu simpliste, mais le doute est permis.
La Stèle 5, qui est le seul monument sculpté au sein d'un groupe de quatre stèles érigées à proximité de la Structure XXVII, a suscité de nombreuses lectures contradictoires. Le motif, très érodé, représente un personnage aux jambes sculptées de face, pieds écartés. Quant à l'inscription, son état fragmentaire n'en permet pas une lecture complète. Morley (1938, p. 344) privilégiait une date de 9.13.0.0.0 (692 apr. J.-C.). De même, et sur des bases stylistiques, Proskouriakoff (1950) puis Patrois (2012, p. 372) ont proposé une datation du Classique récent. En revanche, et sans grande sûreté, Ruppert et Denison (1943, p. 132) puis P. Mathews et Parmington (2005) préféraient la date de 9.6.10.0.0, soit 564 apr. J.-C. Ici encore, une lecture par l'équipe d'épigraphistes semble nécessaire pour trancher la question. Ajoutons qu'une des stèles lisses (Stèle A3) accompagnant la Stèle 5 a fait l'objet d'une tranchée de pillage. De gros tessons provenant vraisemblablement de cette fouille illégale ont été déposés au sommet de la stèle (UE N12-0372). Nous n'avons pas vu ces tessons, mais Michelet proposait une datation préliminaire du Classique ancien (Michelet, Quiñonez Dardón et Escobar Durand 2013, p. 153).
Étant donné le très mauvais état de conservation des inscriptions, le travail des épigraphistes est laborieux et complexe, mais de nouvelles informations sont obtenues systématiquement. Le panorama qui vient d'être présenté n'est donc pas considéré comme exhaustif. De fait, on peut même considérer que la majorité des stèles inscrites du site devra faire l'objet de nouvelles analyses. Par ailleurs, la question des monuments détruits puis inclus dans l'architecture postérieure doit être posée. Un fragment de stèle datant probablement du Classique ancien a par exemple été mis au jour par Morales-Aguilar (2012b), réemployé dans un contexte largement postérieur aménagé au pied de la Structure XVI, qui borde la Place Sud. Patrois (2012, pp. 371-372) propose une datation stylistique pour le premier quart du cycle 9.

6.2 Séquence céramique

Comme souvent dans l'aire maya, le marqueur principal dans l'élaboration de la séquence d'occupation de Naachtun est la céramique. Les analyses céramiques de Naachtun se font à partir d'un système d'analyse mixte combinant les approches type-variété et modale. La séquence céramique a été obtenue grâce à une sériation et par comparaison avec d'autres sites des Basses Terres (Patiño 2011 ; 2013 ; 2014 ; 2015 ; 2016b ; Patiño et Forné 2012 ; Forné et Patiño 2013 ; Martínez et Forné 2014 ; Perla, Sion et Patiño 2016 ; Perla et Sion 2018). La séquence proposée par le PAN (Walker et Reese-Taylor 2012), bien qu'elle porte en grande partie sur du matériel provenant de pillages, constitue également une base très utile pour la datation de l'architecture. Il est important de mettre en avant l'apport essentiel d'Alejandro Patiño, qui a consacré sa thèse de doctorat (2013) à l'étude de la céramique du Classique ancien du site. Il est l'auteur de travaux primordiaux pour l'établissement de la séquence céramique du site, mais aussi, plus généralement, pour la compréhension des implications économiques, démographiques et sociales de la distribution de la céramique de Naachtun (Patiño 2015 ; 2016a).
A l'heure actuelle, on distingue quatre complexes céramiques (Kutz', Balam, Ma'ax et Muuch), divisés en neuf facettes[128] (Tableau 17).

128 La division de la phase Muuch en deux facettes avait été proposée dans les premiers travaux du PPNN, puis abandonnée, avant d'être reprise suite à la saison 2018. Le Classique terminal est une phase extrêmement marginale dans cette recherche**,** mais quelques traitements des données l'incluent : ils ont été effectués avant la subdivision de Muuch I et Muuch II, alors que la séquence comprenait huit facettes, et non neuf. L'impact de ces modifications est négligeable sur les questions qui nous occupent.

Tableau 17. Séquence céramique du Proyecto Petén Norte Naachtun.

Phase	Complexe	Facette	Limites chronologiques
Classique terminal	Muuch	II	950-1150 apr. J.-C.
		I	830-950 apr. J.-C.
Classique récent	Ma'ax	III	750-830 apr. J.-C.
		II	650-750 apr. J.-C.
		I	550-650 apr. J.-C.
Classique ancien	Balam	III	400-550 apr. J.-C.
		II	300-400 apr. J.-C.
		I	150-300 apr. J.-C.
Préclassique récent	Kutz'	-	350 av. J.-C.-150 apr. J.-C.

Certaines des limites chronologiques de la séquence sont encore en cours de discussion, mais les datations par radiocarbone n'entrent pas en contradiction avec les dates proposées. On présentera ci-après de manière détaillée les caractéristiques des facettes du Préclassique et du Classique ancien.

6.2.1 Complexe Kutz' (Préclassique récent)

Aucun tesson antérieur au Préclassique récent n'a été retrouvé dans la zone centrale de Naachtun. La séquence débute donc avec le Complexe Kutz', qui correspond au Préclassique récent. La céramique préclassique récente est relativement rare à Naachtun et aucun récipient complet n'a été retrouvé à ce jour. Dans de nombreux cas, les tessons ont été retrouvés mélangés dans des contextes postérieurs, souvent des remblais, mais depuis la saison 2015, quelques contextes contenant un matériel exclusivement préclassique ont été mis au jour, principalement dans la Zone résidentielle du site. Les tessons dont on dispose indiquent une céramique bien ancrée dans la tradition régionale, qui présente de fortes similitudes avec la céramique de la région d'El Mirador, mais aussi du sud du Campeche et du nord du Belize (Patiño 2015, p. 30). On peut distinguer deux grands types de récipients. D'un côté, on trouve des jarres de stockage sans engobe, souvent striées, à col court et courbé vers l'extérieur, et dégraissant de calcite grossier (Groupe Zapote). Parmi les récipients sans engobe, on trouve aussi quelques cas d'encensoirs cylindriques convexes (forme de baril), décorés d'appliques modelées en forme de pointes. D'un autre côté, se trouvent les récipients monochromes (par ordre de fréquence, rouge, noir, crème et orange) et, beaucoup plus rarement, dichromes (orange et noir) à engobe cireux, des Groupes Sierra, Polvero, Flor et Iberia. La décoration peinte, qu'elle soit géométrique ou figurative, est virtuellement inexistante, mais les récipients peuvent être décorés de profondes cannelures verticales ou horizontales (Figure 42). Le dégraissant de tessons broyés est le plus courant à cette période. Les formes privilégiées sont des vases verticaux à bord courbé vers l'extérieur ou des bols à bord recourbé vers l'intérieur.



Figure 42. Tesson de récipient du Groupe Sierra *(Type* Laguna Verde Inciso*). (Photo : J. Hiquet).*

6.2.2 Complexe Balam (Classique ancien)

Le Complexe Balam correspond à la céramique du Classique ancien. Il est divisé en trois facettes.

6.2.2.1 Facette Balam I

La facette Balam I date de l'intervalle 150-300 apr. J.-C. et correspond à la transition entre le Préclassique récent et le Classique ancien. Dans les publications du PAN et celles des premières saisons du PPNN, cette céramique correspondait à un complexe à part entière, appelé Kan (Patiño 2011, p. 72 ; Walker et Reese-Taylor 2012, p. 22). Dans ce sens, et parce que Balam I, facette de transition, voit l'apparition et la disparition de plusieurs attributs céramiques, on peut qualifier Balam I de facette protoclassique (Patiño 2015, p. 17 ; Brady *et al.* 1998, p. 18). La céramique Balam I comporte, en réalité, deux assemblages issus de techniques de manufacture très différentes, généralement exclusifs l'un de l'autre (sans que cette exclusion soit, pour autant, systématique).
Des récipients du premier assemblage, ne subsistent aujourd'hui que de petits tessons monochromes et cireux, appartenant aux groupes préclassiques déjà mentionnés et s'inscrivant dans les pratiques de manufacture de la région de Mirador (Patiño 2015, p. 31). Les parois sont minces et les tessons proviennent de récipients très fragmentés : la cuisson de cette céramique était manifestement insuffisante (Walker 2013, p. 105 ; Patiño 2015, p. 18). Parmi ces tessons, coïncident souvent d'intéressantes combinaisons mélangeant des modes de la céramique du Préclassique (engobes cireux, dégraissants de tessons broyés, formes caractéristiques) et du Classique ancien (engobes brillants, dégraissants de calcite, formes caractéristiques). Ces combinaisons dénotent bien le caractère transitionnel de la facette Balam I.
Le second assemblage est composé de tessons aux engobes brillants, plus typiques des pratiques régionales du Classique ancien (cette tradition compte aussi les jarres sans engobe des types *Quintal Sin Engobe* et *Triunfo Estriado*). Ils peuvent être monochromes (types *Águila Naranja*, *Balanza Negro*, *Dos Hermanos*) ou polychromes (types *Caldero Ante Policromo*, *Dos Arroyos Naranja Policromo*), puisque la période correspond à l'introduction de la polychromie. Les décors sont, alors, toujours géométriques et souvent relativement simples (lignes et grecques, frises de demi-cercles ou de triangles), comme on peut le voir sur la Figure 43 ou la Figure 44. Les plats à angle en Z, aigu ou arrondi, dotés d'une base annulaire, font aussi leur apparition. L'angle en Z est, à cette époque, plus courant que le bourrelet basal,

qui est, alors, court (moins de 1,5 cm), tout comme les parois des plats de service, qui mesurent systématiquement moins de 5-6 cm (Patiño 2015, p. 18) : sauf cas très exceptionnels, les plats de service Balam I ont donc la particularité d'être dotés de parois très courtes.
Il existe aussi le cas particulier du type *Caldero Ante Policromo, var. sin especificar # 1* (Figure 44), un type sans doute local, généralement rencontré dans les contextes élitaires de Naachtun et dont les plats prennent une forme tout à fait particulière pour la période, sans angle en Z ou bourrelet basal (Patiño 2011, p. 73 ; Walker et Reese-Taylor 2012, p. 27 ; Walker 2013, p. 107). Pour Patiño, les modes décoratifs employés à Naachtun en Balam I brillent par leur hétérogénéité, et renvoient, de manière séparée, à différentes régions des Basses Terres, comme le sud du Campeche, le nord du Belize ou l'est du Petén (Patiño 2015, pp. 31, 34). Il faut bien remarquer que ces influences sont mutuellement exclusives, et ne concernent pas les Basses Terres centrales dans leur ensemble, comme ce pouvait être le cas au Préclassique récent, puis comme cela redevient le cas à partir de Balam II (Patiño 2015, p. 34). Les réseaux d'échanges et d'influences mettent donc en évidence la fragmentation politique et économique typique de la période succédant immédiatement au collapse du Préclassique récent.



Figure 43. Tesson de récipient du type Dos Arroyos Naranja Policromo *à la forme et au décor caractéristiques de la facette Balam I. (Photo : J. Hiquet).*



Figure 44. Tesson de récipient du type Caldero Ante Policromo, var. sin especificar # 1. *(Photo : Walker et Reese-Taylor 2012).*

La différence entre les deux types d'assemblages Balam I est encore incomplètement expliquée. Il n'est pas totalement exclu qu'elle soit, au moins en partie, chronologique - la céramique cireuse serait, dans ce cas, antérieure à la céramique brillante - (Patiño 2015, p. 17). Toutefois, la répartition des vestiges des deux assemblages pourrait aussi répondre à des logiques sociales, sans que cela exclue complètement l'hypothèse chronologique. On retrouve souvent la céramique monochrome cireuse dans des niveaux de terre sombre, argileuse et organique, recouvrant la roche-mère. La céramique polychrome brillante, en revanche, provient généralement de niveaux de remblai de sol de stuc. Il arrive que l'on trouve des tessons de l'assemblage monochrome et cireux dans les remblais architecturaux, mais quand c'est le cas, ces remblais succèdent systématiquement à un niveau d'occupation sans architecture permanente, et le matériel qu'ils contiennent peut donc avoir été réemployé, sur place. Il y a aussi des cas de paléosols contenant de la céramique polychrome. Dans les contextes manifestement associés aux plus hautes sphères de l'élite politique et religieuse, la céramique est systématiquement polychrome et brillante (Structure I, Structure XXIII).

6.2.2.2 Facette Balam II

Après la transition Balam I, la facette Balam II pourrait durer de 300 à 400 apr. J.-C. Il est impératif de préciser que ces limites chronologiques - équivalentes à Manik 2 tel que proposé par Laporte et Fialko (1987, p. 139) pour Tikal - ne font pas l'unanimité au sein du projet. Il est souvent tentant de prolonger la sous-phase jusqu'en 420, voire 450, à cause du grand nombre de vestiges architecturaux associés.

C'est, d'ailleurs, ce que semblent suggérer les datations par radiocarbone (voir *infra*). Il s'agit là d'une discussion de grande importance, qu'il faudra régler dans un futur proche.
Néanmoins, au moment de la rédaction de cette recherche, ce sont ces limites chronologiques, proposées par les céramologues du projet (Perla, Sion et Patiño 2016), qui sont employées, en connaissance du fait qu'elles pourraient encore varier. On observe en Balam II l'abandon quasi-total des engobes cireux au profit des engobes lustrés. Globalement, la céramique Balam II est tout à fait typique des pratiques de fabrication et de décoration communes à l'ensemble du Petén (Patiño 2015, pp. 31, 34). Les jarres sans engobe du Groupe Quintal, souvent striées (type *Triunfo Estriado*), ont un col long, vertical, légèrement courbé vers l'extérieur dans sa partie supérieure. Dans d'autres cas, le bord est doublé, vers l'extérieur. La céramique monochrome la plus caractéristique, de couleur orange, est celle du type *Águila Naranja*. Les monochromes rouges (types *Dos Hermanos Rojo* et *Rojo Duro* avec taches de cuisson grises ou brunes) et, dans une moindre mesure, noirs (type *Balanza Negro*) sont eux aussi fréquents. Les formes privilégiées pour les monochromes rouges sont, d'un côté, des jarres globulaires à col court et droit, et, de l'autre, les grands bols à angle en Z arrondi : voir, *in* R. E. Smith (1955), la Fig. 18 a 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Les polychromes, qui ne sont en aucun cas réservés aux secteurs élitaires de la cité[129], sont nombreux. On trouve principalement les types *Dos Arroyos Naranja Policromo, var. Dos Arroyos* et *Caldero Ante Policromo, var. sin especificar #2*. Deux types sont un peu plus rares : *Yaloche Crema Policromo* et *Caal Rojo Policromo*, un produit d'importation venant probablement de Río Azul (Patiño 2015, p. 19) et peut-être plus exclusif, réservé aux élites politiques ou économiques. La forme la plus courante, pour les polychromes, est le plat de service avec base annulaire, bourrelet basal long (plus d'1,5 cm) ou angle en Z aigu, et paroi longue (plus de 5-6 cm). La décoration, géométrique ou zoomorphe, se trouve principalement sur l'extérieur de la paroi, et, sous forme de frises d'éléments géométriques, sur la lèvre et sur le bourrelet basal. L'intérieur est généralement uni, de couleur orange (plus rarement, rouge), mais peut, dans quelques cas, être incisé, après cuisson. L'élément de décoration privilégié et récurrent en Balam II est le perroquet *guacamaya*, plus ou moins stylisé. Il orne la paroi de plusieurs plats, trouvés aussi bien dans l'Épicentre que dans la Zone résidentielle (Figure 45) et l'Arrière-pays (comme dans le centre secondaire El Juilín).

129 Gifford faisait déjà cette observation sur l'omniprésence de la céramique polychrome du Classique ancien dans toutes les unités résidentielles de Barton Ramie, quelle que soit l'importance sociale ou économique présumée des occupants (Willey, Bullard *et al.* 1965, p. 351).



Figure 45. Remontage partiel et préliminaire d'un plat du type Dos Arroyos Naranja Policromo var. Dos Arroyos décoré du perroquet guacamaya venant de la Zone résidentielle de Naachtun (Unité résidentielle 7M5). (Photo : M. Colín).

De nombreux exemplaires équivalents existent, entre autres, à Uaxactun (R. E. Smith 1955, Fig. 28-1, 3, 4, 6, 8) ainsi qu'à Tikal, Becan ou encore Barton Ramie. Ces plats étaient parfois accompagnés d'un couvercle bombé, également décoré, doté d'une poignée en bouton modelée. Toujours parmi la céramique de service, on trouve les types monochromes incisés, en particulier les types sur fond noir *Lucha Inciso* et *Urita Gubiado Inciso*. Ces récipients à la décoration très raffinée ont la même forme (plat avec bourrelet basal long, couvercle bombé) que les polychromes : voir par exemple les Fig. 20 et 21, *in* R. E. Smith (*ibid.*), pour des récipients comparables à ceux que l'on peut trouver à Naachtun. Walker et Reese-Taylor (2012, p. 32) mentionnaient que des analyses par activation neutronique avaient permis de conclure avec une relative sécurité que deux récipients de ce type exposés au Denver Art Museum, de très belle facture, ont probablement été fabriqués à Naachtun, où ils auraient donc été pillés.
Toujours parmi les monochromes noirs, on trouve, en contexte funéraire royal (en particulier, les tombes pillées de la Structure V, celle de la Perdida ; Walker 2013, p. 109, évoque aussi un exemplaire complet récupéré d'un contexte pillé qui n'est pas précisé) ainsi que dans un remblai riche en matériel de la Zone résidentielle (UE N14-3725, Sondage 38, Unité résidentielle 6L40, voir Hiquet, González *et al.* 2014) des pichets miniatures à piédouche, avec de très fines parois, que l'on peut attribuer au type *Discordia Negro* (R. E. Smith et Gifford 1966 ; Laporte et Fialko 1987, p. 162). A Tikal, ce type de miniature (voir la Fig. 12 *in* Laporte et Fialko 1987) serait caractéristique des sépultures et des contextes rituels élitaires de la sous-phase Manik 2 et à Becan, Ball le plaçait dans la sous-phase Chacsik Temprano, entre 250 et 400 apr. J.-C. (*ibid.*, p. 178). A Uaxactun, on le trouve en Tzakol 2 et en Tzakol 3 (R. E. Smith 1955, Fig. 12r et 23b3). La présence de fragments de ce type (Figure 46) dans le remblai d'un sol construit en Balam III dans une unité lointaine de la Zone résidentielle soulève des questions sur les occupants de l'Unité résidentielle 6L40 ou sur la méthode d'acquisition de matériaux de remblai. C'est dans cette

même unité que l'on a retrouvé de nombreux tessons de vases cylindriques tripodes, comme on le verra par la suite.



Figure 46. Fragment de récipient miniature du type Discordia Negro venant de la Zone résidentielle de Naachtun. (Photo : J. Hiquet).

On considère que les vases cylindriques tripodes, souvent dotés d'un couvercle en forme de cône tronqué avec poignée en bouton, sont inspirés par la culture matérielle teotihuacane. Cette forme apparaît à Naachtun en Balam II. La base peut être ornée d'une frise d'éléments appliqués, et les supports, approximativement parallélépipédiques, sont ajourés. Ces vases sont souvent monochromes, dans des palettes allant de l'orange au noir en passant par différentes nuances de brun.

6.2.2.3 Facette Balam III

La céramique de la facette Balam III, qui couvre approximativement l'intervalle 400-550 apr. J.-C., se place directement dans la continuité de Balam II (Patiño 2015, p. 20), au point qu'il est parfois difficile de distinguer les récipients des deux facettes, en particulier dans le cas des types monochromes et sans engobe. En ce qui concerne les polychromes, de nouvelles tendances apparaissent : elles sont manifestes dans les types *Dos Arroyos Naranja Policromo, var. sin especificar #2* et *Caldero Ante Policromo, var. sin especificar*. On les observe dans l'ensemble des Basses Terres du sud, de l'Usumacinta au Belize (*ibid*., p. 20). De manière générale, les parois des plats tendent à être beaucoup plus ouvertes, moins verticales

que durant Balam II, ce qui fait que les programmes décoratifs évoluent de manière très marquée entre Balam II et Balam III. Le plat étant plus ouvert, avec des parois plus horizontales, l'extérieur est beaucoup moins visible. Le bourrelet basal est raccourci, autour d'1 cm, voire moins, la décoration extérieure réduite au minimum (de fait, au-dessous du bourrelet basal, les récipients ne sont généralement plus peints). C'est l'intérieur du plat qui reçoit la décoration. Elle est, en général, beaucoup plus complexe qu'en Balam II, et peut comprendre des éléments anthropomorphes parfois très détaillés (Figure 48).

Un autre élément de décor extrêmement courant est constitué par des têtes d'oiseau à long cou (l'animal représenté est sans doute un cormoran, comme on peut le voir sur la Figure 47d, ou peut-être, dans d'autres cas, une aigrette) alternant avec des éléments géométriques. Ce décor, omniprésent à Naachtun (Figure 47), est absent de la monographie sur la céramique de Uaxactun publiée par R. E. Smith (1955) ainsi que de celle de Tikal (Culbert 1993). On ne le trouve pas non plus dans la monographie du Proyecto Atlas Arqueológico de Guatemala sur la séquence céramique du Sud-est du Petén (Laporte 2007) et Bonnafoux (2008) n'en fait pas mention dans son recensement des représentations aviaires dans la céramique du Classique ancien (pp. 138-139). Du fait de l'omniprésence de ce type à Naachtun et de l'absence de description dans d'autres sites de la région, l'auteur considère qu'il est tentant d'y voir une production locale, spécifique à Naachtun[130]. Dans sa publication de la séquence de Becan, Ball (1977, p. 68) considérait que les plats de cette variété avec décor figuratif[131], extrêmement rares, pouvaient provenir d'échanges avec des sites « *from the north-central Peten* », une localisation qui correspond exactement à celle de Naachtun. La production à la décoration la plus semblable dont le contexte de découverte soit contrôlé se trouve à Piedras Negras à la toute fin du Classique ancien (Sous-phase Naba récent, 500-550 apr. J.-C.) avec le type *Otatal Naranja Policromo, Var. Garza Gorda* (Acuña Smith 2005, pp. 53-56). Cependant, si la forme des plats et l'oiseau représentés sont proches de ce que l'on trouve à Naachtun - voir, en particulier, Fig. 59, *in* Acuña Smith (*ibid.*) -, ni l'un ni l'autre ne sont exactement similaires : les pattes de l'oiseau sont parfois représentées (*ibid*., Fig. 66), alors qu'à Naachtun, seule la partie supérieure du corps est peinte. Quant au plat, s'il est bien ouvert et doté d'un bourrelet basal court, il est aussi tripode, une des spécificités de Piedras Negras. Dans la frange orientale des Basses Terres, à Barton Ramie (type *Dos Arroyos Polychrome, Variety Unspecified* E, Gifford 1976, p. 178) et Caracol (Type *Pajarito Orange Polychrome*, voir A. F. Chase et D. Z. Chase 2018, p. 152), on trouve des plats aux modes semblables, mais dans aucun des deux cas la décoration n'est exactement la même. Notons qu'un plat complet correspondant exactement aux critères de Naachtun est exposé au Museo Maya de Cancun. Il est dit provenir du sud de l'Etat de Quintana Roo, mais aucune autre précision n'est disponible quant au contexte de découverte. Il nous a été possible d'observer en 2021 un grand plat exactement similaire à ceux qui sont trouvés à Naachtun, au sein de la collection de la Fondation Ruta Maya. Une analyse par activation neutronique indique qu'il a été produit entre El Mirador et Calakmul. La question pourra faire l'objet d'une future recherche.

De nouveaux types céramiques apparaissent, à l'instar de *Saxché Naranja Policromo*, un type très présent au Classique récent mais dont les premiers exemplaires remontent à Balam III (Figure 48). Durant cette sous-phase, les récipients de ce type sont souvent des bols hémisphériques à bord légèrement recourbé (Patiño 2015, p. 21).

130 En contraste avec les effectifs pléthoriques de Naachtun, mentionnons la publication, certes lapidaire et dépourvue de sources bibliographiques, dans laquelle Rubio (1994) développe une hypothèse cosmographique à partir de l'analyse iconographique d'un corpus de neuf plats comparables, même s'ils ne sont pas tous décorés d'une tête d'oiseau.

131 Ses Fig. 25 c et d, pourraient éventuellement correspondre à la décoration qui nous intéresse, mais le motif est très fragmentaire.

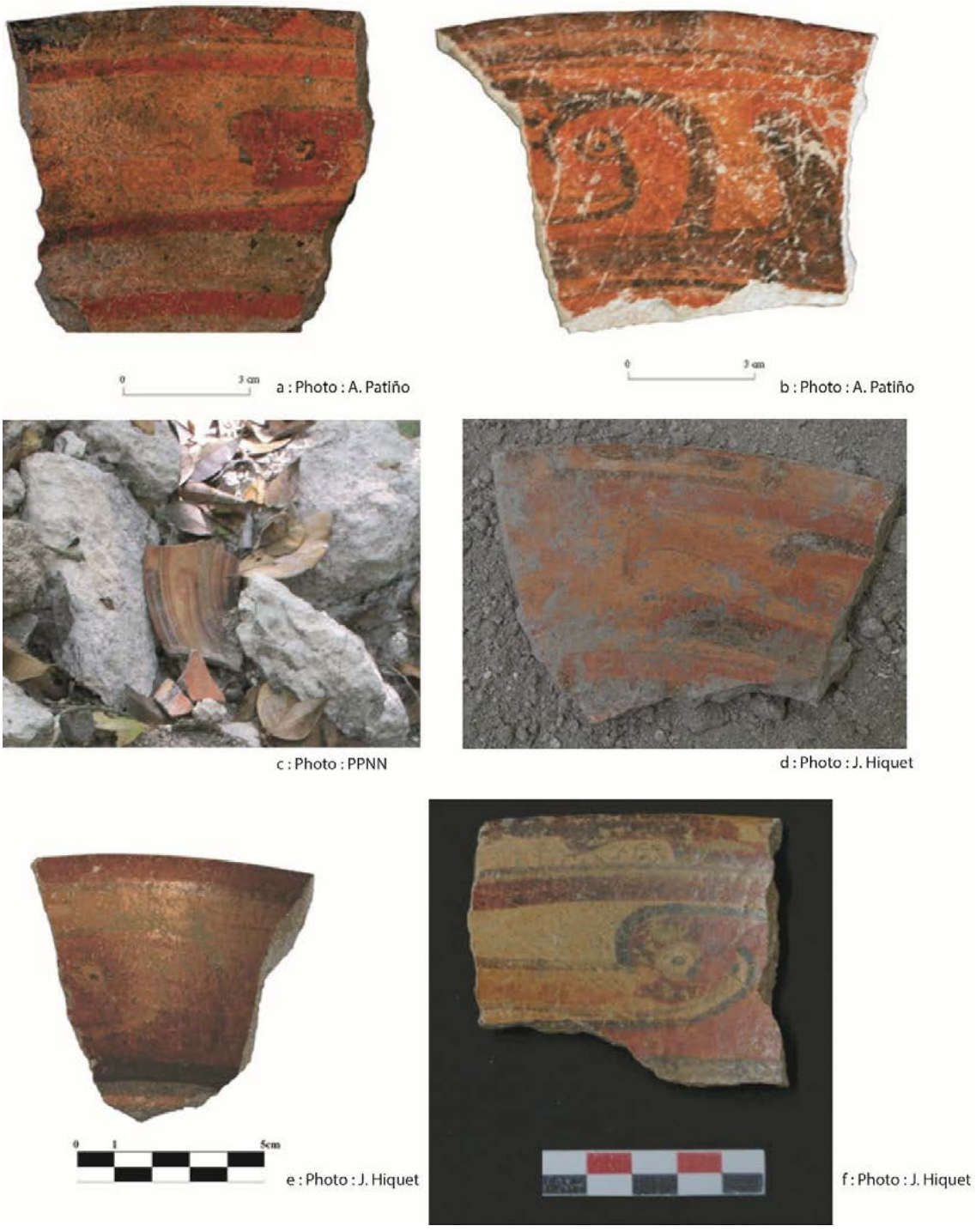


Figure 47. Exemples de tessons du type Dos Arroyos Naranja Policromo, var. sin especificar *#2 décorés d'un oiseau au long cou mis au jour à Naachtun.*



Figure 48. Tessons Balam III du type Saxché Naranja Policromo avec décoration anthropomorphe. Longueur approximative : 10 cm. Sondage 8, Unité résidentielle 6M22 (photo : J. Hiquet).

6.2.2.4 Question des vestiges d'origine et d'inspiration teotihuacane

Une autre spécificité de la céramique Balam III doit être évoquée : les vases cylindriques tripodes connaissent un certain nombre de modifications. Les supports ne sont plus seulement ajourés, mais ils peuvent également être pleins. Quant à la décoration de surface, il semblerait qu'à Naachtun, la décoration sur stuc de ces vases commence en Balam III. Néanmoins, le nombre d'exemplaires ayant conservé leur décor de stuc est encore trop réduit pour assurer pleinement la pertinence de cette remarque. Il est possible que les récipients Balam II aient également été stuqués, mais il s'agit d'une décoration d'une grande fragilité, qui ne laisse pas forcément de traces lors de sa dégradation. On trouve un exemplaire dans l'UE N15-4594, Sondage 68, UR 6M100 (Figure 49a), et un autre dans l'UE N13-1742, Sondage 8, UR 6M22 (Figure 49b). Notons tout de même qu'à Tikal, les vases cylindriques (stuqués ou non) ne font leur apparition que lors de la Phase Manik 3A (378/400-488/500 apr. J.-C.) (Laporte 1989, p. 140 ; Culbert 2003, p. 60), avant de disparaître dès Manik 3B (Laporte et Fialko 1987, p. 158), et que la décoration polychrome sur stuc est considérée comme diagnostique des récipients funéraires de Manik 3A (*ibid.*, p. 130). A Uaxactun, la décoration sur stuc n'apparaîtrait qu'en Tzakol 3, à partir de 450 apr. J.-C. (Laporte et Fialko 1987, p. 124). Dans un premier temps, la séquence du PAN comprenait une première sous-phase classique ancienne estimée à l'intervalle 297-378 apr. J.-C., avant une deuxième facette classique ancienne commençant en 378 apr. J.-C. et durant jusqu'à 554 (Walker 2013, pp. 109-110). Cette division en 378 n'était fondée que sur la séquence épigraphique régionale (le contenu de la Stèle 24 n'avait pas encore été déchiffré) (*ibid.*, p. 110). D'après Walker (*ibid.*, p. 110), le critère principal différenciant ces deux facettes est l'introduction des vases cylindriques tripodes (aux côtés de la céramique noire incisée).

Deux secteurs de la Zone résidentielle de Naachtun, assez proches l'un de l'autre, et tous deux clairement occupés en Balam III, se distinguent par la présence en grand nombre de vases cylindriques tripodes, même si, comme à Tikal, et au contraire de Yaxha (Culbert 2003, p. 60), on en trouve dans de nombreux secteurs du site, y compris dans des groupes résidentiels non élitaires. Il s'agit des Unités résidentielles 6L13 et 6L40. Dans la première, quatre récipients en excellent état de conservation, non

stuqués et dotés de supports ajourés, ont été récupérés dans une tranchée de pillage creusée à l'arrière de la Structure 6L-22 (Nondédéo, Michelet et Le Meur 2012). Le contexte exact de leur provenance est donc inconnu, ce qui complique leur datation, même si une ciste de grandes dimensions, dont le fond est creusé dans la roche-mère sous la Structure 6L-22 (Hiquet, Schwendener *et al.* 2016, p. 82), est le candidat le plus probable.



Figure 49. Fragments de couvercles de cylindres tripodes stuqués Balam III provenant de la Zone résidentielle de Naachtun.



Figure 50. Exemples de supports de cylindres tripodes ajourés ou non issus de l'UE N14-3723. Carreaux de 5 mm (Photos : J. Hiquet).

En ce qui concerne l'Unité résidentielle 6L40, un niveau (UE N14-3723, Sondage 38, Structure 6L-40) daté de Balam III ressemblant aux vestiges d'une plate-forme détruite (peut-être rituellement) contenait les tessons d'au moins six cylindres, probablement plus. Certains avaient des supports pleins, d'autre des supports ajourés (Figure 50).

Ce type de récipient et de décoration renvoie indéniablement à l'influence de Teotihuacan sur les Basses Terres, qui a déjà été évoquée. Il s'agit le plus souvent d'imitations locales de cette forme associée à Teotihuacan. La décoration sur stuc reprend parfois les couleurs (rouge/magenta, bleu-vert pâle) des vases teotihuacans, mais en les appliquant à des motifs mayas. Enfin, plus rarement, on trouve en zone maya des vases cylindriques importés du Mexique central. De fait, à Naachtun, c'est aussi dans des niveaux Balam III qu'ont été retrouvés tous les tessons de la Classe Orange mince, provenant de récipients fabriqués dans un territoire correspondant à l'actuel État de Puebla au Mexique central et distribués par Teotihuacan (Patiño 2014, p. 488). A l'heure actuelle, ce type de vestige reste toutefois quantitativement très limité, et n'a été retrouvé que dans deux unités résidentielles, 6L13 et 5N6 (Figure 6). Les tessons de l'Unité résidentielle 6L13, d'où proviennent également plusieurs vases tripodes inspirés de la céramique teotihuacane, comme on l'a précisé, correspondaient à un bol incisé (Figure 51c) et à un petit vase cylindrique avec une base renforcée et des supports en bouton de très petite taille. Dans l'Unité 5N6, il s'agit d'un appliqué anthropomorphe que l'on retrouve fréquemment dans les frises ornant la base des vases cylindriques de la phase Xolalpan à Teotihuacan (Figure 51a et Figure 51b).

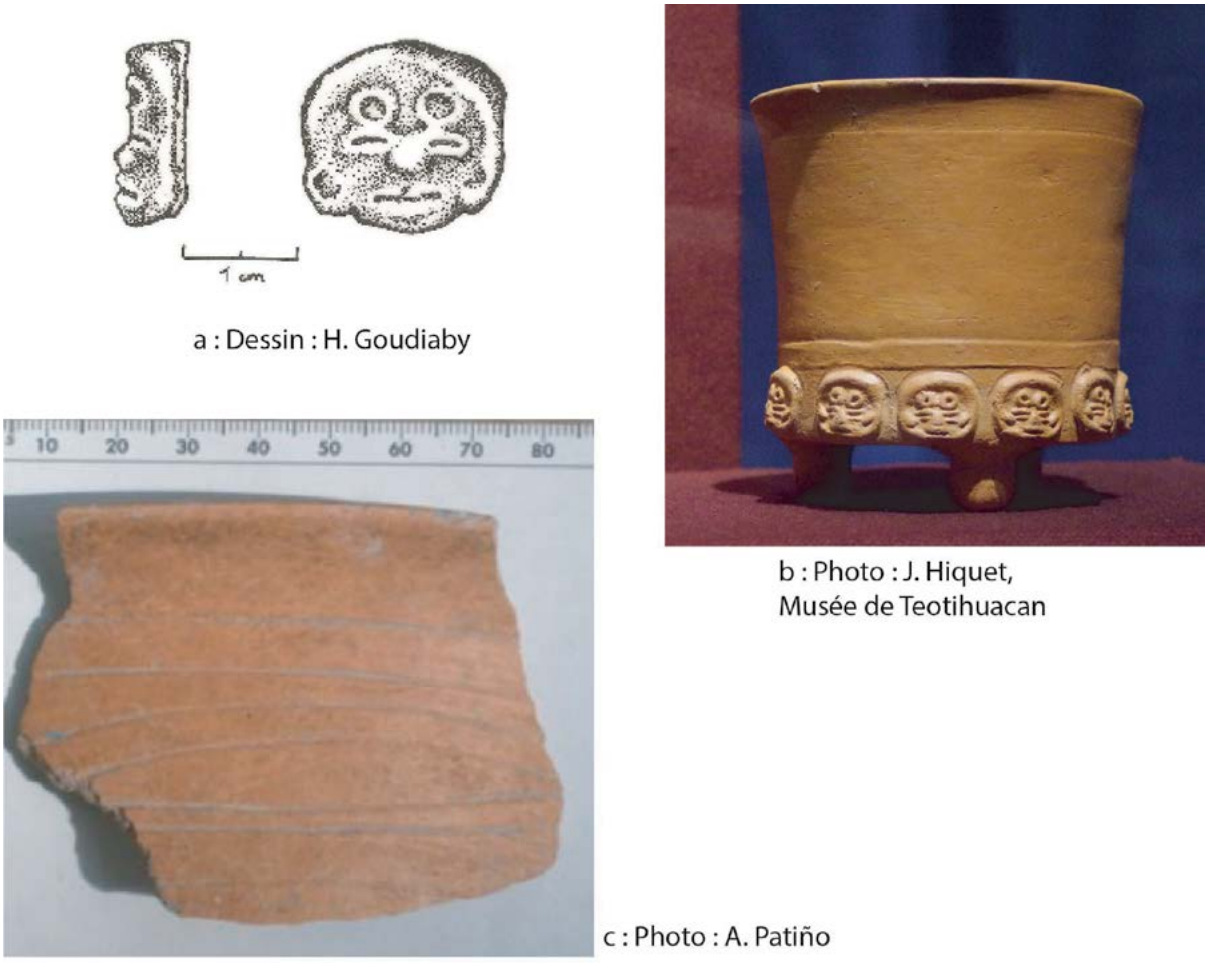


Figure 51. a et c : Exemples de tessons de Naachtun importés de Teotihuacan. b : récipient retrouvé à Teotihuacan, pour comparaison.

Notons, à ce propos, qu'une forte proportion des 137 fragments d'obsidienne verte de Pachuca (Figure 52) découverts à Naachtun provient de niveaux Balam III, même s'il en a aussi été trouvé dans les niveaux Balam II, voire Balam I (pour ce dernier cas, voir Sion 2019, p. 269). Elle est aussi couramment retrouvée dans les niveaux tardifs (fin du Classique récent et Classique terminal). L'association chronologique est compliquée par le fait que de très nombreux fragments proviennent des décombres de tranchées de pillage, et ne peuvent par conséquent pas être datés avec précision, même s'il est fréquent que les secteurs concernés soient occupés en Balam III. La question de la datation privilégiée de l'obsidienne verte à Naachtun reste à explorer, notamment d'un point de vue statistique.
D'autres minéraux retrouvés dans les tombes royales pillées du Classique ancien attestent de l'importation à Naachtun de matières premières dont la distribution pouvait passer par Teotihuacan, à l'image du mica, dont un fragment de plaque a été retrouvé dans les déblais du tunnel de pillage ayant atteint la sépulture associée à une étape sub (peut-être en *talud-tablero*) de la *Perdida* (Hiquet 2018, p. 37 ; voir également Nondédéo, Begel, Hiquet *et al.* 2022). Il est vrai que les plaques de mica étaient très prisées des élites teotihuacanes (voir les exemples présentés par Manzanilla *et al.* 2017), mais il faudra une analyse de ce fragment pour déterminer s'il provient réellement des gisements privilégiés par Teotihuacan ou d'un autre secteur du versant pacifique mésoaméricain (Rosales de la Rosa 2017), pas nécessairement contrôlé par Teotihuacan. Rosales de la Rosa (*ibid.*, pp. 67-68, 74) a remarqué que des

plaques de mica avaient été trouvées en contexte funéraire à Holmul, Uaxactun et Kaminaljuyu, autant de sites mayas parmi les plus étroitement associés à Teotihuacan. Toutefois, il rappelle aussi (2017), que le mica a été employé plus largement par les Mayas et ne constitue pas systématiquement un marqueur de contact avec Teotihuacan.

Un fragment de sceau représentant le glyphe calendaire (nom de jour) teotihuacan identifié comme « œil de reptile » (comparer la Figure 53 aux exemples réunis par Taube 2011, pp. 81-82) a été mis au jour en marge du Complexe ouest du Groupe B, à proximité du palais royal (Structure 5O-5). Le contexte de découverte est malheureusement peu propice à une datation précise dans la mesure où le sceau provient d'une tranchée de pillage ayant traversé un dépotoir placé à l'arrière (ouest) de la Structure 5O-76 du Patio 7. Même si un sondage (S10, Op.19, Nondédéo, Sion, Belches *et al.* 2011, p. 46) a été effectué à proximité, il n'a été possible que de confirmer l'existence d'une occupation avec construction au Classique ancien (pas de facette précisée) avant la construction de la Structure 5O-76. Tout au long de l'occupation du secteur, jusqu'au Classique terminal, un matériel abondant et varié a été rejeté à cet endroit.

Il semblerait donc qu'une majorité des artefacts liés à Teotihuacan mis au jour dans la Zone résidentielle date de la Sous-phase Balam III, même si des antécédents existent dès Balam II. Dans l'Épicentre monumental, l'influence teotihuacane se faut sentir dès Balam II : la construction des quelques structures sub en *talud-tablero* du site remonte à cette sous-phase. Cette distribution chronologique, que l'on retrouve dans certains sites voisins, est tout à fait explicable. D'une part, le moment au cours duquel l'interaction entre Teotihuacan et les Mayas fut la plus intense correspond à la transition entre Balam II et Balam III (voir la discussion sur ce sujet en Section 6.3). Il est donc normal que les matériaux en question appartiennent à l'une ou à l'autre de ces deux sous-phases. De plus, les élites royales de Naachtun étaient en contact, plus ou moins direct, avec des élites ou des représentants de Teotihuacan dès le IV^{e} siècle apr. J.-C., comme l'attestent la Stèle 24 et la Stèle 23, de 361 apr. J.-C., dont la série lunaire, très ancienne pour la région, témoigne déjà, selon Cases (communication personnelle à Nondédéo, 2019) d'une influence culturelle de la métropole mexicaine. Le fait que les objets portables se généralisent à l'ensemble de la population par la suite, une fois, par exemple, que des contacts commerciaux furent établis (ils peuvent avoir été indirects) semble donc représenter une dynamique normale. Laporte (1989 ; 2004) rapporte que le *talud-tablero* était bien présent à Tikal dès Manik 2, durant l'intervalle 300-378 apr. J.-C., alors que la céramique d'influence teotihuacane apparut en Manik 3 (Laporte 1989 ; Laporte 2004 ; Culbert 2003). Il en aurait été de même à Uaxactun, avec une apparition en Tzakol 3, à partir de 450 apr. J.-C. (Laporte et Fialko 1987, p. 124). Quant à l'emploi du *talud-tablero* à Tikal, il perdure en Manik 3 et même, quoique beaucoup plus rarement, jusqu'au début du Classique récent (Laporte 1989 ; Laporte 2003).

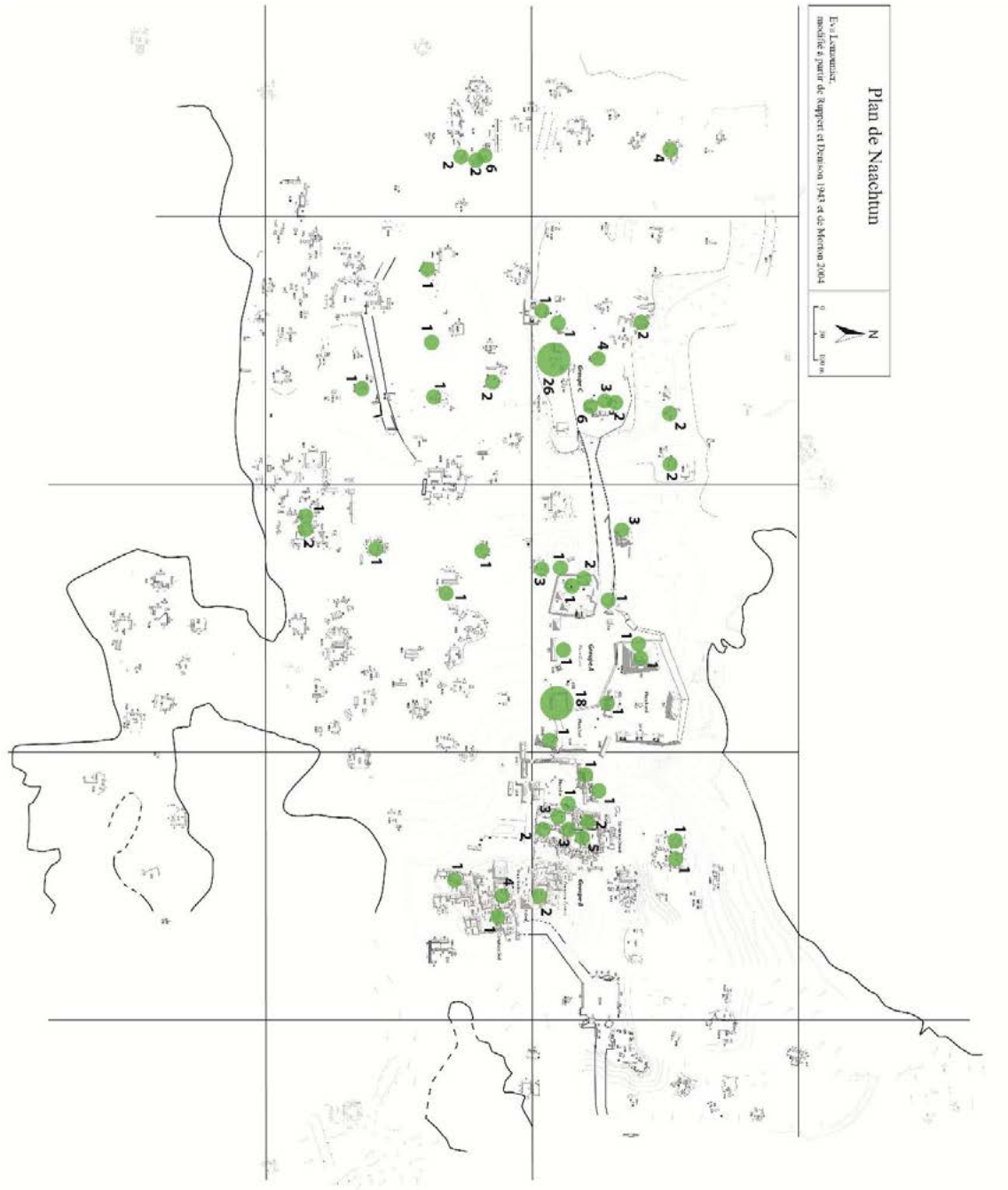


Figure 52. Secteurs de découverte d'obsidienne verte à Naachtun et nombre de fragments.



Figure 53. Sceau orné du glyphe Teotihuacan « œil de reptile ». (Photo : PPNN).

6.2.2.5 Difficultés d'identification de la céramique Balam III

Il faut reconnaître qu'au-delà des récipients polychromes, facilement reconnaissables, la distinction entre les assemblages Balam II et Balam III n'est pas toujours très clairement établie, ce qui pourrait expliquer, en partie, la moindre présence de contextes Balam III dans la séquence d'occupation du site. Il n'est pas totalement exclu que certains de ces contextes soient pris pour des niveaux Balam II. Par ailleurs, avant la saison 2014 du PPNN, la facette Balam III n'avait pas été fermement mise en évidence, et les assemblages comprenant des tessons polychromes des types *Dos Arroyos Naranaja Policromo var. sin especificar #2*, *Caldero Ante Policromo var. sin especificar* et *Saxché Naranja Policromo* étaient généralement datés du Classique récent. Patiño (2014, p. 489) avertissait d'ailleurs explicitement : les niveaux de la fin du Classique ancien ont pu être attribués au début du Classique récent avant cette saison 2014 (voir, par exemple, la présentation du type *Dos Arroyos Naranja Policromo, var. Sin esp. #2* dans la partie Classique récent du rapport céramique de la saison 2011 du PPNN, Patiño et Forné 2012, pp. 412-413). Le Sondage 7 de l'Opération II.2 (Alvarado Najarro et Cotom Nimatuj 2013, voir les Figures B.15 et B.16), pourrait illustrer cette tendance : à la consultation des types et modes céramiques présents dans l'UE N12-1257 (Tableau 18), attribuée au Classique récent, on s'aperçoit que ce matériel pourrait en réalité tout aussi bien être ramené à la fin du Classique ancien. En effet, seuls les tessons sans engobe ont été attribués à des types du Classique récent. Mais il s'agit pour la plupart de fragments de panse qu'il est en réalité compliqué d'assigner avec fermeté à une sous-phase classique plutôt qu'à une autre. Parmi les monochromes, les modes identifiés ne sont pas non plus exclusivement diagnostiques du Classique récent. Il s'agirait d'un changement d'autant plus tentant que des tessons Balam III ont été retrouvés à proximité d'une tranchée de pillage voisine de ce sondage : ce sont les seuls tessons identifiés pour cette

sous-phase dans l'Unité résidentielle 6N124 (Figure 47c). Cependant, dans la mesure où ce matériel n'a pas pu être analysé à nouveau, on se contentera pour l'instant d'accepter la datation proposée.
Il faut également déterminer si le même problème existe dans la séquence du PAN, qui a pu guider les premières analyses du PPNN, et dont la mise au point est évidemment antérieure à 2014. Il est possible que la facette Baats' (équivalent de Naachtun 5 dans la première version de la séquence du PAN) proposée par le PAN (Walker 2013, pp. 110-111) pour la transition entre le Classique ancien et le Classique récent (le terme de Classique moyen était d'ailleurs parfois employé, Walker et Reese-Taylor 2012), qui couvrirait l'intervalle 554-652 apr. J.-C., soit équivalente, dans certains cas, à l'assemblage Balam III tel qu'il est défini aujourd'hui (et non à Ma'ax I, comme la datation le suggèrerait). La définition de la facette Baats' était en tout cas encore mal maîtrisée selon Walker (2013, p. 111). Le seul contexte de mise au jour réellement contrôlée de matériel Baats' était le Réservoir du Groupe A (un secteur manifestement utilisé et aménagé en Balam III, comme on le verra par la suite). Le matériel en question était stratigraphiquement encadré par des niveaux contenant des assemblages purement Classique ancien et purement Classique récent. La description des quelques types et modes diagnostiques de cette facette par Walker (*ibid.*, p. 111) n'est, en tout cas, pas incompatible avec la description des critères diagnostiques de Balam III : c'est ainsi que les bols au bord légèrement recourbé vers l'intérieur et une décoration externe du type Saxché sont dits apparaître en Baats'. Rappelons que pour Patiño, l'apparition de ce type de récipient est caractéristique de Balam III (Patiño 2015, p. 21).
Cela n'est peut-être pas systématique, mais il est donc possible que dans certains cas (il s'agit principalement des analyses céramiques antérieures à 2014), des niveaux de la fin du Classique ancien aient été datés du début du Classique récent. Il s'agit là d'une discussion déterminante pour la compréhension des dynamiques politiques et démographiques de Naachtun. En effet, la datation de la construction de l'enceinte qui se trouve au cœur du Groupe A dépend en grande partie de collections de matériel correspondant exactement à cette céramique d'attribution complexe (voir, par la suite, la discussion consacrée au Complexe à enceinte dans la sous-section 6.4.5).

Tableau 18. Analyse de la céramique de l'UE N12-1257, Sondage 7 de l'Opération II.2, UR 6N124. Analyse par A. Patiño.

Type	Variété	Mode	Nombre de tessons
Rojo Duro Compacto	Manchas Ante	Panse	9
		Plat/bol	1
	Manchas Grises	Panse	1
		JA201263	1
	Rojo Duro	Panse	11
Café Duro Compacto	Sin Especificar	Panse	1
Encanto Estriado	Encanto	Panse	9
Cambio Sin Engobe	Cambio	Panse	1
		PL201211	1
		Base annulaire	1
Cambio/Encanto		MISC201204	4
Tinaja Rojo	Sin Especificar	Panse	9
Águila Naranja	Águila	Panse	4
		Plat/bol	1
		Angle en Z arrondi	1
		Bord non identifié	1
Balanza Negro	Balanza	Panse	2
		MISC201228	1
Polychrome érodé indéterminé		Panse	4
		Bourrelet basal	1
		Base annulaire	1
		Plat/bol	1

Indéterminé		JA201224	1
		PL201212	1
Petits tessons non identifiables			9
Total			79

6.2.2.6 Discussion des bornes chronologiques des sous-phases

La succession entre les trois facettes de la séquence céramique de Naachtun est tout à fait avérée par la stratigraphie et ne pose guère de problème. En revanche, l'assignation de bornes précises à ces facettes manque encore de solidité, et les limites chronologiques proposées par les céramologues sont parfois contestées. Il est accepté que la succession entre les différentes facettes se soit faite de manière progressive, avec un chevauchement entre la fin d'une facette et le début de la suivante. Les dates proposées ne servent donc que de repères, dans un cadre chronologique idéalement flexible, autorisant une certaine contemporanéité des différents assemblages. Même ainsi, l'ancrage des facettes pose problème, un problème partagé par la plupart des sites des Basses Terres (Laporte et Fialko 1987, p. 123 ; Culbert 2003, p. 58).
La borne qui suscite le plus de discussions est celle qui se trouve à la limite entre Balam II et Balam III, deux sous-phases aux dynamiques nettement opposées. Les bornes de Balam I, en comparaison, posent beaucoup moins de problème. En revanche, Balam II est une sous-phase étonnamment brève quand on considère l'abondance de vestiges qui nous sont parvenus, alors que Balam III est plus longue, mais bien moins présente dans le registre archéologique de Naachtun. La question qui se pose consiste à savoir si (+/-) 400 apr. J.-C. est une date acceptable pour la transition entre les deux facettes, ou si l'on peut la reculer dans le temps, ou même, éventuellement, l'avancer. Faut-il considérer que les événements de 378 apr. J.-C., fréquemment rapportés dans le registre épigraphique des Basses Terres, ont pu constituer un point de basculement dans la culture matérielle ? Il faut, dans ce cas, se pencher sur l'aspect social d'un tel changement : a-t-il concerné au même moment les élites politiques et économiques et le reste de la population ? Il ne semble pas improbable que les changements soient intervenus plus tard chez les gens du communs que chez les élites. Peut-on, au contraire, allonger Balam II jusqu'à la première moitié du V^{e} siècle, en supposant que la *Entrada* n'a pas occasionné de changement dans la culture matérielle ? Il est sans doute vain de chercher une date charnière à partir de laquelle la culture matérielle de l'ensemble de la population basculerait dans la nouveauté, c'est pourquoi 400 apr. J.-C. constitue sans doute un bon compromis, devant être considéré comme tel, et non de quelque autre manière. On verra par la suite (Section 6.3) que les prémices du changement entre Balam II et Balam III sont perceptibles dès 378 apr. J.-C., mais que le matériel Balam II a également continué à être employé à une date avancée du V^{e} siècle.
La comparaison avec les séquences d'autres sites voisins, même si elle ne résout pas complètement le problème, peut s'avérer utile. A Tikal, il apparaît que le critère majeur de distinction entre les facettes du Classique ancien était bel et bien le matériel d'inspiration teotihuacane. Ainsi, une distinction était établie (Coggins 1975) entre Manik 3A, couvrant l'intervalle 378-488 apr. J.-C. et Manik 3B (488-550 apr. J.-C.). La première partie de la Sous-phase Manik 3 était supposée correspondre à l'apogée de l'influence teotihuacane à Tikal, et avoir pour élément diagnostique les vases cylindriques tripodes (Laporte et Fialko 1987, p. 157 ; Culbert 2003, p. 60). Manik 3B, en revanche, correspondrait au retour à un répertoire plus traditionnel, exempt d'influences extérieures et formant déjà la transition avec la céramique du Classique récent (Laporte et Fialko 1987, p. 157). Dans un premier temps, le passage de Manik 2 à Manik 3A était placé en 378 apr. J.-C. essentiellement sur des bases épigraphiques : on faisait correspondre la

généralisation des vestiges céramiques liés à Teotihuacan dans le registre archéologique de Tikal à la *Entrada.* Laporte et Fialko *(ibid.,* p. 157) déplaçaient ensuite la borne à 400, parce que ce serait à ce moment qu'apparaîtraient les éléments exogènes dans la céramique. Ils considéraient aussi (*ibid*., p. 139) que les tombes de Yax Nuun Ayiin I (décédé en 404 apr. J.-C.) et de Siyaj Chan K'awiil II (décédé en 456 apr. J.-C.) ne pouvaient appartenir à la facette Manik 2, puisqu'elles contenaient des vases cylindriques tripodes et des récipients stuqués.
On pourrait trouver réducteur de fonder la division entre les facettes Manik 2, 3A et 3B à la seule influence teotihuacane sur le matériel funéraire royal de Tikal, au détriment de la céramique utilisée par la grande majorité de la population. On verra toutefois dans la prochaine section sur les datations par carbone 14 que, même si l'introduction du *talud-tablero* et celle de l'obsidienne verte sont très probablement antérieures à 378, à Tikal comme à Naachtun, il est tout de même probablement légitime de placer une borne entre facettes à cette date. En effet, pour affermir le cadre chronologique proposé par les céramologues, il a été procédé à plus d'une vingtaine de datations par radiocarbone. Le résultat de leur traitement est exposé dans la section suivante.

6.3 Séquence des datations par radiocarbone et traitement bayésien

Vingt-quatre datations par radiocarbone ont été effectuées sur des contextes du Classique ancien et Préclassique récent de Naachtun, depuis les études du PAN (et d'autres échantillons sont actuellement en cours de datation). Tous les âges BP donnés par les laboratoires ont été calibrés grâce au logiciel Chronomodel (Lanos *et al.* 2016), avec la courbe IntCal 13, à l'exception de cinq dates du PAN, pour lesquelles la calibration, déjà relativement ancienne, est aujourd'hui perfectible. Toutefois, comme ces dates ne sont publiées que sous leur forme calibrée, sans mention de l'âge BP (Walker et Reese-Taylor 2012, p. 15), il n'a pas été possible de procéder à une nouvelle calibration. Toutes les dates sont présentées par la suite. Dans Chronomodel les dates sont exprimées sous la forme de région HPD : *Highest Posterior Density*, qui regroupe la ou les régions (pas nécessairement contiguës) de la courbe au sein desquelles la date réelle a le plus de chances de se trouver (Vibet *et al.* 2016, p. 53). Dans Chronomodel, la région HPD est exprimée, par défaut, à 95 %, un taux qui peut être modifié par l'utilisateur, mais qui sera utilisé dans les présentations des données.

6.3.1 Contextes datés et leur âge BP

6.3.1.1 Phase Kutz'

Un seul contexte dont la céramique datait clairement du Préclassique récent a fait l'objet d'une datation. Il s'agit d'un paléosol de l'Unité résidentielle 6M64 (UE N14-3704, Sondage 31). L'âge de l'échantillon est de 2 250 ans +/- 30 BP, ce qui donne pour région HPD à 95 % les intervalles 392-347 av. J.-C. (31 %) et 317-207 av. J.-C. (64 %), un moment ancien y compris au sein de la phase Kutz'.

6.3.1.2 Sous-phase Balam I

Le Dépôt 28 est associé au premier remblai au pied de la Structure 6L-22 (Sondage 54). La céramique du remblai comme celle du dépôt présente des modes transitionnels, typiques, pour les uns, du Préclassique récent, et du Classique ancien pour les autres. L'échantillon daté a donné un résultat quelque peu surprenant, avec un âge de 2 265 +/- 30 BP, ce qui donne une région HPD à 95 % comprise dans les intervalles 397-350 av. J.-C. (44 %) et 306-209 av. J.-C. (51 %). On attendait pour ce dépôt une date correspondant à Balam I, mais le charbon daté semble donc remonter au Préclassique récent.
Un autre contexte pourrait dater de la transition entre le Préclassique récent et le Classique ancien. Il s'agit du troisième sol situé au nord du Complexe à enceinte. L'échantillon provient d'une fouille du PAN (Arredondo Leiva 2005, p. 65 ; Walker et Reese-Taylor 2012, p. 15), raison pour laquelle la céramique n'a pas été analysée à l'aune des critères plus récemment proposés pour la construction de la séquence

de Naachtun. L'échantillon a donné une date comprise entre 20 et 220 apr. J.-C., avec un intervalle de probabilité de 95 %. Des fouilles postérieures (Morales-Aguilar 2014b) effectuées de l'autre côté de l'enceinte (au nord) ont révélé des niveaux de construction Balam I.
Les niveaux d'argile, d'origine encore indéterminée, déplacée dans les zones hautes de l'épicentre et de son pourtour sont diagnostiques de la sous-phase Balam I. Un échantillon de charbon a été prélevé dans une de ces couches (UE N14-2676) (Morales-Aguilar 2014b) à l'aplomb de l'escalier de la Structure XV, dont la construction remonterait à la Sous-phase Balam II. Deux datations ont pu être faites sur l'échantillon : elles ont été combinées sur Chronomodel. Le premier échantillon donnait un âge de 1 787 +/- 22 ans, avec une région HPD à 95 % comprenant les intervalles de 138 à 201 apr. J.-C. (19 %), 206 à 261 apr. J.-C. (47 %) et 278 à 327 apr. J.-C (29 %). Le deuxième échantillon donnait un âge de 1 769 +/- 19, soit une région HPD à 95 % de 221 à 334 apr. J.-C. La combinaison de ces deux dates dans Chronomodel (Vibet *et al.* 2016, p. 7) donne un âge de 1 776,69 +/- 14,38, pour une région HPD à 95 % comprise dans les intervalles 216-263 apr. J.-C. (47 %) et 275-329 apr. J.-C (48 %). Cette datation, particulièrement précise compte tenu de la période, correspond parfaitement à l'intervalle suggéré par la séquence céramique pour Balam I, même s'il est vrai que ce contexte de dépôt secondaire de matériaux n'est pas idéal pour la datation par carbone 14.
Dans l'Unité résidentielle 6L40, un paléosol associé à de la céramique Balam I a aussi été daté (UE N14-3733, à l'aplomb de la Structure 6L-40, Sondage 38). Un âge de 1 770 +/- 30 ans BP a été obtenu, ce qui donne une région HPD à 95 % comprise dans les intervalles 139-198 apr. J.-C. (9 %) et 207-344 apr. J.-C. (86 %).
Un autre paléosol Balam I (Unité résidentielle 6M18, Sondage 64, UE N15-4588, Figures B.171 et B.173) a donné le même âge de 1 770 +/- 30 BP, pour une région HPD à 95 % comprise dans les intervalles 139-198 apr. J.-C. (9 %) et 207-344 apr. J.-C. (86 %).

6.3.1.3 Sous-phase Balam II

La date la plus ancienne pour un contexte Balam II concerne un dépôt de céramique, obsidienne, poinçons de silex et charbon sur la roche-mère (Sondage 16, Unité résidentielle 6M74, UE N13-2520, Figure 54). La céramique est tout à fait diagnostique de cette sous-phase, avec, en particulier, un tesson de grande taille provenant d'un plat tripode ou tétrapode du type *Caldero Ante Policromo* avec bourrelet basal long. Ce dépôt correspond peut-être au début de la construction dans le secteur. Un charbon de bois de pin a donné un âge de 1 770 +/- 30 BP, identique aux deux derniers échantillons Balam I mentionnés. La région HPD à 95 % est donc, encore une fois, comprise dans les intervalles 139-198 apr. J.-C. (9 %) et 207-344 apr. J.-C. (86 %). Si le charbon est bel et bien contemporain du dépôt, alors celui-ci remonte probablement au début de la sous-phase Balam II. Cet échantillon se distingue en tout cas clairement des autres contextes Balam II par son ancienneté.



Figure 54. Dépôt Balam II sur la roche-mère, Unité résidentielle 6M74. (Photo : J. Hiquet).

Le remblai du Sol 5 au sud du Complexe à Enceinte, sur lequel a été construite la Structure VIII Sub (Alvarado Najarro 2013) a été daté par le PAN de l'intervalle 220-400 apr. J.-C. (probabilité à 95 %), un intervalle qui recouvre potentiellement les sous-phases Balam I et Balam II. Toutefois, les commentaires de Walker et Reese-Taylor (2012, pp. 38-51) tendent à suggérer que la céramique associée daterait de Balam II.

La deuxième datation du PAN ayant donné un résultat pour Balam II pose quelques problèmes. Le charbon daté était inclus dans la matrice d'une niche aménagée dans le remblai du soubassement de la Structure Id, à proximité de la Stèle 26, enterrée dans ce remblai au début du Classique récent suite à son déplacement de son contexte originel. La reconstitution des événements telle que proposée par Walker et Reese-Taylor *(ibid.)* manque encore de clarté, étant donné que le contexte a été pillé. Le résultat obtenu (probabilité à 95 %) est l'intervalle 230-410 apr. J.-C. Quand bien même ce résultat correspond à l'intervalle généralement admis pour la sous-phase Balam II, dater par radiocarbone un remblai pose de réels problèmes méthodologiques : on peut toujours considérer que le charbon n'a pas été brûlé à l'occasion de la construction, et qu'il lui est antérieur.

Toujours dans le cadre des structures monumentales du Groupe C, un épais remblai englobant la base de plusieurs édifices de l'acropole funéraire (Structure V) a été daté. Les mêmes réserves méthodologiques que pour la datation du remblai du soubassement de la Structure I s'appliquent dans ce cas, même si les deux échantillons datés provenaient de deux concentrations bien délimitées dans le

remblai (Nondédéo, Begel et Rodas 2018, p. 402). Ce remblai a été mis au jour par deux fouilles contiguës, la Tranchée 5 (où il correspond à l'UE N17-7037) et la Tranchée 6 (où il correspond à l'UE N17-7035). L'échantillon N17-7035 a donné un âge de 1 735 +/- 30 ans BP, pour une région HPD à 95 % comprise entre 240 et 384 apr. J.-C. Quant à l'échantillon N17-7037, l'âge obtenu est de 1 650 +/- 30 BP, avec une région HPD à 95 % comprise entre 265 et 273 apr. J.-C. (1 %), 331 et 432 apr. J.-C. (85 %), 460 et 465 apr. J.-C. (1 %) et 489 et 532 apr. J.-C. (8 %). Traité sur Chronomodel, cet « *Event* » (Vibet *et al.* 2016, 1 : il ne s'agit pas de la combinaison de deux datations effectuées sur un seul échantillon) a pour région HPD à 95 % l'intervalle 246-447 apr. J.-C. et pour Mode A Posteriori (*ibid.*, p. 57) 368 apr. J.-C. Il ne fait aucun doute que la céramique contenue dans ce remblai datait du Classique ancien. Toutefois, l'attribution à une sous-phase précise ne fait pas l'objet d'un consensus. Pour Perla et Sion (2018, p. 219), le remblai date de la Sous-phase Balam III. On considère, ici, que les critères invoqués ne sont pas suffisants pour une telle datation, et l'on préfère une attribution de la fin de la Sous-phase Balam II. Ainsi, la décoration des tessons de plat du type *Caldero Ante Policromo* présentés par Perla et Sion *(ibid.,* p. 252, Fig. 6c) n'est pas réellement typique des décorations en face interne diagnostiques de la facette Balam III, mais ressemble plus aux frises présentes sur le bord de la face interne des plats polychromes de la facette Balam II. Il est vrai que ce plat semble très ouvert : peut-être s'agit-il d'un contexte transitionnel ? Les deux datations effectuées pourraient renforcer cette dernière interprétation, pour autant que les charbons soient contemporains de la construction, sans toutefois écarter ni l'hypothèse Balam II, ni l'hypothèse Balam III (auquel cas, il s'agirait du début de cette sous-phase).
Le Dépôt 22 (Sondage 48, Unité résidentielle 6L13, UE N14-3799, Figure 55) était composé par au moins 21 bols monochromes, quelques lames prismatiques d'obsidienne, des os d'animaux et du charbon. Il était inclus dans le premier remblai du secteur, sur la roche-mère. Le remblai était, par ailleurs, riche en tessons diagnostiques de la facette Balam II. Un échantillon de charbon a donné un âge de 1 685 +/- 30 ans BP, soit une région HPD (à 95 %) correspondant aux intervalles 258-296 apr. J.-C. (13 %) ou 321-418 apr. J.-C. (82 %).



Figure 55. Détail du Dépôt 22, Unité résidentielle 6L13. (Photo : J. Hiquet).

Un autre dépôt de tessons très diagnostiques de Balam II a été daté (Sondage 29, Unité résidentielle 6M53, UR N14-3757). Dans ce cas précis, la nature exacte du dépôt n'a pas pu être déterminée, parce qu'il se situait à l'extrémité de la fouille, dans un secteur de surface très limitée, mais il s'agit manifestement d'un dépôt de charbon et de tessons polychromes de belle qualité dans une matrice cendreuse remplissant une intrusion dans un sol de stuc, rebouchée par une couche de mortier. L'âge obtenu est de 1 670 +/- 30 ans BP, ce qui donne une région HPD à 95 % comprise entre 258 et 284 apr. J.-C. (6 %) et 322 et 426 apr. J.-C. (89 %).
Un dernier dépôt rituel remontant à Balam II a été daté. Il s'agit du Dépôt 48 (Figure 56), un dépôt intrusif composé de deux paires de plats (diagnostiques de la facette Balam II) mis bord à bord, contenant chacune un crâne humain (ou des éléments de crâne humain, il est difficile de préciser étant donné la très mauvaise préservation du contenu). La fosse qui abritait ce dépôt a été creusée dans le sol de stuc associé à l'étape principale de la plate-forme orientale du Groupe de Type E (Structure XXIII), puis rebouchée par une couche de mortier très riche en charbon. C'est cette réparation (UE N17-7246, Sondage 28 de l'Opération II.1, Figure 57) qui a été datée. L'âge obtenu est de 1 650 +/- 30 ans BP, soit une région HPD à 95 % comprise entre 265 et 273 apr. J.-C. (1 %), 331 et 432 apr. J.-C. (85 %), 460 et 465 apr. J.-C. (1 %) et 489 et 532 apr. J.-C. (8 %). Les deux intervalles les plus récents sont trop tardifs pour être acceptables (le dépôt est recouvert par un remblai de construction Balam II qui constitue un *terminus ante quem*), ce qui limite le choix aux deux premières options, sachant que la première est statistiquement très improbable. Notons aussi qu'il s'agit du même intervalle que dans le cas du deuxième échantillon du remblai de la Structure V.

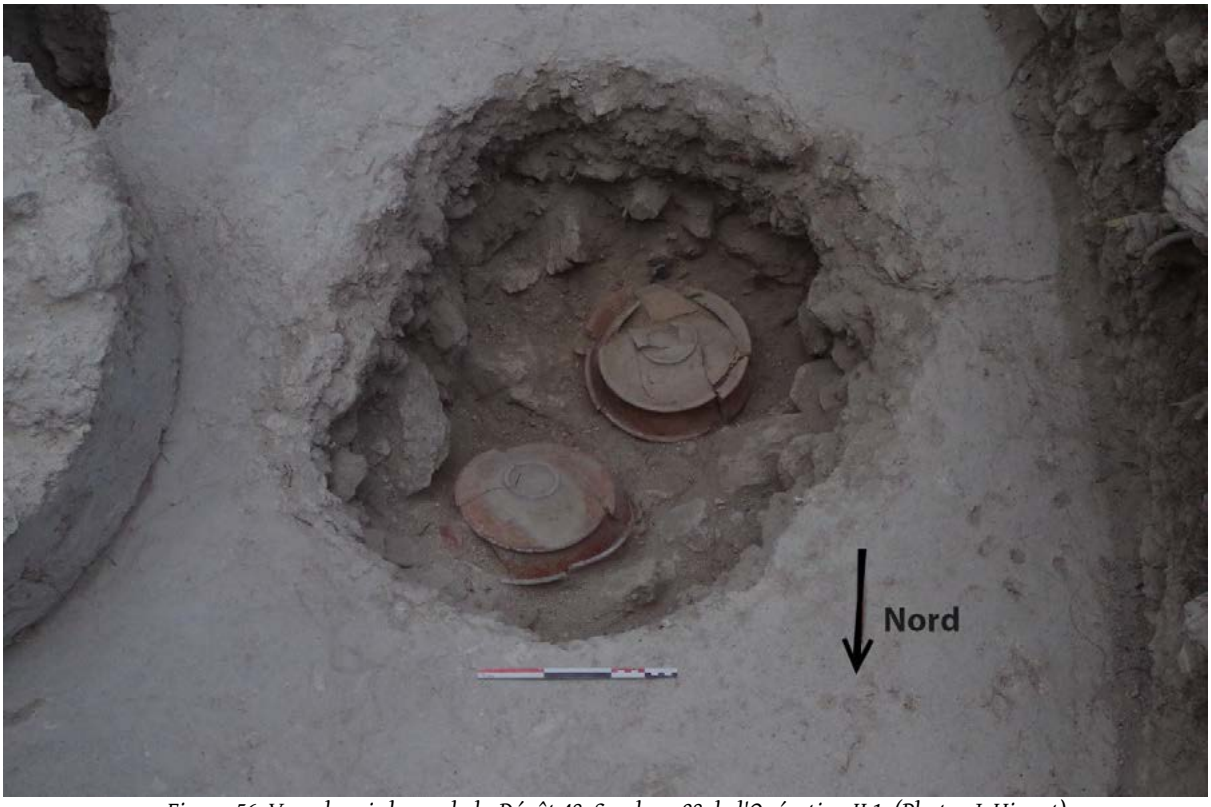


Figure 56. Vue, depuis le nord, du Dépôt 48, Sondage 28 de l'Opération II.1. (Photo : J. Hiquet).

Une sépulture de la Zone résidentielle datant du Classique ancien, peu conforme aux pratiques funéraires généralement suivies à Naachtun, a été datée à l'initiative de Goudiaby (communication personnelle, 2019). Il s'agit de la Sépulture 86, mise au jour par le Sondage 62 de l'Opération II.2 bis, ouvert dans l'Unité résidentielle 6M64 (Figure 57). Il était impossible de déterminer à partir de l'analyse

céramique combinée à la stratigraphie si cette tombe remontait à Balam II ou Balam III. Le récipient qui recouvrait la tête du défunt, à la forme relativement inhabituelle (il s'agit d'un grand bol monochrome à base annulaire, sans bourrelet basal, Figure 57b), semble plutôt appuyer une datation de Balam II (par la longueur et la verticalité des parois) sans exclure totalement la possibilité d'une attribution à Balam III. De fait, l'âge radiocarbone n'exclut définitivement aucune des deux facettes, même si Balam II semble plus probable. Il est de 1 680 +/- 20 ans BP, soit une région HPD à 95 % comprise dans les intervalles 265-273 apr. J.-C. (2 %) ou 331-412 apr. J.-C. (93 %). Le Mode A Priori se trouve en 386, la moyenne en 366 et la médiane en 369 apr. J.-C., autant de dates pouvant correspondre à la transition entre Balam II et Balam III, comme on le verra par la suite.



a : Vue de la Sépulture 86 (Photo : H. Lacomme)



b: Récipient de la Sépulture 86 (Photo : J. Hiquet)

Figure 57. La Sépulture 86.

6.3.1.4 Sous-phase Balam III

La seule datation pour un contexte remontant à Balam III proposée par le PAN concerne le remblai du troisième sol (lot 4) rencontré dans le Sondage G de l'opération I. Ce sondage a été ouvert à l'extérieur de l'angle sud-ouest du Complexe à enceinte (Rangel 2005). La réserve habituelle sur la pertinence de dater les remblais par radiocarbone peut être émise ici. Quoi qu'il en soit, l'intervalle de probabilité à 95 % pour cette date se trouve entre 420 et 610 apr. J.-C. Notre analyse de la céramique de ce niveau confirme bien une attribution à Balam III.
Toujours en lien avec le Complexe à enceinte, l'un des nombreux dépôts rituels associés à la base de la muraille a été daté. Il s'agit du Dépôt 18, remontant probablement à Balam III. Le Dépôt 18 est un foyer intrusif (UE N14-2135), creusé dans le Sol 4 à l'intérieur de l'angle sud-ouest du Complexe à enceinte (Figure 60). L'enceinte a été construite sur ce sol, qui pourrait en réalité correspondre au sommet d'une plate-forme selon les données obtenues par Nondédéo (2014, p. 358). Le foyer est probablement postérieur à la construction de l'enceinte, même si aucune relation stratigraphique directe n'existe. On peut toutefois supposer que le dépôt, qui n'était pas scellé, a été effectué peu avant la construction du Sol 3, qui vient, lui, au contact de la partie inférieure du mur d'enceinte. L'âge obtenu pour ce foyer est de 1 600 +/- 30 ans BP, ce qui donne une région HPD à 95 % comprise dans l'intervalle 400-538 apr. J.-C.
La céramique du remblai du Sol 3 est mal datée. Quelques tessons de la facette Balam II ont pu être identifiés, mais la majorité appartient au Classique ancien, sans qu'il soit possible d'affiner l'analyse. En réalité, la céramique retrouvée dans ce contexte n'est ni très diagnostique, ni abondante. Les fouilles antérieures effectuées en relation avec l'enceinte (Arredondo Leiva 2010) suggèrent tout de même une construction tardive au sein du Classique ancien, voire à la transition avec le Classique récent. Une datation de Balam III semble la plus probable pour ce contexte, d'autant plus que des tessons de cette facette ont été retrouvés dans les niveaux immédiatement supérieurs du même sondage.
Deux niveaux successifs remontant à Balam III ont été datés dans l'Unité résidentielle 6N60 (Sondage 12 de l'Opération II.2 bis). L'UE N13-1782 est un niveau d'occupation riche en matériel (céramique, lithique, charbon, ornement de pierre verte) sur un sol construit en Balam II. Des tessons Balam III étaient déjà présents dans ce niveau qui pourrait dater du tout début de cette sous-phase. L'âge obtenu est de 1 650 +/- 30 ans BP, soit une région HPD à 95 % comprise entre 265 et 273 apr. J.-C. (1 %), 331 et 432 apr. J.-C. (85 %), 460 et 465 apr. J.-C. (1 %) et 489 et 532 apr. J.-C. (8 %). On ne peut donc pas écarter que le charbon daté remonte en réalité à Balam II. Un nouveau sol stuqué a été construit par-dessus le niveau N13-1782. C'est le niveau de matériel qui se trouve sur ce sol qui a été daté. Il s'agit de l'UE N13-1780, qui contenait de la céramique, du charbon, des outils et fragments de silex et d'obsidienne ainsi que des os d'animaux. L'âge pour l'échantillon daté est de 1 575 +/- 30 ans BP, ce qui donne une région HPD à 95 % comprise dans l'intervalle 407-558 apr. J.-C.
Goudiaby (2018, p. 211) a daté un charbon provenant d'un probable rite impliquant la combustion d'une structure résidentielle de l'Unité 5N6 au cours de la sous-phase Balam III, comme en témoignent les tessons d'un même récipient dispersés sur l'ensemble de la surface du niveau d'incendie. L'âge obtenu pour un charbon de l'un des multiples foyers identifiés est de 1 615 +/- 30 ans BP, ce qui donne une région HPD à 95 % comprise dans l'intervalle 388-536 apr. J.-C.
La Sépulture 47 (UE N14-3795, Sondage 48, Structure 6L-21 de l'Unité résidentielle 6L13) était incluse entre deux remblais datés de Balam III par la céramique. Le remblai dans lequel fut aménagée la ciste contenait quelques tessons de céramique orange mince ainsi qu'un fragment d'obsidienne verte de Pachuca, autant de témoignages de l'expansion commerciale de Teotihuacan au cours du Classique ancien. L'âge obtenu sur un charbon de *fabaceae* directement associé à cette sépulture d'enfant est de 1 555 +/- 30 ans BP, ce qui donne une région HPD à 95 % comprise entre 422 et 567 apr. J.-C.
Un dépôt de céramique polychrome de belle qualité appartenant à la facette Balam III, associée à d'abondants charbons ainsi qu'à des os d'animaux (principalement de cervidés) et des outils de pierre taillée et polie se trouve au cœur de la structure 6M-100 (UE N15-4596, Sondage 68). La construction de ce soubassement date également de la sous-phase Balam III. Le niveau de matériel a été interprété, de manière très préliminaire, comme les possibles restes d'un banquet en lien avec la construction, même

si seules des fouilles plus extensives permettraient d'en savoir plus sur les caractéristiques de ce dépôt de matériel. Il semblait en tout cas s'agir d'un contexte plus favorable à une datation que le volumineux remblai qui le recouvre. L'âge obtenu, sur un fragment de charbon de *fabaceae*, est de 1 550 +/- 30 ans BP, ce qui donne une région HPD à 95 % comprise entre 424 et 573 apr. J.-C.
L'Unité résidentielle 6M22 a connu des modifications architecturales substantielles à la fin du Classique ancien avec la construction d'un imposant soubassement servant de plate-forme à quatre structures de très grandes dimensions. Le Sondage 12 de l'Opération II.2 a été effectué dans ce soubassement, et un foyer (UE N13-1476) a été mis au jour dans le remblai qui recouvre complètement plusieurs structures sub. La céramique retrouvée dans le remblai appartient à la facette Balam III, et l'âge obtenu est récent au sein de la sous-phase, puisqu'il est de 1 485 +/- 30 ans BP. La région HPD à 95 % correspondante comprend l'intervalle 476-483 apr. J.-C. (1 %) et surtout 536-645 apr. J.C. (94 %).
Un dernier contexte pourrait éventuellement remonter à la toute fin de Balam III, même si une date du début du Classique récent est plus probable. Il s'agit de la Sépulture 53 de l'Unité résidentielle 5N6, datée dans le cadre des travaux de Goudiaby. Cette sépulture, dans laquelle avaient été déposés des récipients typiques de la transition entre le Classique ancien et le Classique récent, semble en quelque sorte constituer un élément fondateur de l'unité dans sa version classique récente, rompant avec ses antécédents du Classique ancien (Goudiaby 2018, p. 212). L'âge obtenu à partir d'un échantillon d'ossement est de 1 440 ans +/- 25 BP. La région HPD à 95 % correspond au court intervalle 575-651 apr. J.-C.
Grâce à une sélection aussi rigoureuse que possible des contextes et échantillons à dater, la majorité des datations récentes effectuées à Naachtun a donné des résultats satisfaisants, et très cohérents avec les bornes proposées pour les facettes par les céramologues du projet. Une minorité de datations sont surprenantes dans la mesure où le Mode A Posteriori se trouve hors des bornes attendues, mais l'intervalle HPD à 95 % reste tout de même plausible. Seule une date est probablement très antérieure au contexte daté, il s'agit de celle du Dépôt 28, que la céramique oblige à dater du début du Classique ancien mais que la datation par radiocarbone placerait avant la fin du III^{e} siècle av. J.-C., ce qui est un âge bien trop reculé quand on considère la céramique associée.

6.3.2 Bornes des sous-phases du Classique ancien

Le traitement statistique bayésien des datations obtenues par radiocarbone est pratiquement devenu une étape indispensable dans la construction des séquences. Il permet, par rapport à un traitement fréquentiste plus classique, de réduire de manière significative l'imprécision des datations, par l'introduction dans le calcul d'informations *a priori*, souvent d'ordre stratigraphique. Il a été pratiqué sur des séries importantes de dates à Uxbenka (Culleton *et al.* 2012) ou encore à Ceibal (Inomata, Triadan, MacLellan *et al.* 2017) ou même, avec des objectifs différents, à l'échelle des Basses Terres (Ebert *et al.* 2017). En ce qui concerne Naachtun, nous avons mené un traitement statistique visant à préciser les bornes des différentes sous-phases, grâce au logiciel Chronomodel. Il consiste à déterminer le début, la fin et la durée des sous-phases à partir des différentes datations disponibles. Pour ce faire, seules les datations de contextes placés sans ambiguïté dans la séquence chrono-céramique (c'est-à-dire dont la sous-phase est connue) ont été utilisées dans la modélisation.
Les datations (Tableau 19) correspondent aux « *events*[132] » (Vibet *et al.* 2016, p. 1) : ce sont des faits ponctuels (et donc sans durée) comme peuvent l'être le décès d'un individu, un foyer, la combustion d'un four à chaux ou bien la construction d'un remblai (ce dernier cas pose souvent, en pratique, des problèmes méthodologiques qui font qu'il est souhaitable de ne l'envisager qu'en dernier recours). Dans des cas exceptionnels, les « *events* » peuvent regrouper plusieurs datations, qu'il s'agisse d'un même échantillon ayant fait l'objet d'une datation multiple dont les résultats sont combinés (cas du niveau d'argile N14-2676) ou des datations de plusieurs échantillons différents appartenant au même niveau

132 Afin d'éviter de potentielles sources d'ambiguïtés terminologiques, on emploiera la terminologie anglophone de Chronomodel dans cette section.

(cas du remblai N17-7035/N17-7037 de la Structure V). Lorsque cela est possible, une contrainte stratigraphique (*ibid.*, p. 10) est établie entre deux « *events* ». Tous les « *events* » dont la place dans la séquence céramique est bien connue sont versés dans une « *phase* » (*ibid.*, p. 10) correspondant à leur sous-phase céramique respective. Cette terminologie, pour laquelle « *phase* » égale sous-phase, est due à la nomenclature du logiciel Chronomodel ; à ce sujet, consulter le mode d'emploi du logiciel (*ibid.*, pp. 1, 10). Lorsque le terme *phase* est écrit en italiques, il fait référence au groupe d'« *events* » pris en compte dans Chronomodel.

Tableau 19. « Events » pris en compte dans le traitement Chronomodel des dates radiocarbone de Naachtun.

Contexte	Âge BP	Sous-phase	Relations stratigraphiques
N15-4537	2265 +/- 30	Exclu, *outlier*	-
N14-3704	2250 +/- 30	Kutz'	-
Op. 4C13	?	Balam I	-
N14-2676	1776,69 +/- 14,38	Balam I	-
N14-3733	1770 +/- 30	Balam I	-
N15-4588	1770 +/- 30	Balam I	-
N13-2520	1770 +/- 30	Balam II	-
N17-7035	1735 +/- 30	Balam II	Contemporain de N17-7037
Op. 13A18	?	Balam II	-
N14-3757	1670 +/- 30	Balam II	-
N17-7246	1650 +/- 30	Balam II	-
N14-2135	1600 +/- 30	Balam III	-
Op. 1G4	?	Balam III	-
Op. 12B7	?	Balam II	Antérieur à Op. 12B3 (probablement Classique récent)
N17-7037	1650 +/- 30	Balam II	Contemporain de N17-7035
N14-3799	1685 +/- 30	Balam II	Antérieur à N14-3795
N13-1782	1650 +/- 30	Balam III	Antérieur à N13-1780
N14-2765	1615 +/- 30	Balam III	Antérieur à N14-2783 et N14-2776 (Classique récent)
N13-1780	1575 +/- 35	Balam III	Postérieur à N13-1782
N14-3795	1555 +/- 30	Balam III	Postérieur à N14-3799
N15-4596	1550+/- 300	Balam III	-
N13-1476	1485 +/- 30	Balam III	-

Des contraintes de succession (Vibet *et al.* 2016, p. 11) ont également été établies entre les « *phases* », mais pas entre deux sous-phases successives, puisque les facettes céramiques ne se succédaient probablement que de manière progressive, avec un chevauchement entre la fin d'une sous-phase et le début de la suivante. Dans ce sens, il est par exemple possible qu'un contexte contenant de la céramique Balam II soit légèrement postérieur à un contexte associé à de la céramique Balam III, pour des raisons qui ont déjà été exposées. Dès lors, on saute systématiquement une sous-phase dans l'établissement des contraintes de succession entre « phases », c'est-à-dire que Kutz' est considéré comme strictement antérieur à Balam II, Balam I à Balam III, Balam II à Ma'ax I, et ainsi de suite (voir Figure 58).

Les résultats de ce traitement, qui seront exposés par la suite, sont très satisfaisants, même si la précision n'est pas encore optimale, parce que les datations sont encore globalement trop dispersées sur l'ensemble du site, sans contraintes stratigraphiques entre elles, à de rares exceptions près. On peut donc nourrir l'espoir de préciser encore les dates et les bornes obtenues. Une modélisation a été effectuée sur Chronomodel, afin de contribuer à l'établissement de la durée et des bornes des phases. La modélisation écarte *a priori* une date posant problème : celle du Dépôt 28, dont la céramique date de Balam I mais pour laquelle l'âge de l'échantillon remonte au début du Préclassique récent. Lorsque l'on dispose de suffisamment de données de bonne qualité, suffisamment contraintes par la stratigraphie ou tout autre élément de datation, il n'est pas nécessaire d'exclure du modèle ces dates « *outliers* », très en dehors des résultats attendus, parce que le calcul est conçu pour leur donner si peu de poids qu'elles en perdent toute influence sur l'établissement des séquences. Toutefois, dans la mesure où les contraintes sont rares parmi nos datations, il est souhaitable de procéder, avec mesure, à ce nettoyage *a priori* des données. La modélisation ne porte donc que sur les vingt-et-une meilleures datations.

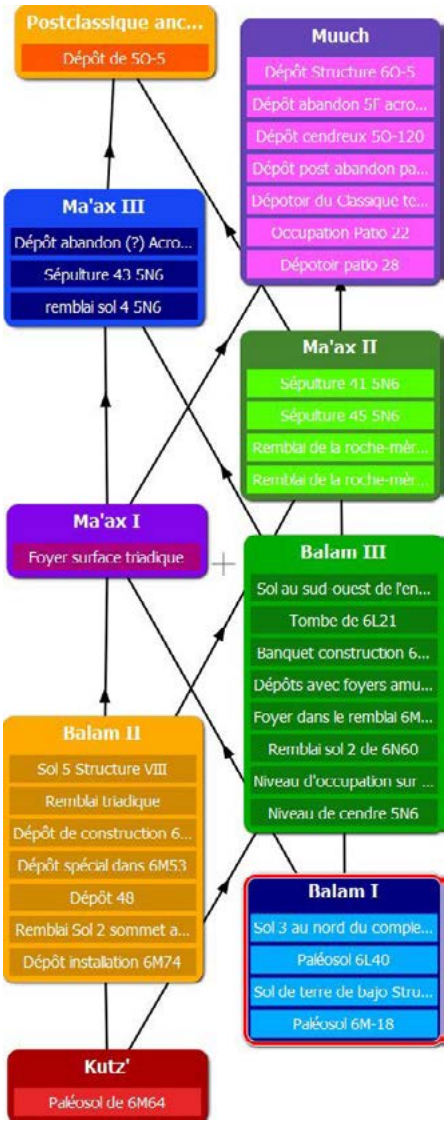


Figure 58. Phases et leurs contraintes de succession pour le traitement des datations radiocarbones de Naachtun.

Il n'existe qu'une seule date pour la phase Kutz' (Figure 59), ce qui explique qu'aucune durée ne puisse être proposée (puisqu'un seul *event*, ponctuel, est daté). Pour la même raison, le début et la fin estimée de la phase sont identiques : dans les deux cas, on obtient une région HPD à 95 % comprise entre 478 et 118 av. J.-C. (on se souviendra que l'âge BP était particulièrement ancien au sein de la phase Kutz').

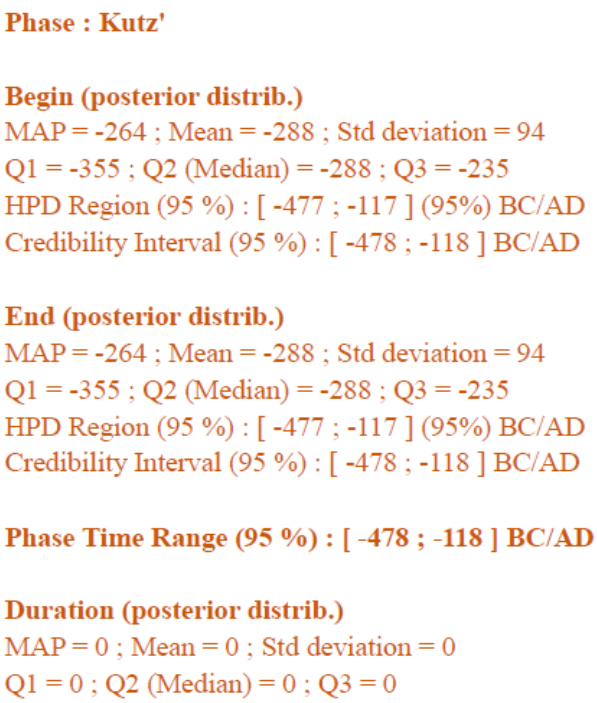


Figure 59. Résultats du traitement Chronomodel pour la Phase Kutz'.

Il y a quatre *events* datés dans la phase Balam I. Le début de la phase (Figure 60) est supposé se trouver (région HPD à 95 %) dans l'intervalle 123 av. J.-C.-266 apr. J.-C. Le Mode *A Posteriori* pour le début de la phase est en 115 apr. J.-C., la moyenne en 86 apr. J.-C. (écart-type de 106) et la médiane 102 apr. J.-C., ce qui pourrait éventuellement suggérer un début légèrement plus ancien que celui qui était supposé par les céramologues (150 apr. J.-C.), même si la courbe (voir la Figure 63) ne permet pas de dégager une tendance forte. La fin de la phase se trouve (région HPD à 95 %) dans l'intervalle 227-388 apr. J.-C. Le Mode *A Posteriori* est en 312, la moyenne en 308 (écart-type de 41) et la médiane en 309 apr. J.-C. On observe donc que la courbe pour la fin de la phase est bien plus resserrée que la courbe du début (Figure 63). De plus, ses indicateurs de tendance centrale sont très proches les uns des autres. Cela tendrait à valider l'hypothèse selon laquelle la fin de Balam I se trouverait bien autour de 300 apr. J.-C., comme proposé dans la séquence chrono-céramique. En ce qui concerne la durée de la phase, on obtient, avec une sécurité de 95 %, une durée comprise entre 28 et 425 ans, un intervalle extrêmement large qui n'apporte guère d'information. Plus intéressant, le *Mode A Posteriori* est de 193 ans, la moyenne 222 ans (avec un écart-type de 109 ans) et la médiane est de 206 ans.

Phase : Balam I

Begin (posterior distrib.)
MAP = 115 ; Mean = 86 ; Std deviation = 106
Q1 = 42 ; Q2 (Median) = 102 ; Q3 = 154
HPD Region (95 %) : [-123 ; 266] (95%) BC/AD
Credibility Interval (95 %) : [-120 ; 264] BC/AD

End (posterior distrib.)
MAP = 312 ; Mean = 308 ; Std deviation = 41
Q1 = 282 ; Q2 (Median) = 309 ; Q3 = 334
HPD Region (95 %) : [227 ; 388] (95%) BC/AD
Credibility Interval (95 %) : [228 ; 387] BC/AD

Phase Time Range (95 %) : [-114 ; 415] BC/AD

Duration (posterior distrib.)
MAP = 193 ; Mean = 222 ; Std deviation = 109
Q1 = 149 ; Q2 (Median) = 206 ; Q3 = 272
HPD Region (95 %) : [32 ; 432] (95%) Years
Credibility Interval (95 %) : [34 ; 429] Years

Figure 60. Résultats du traitement Chronomodel pour la Sous-phase Balam I.

La phase Balam II comprend sept *events.* Le dépôt de matériel N13-2520 est maintenu, malgré un âge légèrement plus ancien qu'attendu : il ne s'agit pas de n'effectuer le traitement que sur les dates strictement satisfaisantes *a priori*, sans quoi utiliser le logiciel pour affiner la séquence n'aurait plus guère de sens. La phase est supposée (probabilité à 95 %) avoir duré entre 74 et 465 ans, le *Mode A Posteriori* est de 200 ans, la moyenne de 250 ans, avec un écart-type de 107 ans, et la médiane est de 231 ans (Figure 61). Le début de la phase est estimé (région HPD à 95 %) advenir au cours de l'intervalle 5 av. J.-C. - 342 apr. J.-C., le Mode *A Posteriori* est en 243, la moyenne, en 196 (écart-type de 96), et la médiane en 219 apr. J.-C. Ces dates sont plus anciennes que le début de la facette correspondante dans la séquence céramique : l'introduction de Balam II pourrait avoir lieu au cours du III^{e} siècle. La fin de la phase aurait lieu entre 357 et 563 apr. J.-C. Le Mode *A Posteriori* est en 414, la moyenne 447 (écart-type de 54) et la médiane en 436 apr. J.-C., ce qui tendrait à appuyer l'hypothèse d'une fin de la sous-phase Balam II un peu plus tardive que 400 apr. J.-C., peut-être entre 420 et 440.

Phase : Balam II

Begin (posterior distrib.)
MAP = 243 ; Mean = 196 ; Std deviation = 96
Q1 = 163 ; Q2 (Median) = 219 ; Q3 = 258
HPD Region (95 %) : [-5 ; 342] (95%) BC/AD
Credibility Interval (95 %) : [-3 ; 340] BC/AD

End (posterior distrib.)
MAP = 414 ; Mean = 447 ; Std deviation = 54
Q1 = 408 ; Q2 (Median) = 436 ; Q3 = 480
HPD Region (95 %) : [357 ; 563] (95%) BC/AD
Credibility Interval (95 %) : [359 ; 562] BC/AD

Phase Time Range (95 %) : [-16 ; 596] BC/AD

Duration (posterior distrib.)
MAP = 200 ; Mean = 250 ; Std deviation = 107
Q1 = 177 ; Q2 (Median) = 231 ; Q3 = 300
HPD Region (95 %) : [73 ; 465] (95%) Years
Credibility Interval (95 %) : [77 ; 463] Years

Figure 61. Résultats du traitement Chronomodel pour la Sous-phase Balam II.

La phase Balam III contient huit *events*. La phase est supposée (probabilité à 95 %) avoir duré entre 120 et 320 ans (Figure 62). Le *Mode A Posteriori* et la médiane indiquent une durée de 218 ans, la moyenne de 219 ans (écart-type de 51 ans). On le perçoit d'ores et déjà : il est intéressant de constater que dans le cas de Balam III, les courbes, nettement unimodales et très resserrées autour de ce mode, permettent de distinguer des tendances assez précises pour la localisation dans le temps des bornes de la phase. Pour toutes les sous-phases antérieures, à l'exception de la fin de Balam I, les courbes sont beaucoup plus étalées, faute, sans doute, de contraintes stratigraphiques suffisantes. Dès lors, les indicateurs MAP, moyenne et médiane sont moins fiables et précis que pour Balam III. Le début de la phase se trouverait entre 299 et 449 apr. J.-C. et sa fin entre 528 et 659 apr. J. C. L'un des résultats les plus stimulants de l'ensemble du traitement concerne le début de cette Sous-phase Balam III. En effet, le Mode *A Posteriori* se trouve en 390, la moyenne en 377 (écart-type de 38) et la médiane en 379 apr. J.-C. Ces indicateurs de tendance centrale sont étonnamment proches de la date de la fameuse *Entrada* de 378 apr. J.-C., qui marque, à Tikal, le début de la facette Manik 3A (Coggins 1975 ; Laporte 1989). Il est donc impératif de considérer la possibilité que des changements notables dans la culture matérielle de Naachtun aient été provoqués par les événements politiques auxquels l'élite locale était mêlée, ce qui était déjà suggéré pour Tikal (Culbert 2003, p. 80). Il est, toutefois, très intéressant de constater que ce changement ne s'est que très partiellement traduit par une importation ou même une imitation d'éléments de culture matérielle teotihuacane (on trouve déjà de l'obsidienne verte, des vases cylindriques tripodes et des structures en *talud-tablero* en Balam II). En parallèle, une vaste majorité de la culture matérielle restait tout à fait ancrée dans les traditions locales. Il ne faut pas négliger le fait, cependant, que Balam II coexiste avec Balam III durant près d'un demi-siècle à la transition entre le IV^{e} et le V^{e} siècles, ce qui pourrait expliquer l'existence d'éléments teotihuacans dans des niveaux Balam II. En ce qui concerne

la fin de la sous-phase Balam III, les mesures de tendance centrale sont très regroupées et cohérentes : le Mode *A Posteriori* se trouve en 594, la moyenne et la médiane en 596 apr. J.-C. (écart-type de 35).

Phase : Balam III

Begin (posterior distrib.)
MAP = 390 ; Mean = 377 ; Std deviation = 38
Q1 = 352 ; Q2 (Median) = 379 ; Q3 = 403
HPD Region (95 %) : [298 ; 450] (95%) BC/AD
Credibility Interval (95 %) : [298 ; 449] BC/AD

End (posterior distrib.)
MAP = 594 ; Mean = 596 ; Std deviation = 35
Q1 = 572 ; Q2 (Median) = 596 ; Q3 = 619
HPD Region (95 %) : [529 ; 665] (95%) BC/AD
Credibility Interval (95 %) : [531 ; 665] BC/AD

Phase Time Range (95 %) : [304 ; 669] BC/AD

Duration (posterior distrib.)
MAP = 218 ; Mean = 219 ; Std deviation = 51
Q1 = 184 ; Q2 (Median) = 218 ; Q3 = 252
HPD Region (95 %) : [120 ; 320] (95%) Years
Credibility Interval (95 %) : [122 ; 320] Years

Figure 62. Résultats du traitement Chronomodel pour la Sous-phase Balam III.

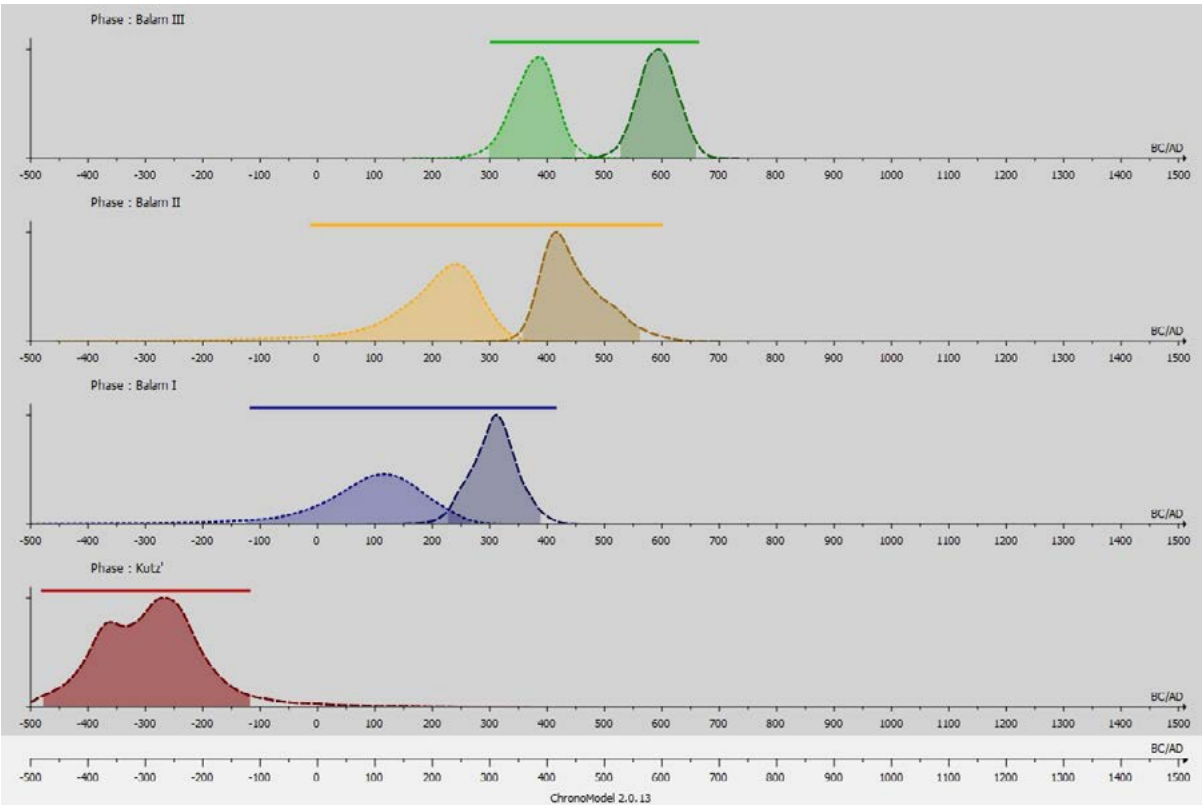


Figure 63. Régions HPD à 95 % des bornes des sous-phases de la séquence chronocéramique de Naachtun après traitement bayésien avec Chronomodel. La courbe en pointillés courts représente la région HPD pour le début de chaque phase, celle en pointillés longs, la fin.

On s'aperçoit, en observant les chiffres concernant la durée des sous-phases, qu'il est possible que Balam II soit, en réalité, non pas la plus courte (comme le suggère la séquence chrono-céramique), mais la plus longue des sous-phases du Classique ancien (Tableau 20). Tout au moins, le traitement suggère qu'elle n'était pas significativement plus courte que Balam I et Balam III. Il faut tenir compte, bien entendu, de la forte probabilité de chevauchement des sous-phases durant leurs longues transitions.

Tableau 20. Durée possible des sous-phases du Classique ancien après traitement par Chronomodel des datations radiocarbones. (MAP : Mode A Posteriori).

	Durée possible de la sous-phase, en années		
	Moyenne [écart-type]	**Médiane**	**MAP**
Balam I	222 [109]	206	193
Balam II	250 [107]	231	200
Balam III	219 [51]	218	218

Comme cela a déjà été précisé, le traitement est perfectible, étant donnée la rareté des liens stratigraphiques entre « *events* ». L'un des problèmes qui se pose, et qui est inhérent à tous les traitements de ce type (voir, par exemple, les Fig. 3 et 5 *in* Culleton *et al.* 2012), c'est que la borne

ancienne des phases anciennes (ainsi que la borne récente des phases récentes) est généralement mal définie, puisqu'elle n'est pas encadrée par les contraintes stratigraphiques (voir Figure 58). Dès lors, la courbe correspondant à cette borne forme une longue queue qui ne permet pas d'obtenir des indicateurs de tendance centrale fiables. C'est ce qui explique que la borne du début de la phase Balam I soit mal définie et potentiellement aussi ancienne : on manque de données permettant d'encadrer les dates (voir la Figure 63). En revanche, si Balam III est aussi fermement définie, avec des indicateurs de tendance centrale groupés, c'est parce que les datations sont contraintes par les phases plus anciennes et plus récentes (ces dernières ne figurent pas ici).
On observe que les résultats de ce traitement n'entrent pas en contradiction avec les bornes proposées par les céramologues du projet pour la séquence chrono-céramique (Tableau 17 et Figure 64). La différence est que cette séquence radiocarbone suggère l'existence de périodes de transition de plusieurs dizaines d'années au cours desquelles les facettes coexistent. Ce pourrait être le cas entre approximativement 250 et 300 apr. J.-C. (transition Balam I-Balam II) et entre 378 et 440 environ (transition entre Balam II et Balam III). Balam III pourrait prendre fin autour de 600 apr. J.-C. La probabilité de l'existence de ce type de transitions avec chevauchement des facettes peut également être calculée grâce à Chronomodel.

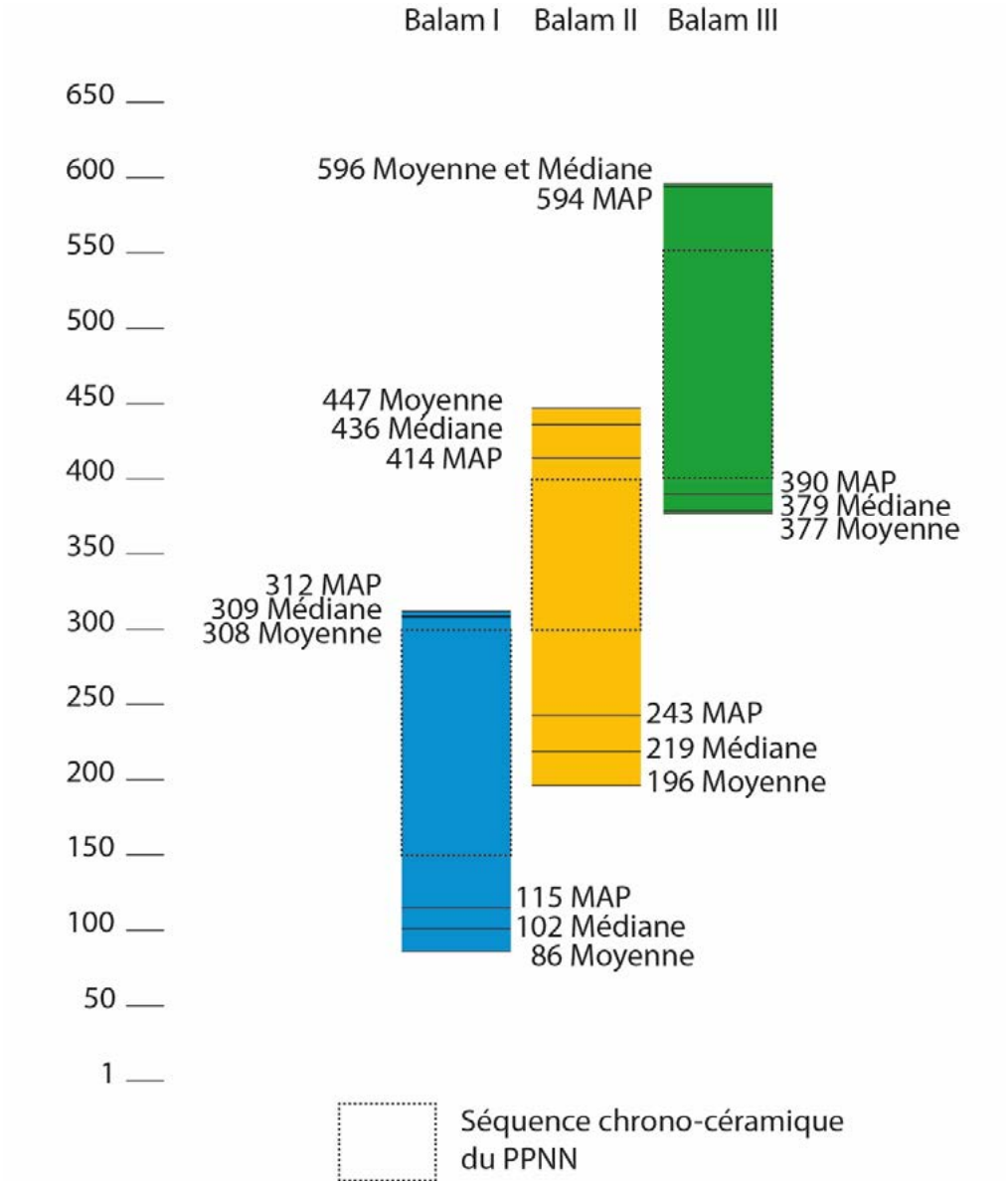


Figure 64. Comparaison des séquences céramique et radiocarbone de Naachtun pour le Classique ancien.

6.3.3 Tests d'ordre : indications sur la succession des sous-phases

Il est possible de tester via Chronomodel la probabilité de succession stricte entre deux phases n'ayant pas de contrainte de succession *a priori* (si l'on place ce type de contrainte, la succession est systématiquement stricte, sans chevauchement entre les deux phases). Pour chaque itération du calcul Chaîne de Markov-Monte Carlo (MCMC), on détermine si la fin d'une phase est antérieure ou non au début de la phase suivante. On obtient à l'issue de ce calcul le pourcentage de probabilité que les deux phases se succèdent strictement sans chevauchement ou qu'elles connaissent une succession progressive, avec chevauchement. Logiquement, et au vu des conditions exprimées dans les paragraphes précédents, on s'aperçoit que la probabilité pour que la succession entre les sous-phases Balam I, Balam II et Balam III ait été progressive est écrasante, ce qui confirme les dynamiques généralement observées par les céramologues pour les séquences des Basses Terres (Culbert 2003, p.

80). Cela implique que d'après les résultats de nos datations radiocarbone, un contexte associé à de la céramique Balam II peut théoriquement être postérieur à un contexte associé à de la céramique Balam III. Dans le traitement tel qu'il a été paramétré, on observe une transition avec chevauchement entre Balam I et Balam II dans 91,24 % des itérations (c'est-à-dire que la date tirée pour le début de Balam II est antérieure à la date tirée pour la fin de Balam I dans 91,24 % des itérations). Entre Balam II et Balam III, la probabilité de transition progressive est de 86,62 %.

6.4 Séquence architecturale

Grâce aux outils présentés précédemment dans cette section, il a été possible d'élaborer une séquence de la construction monumentale du Classique ancien à Naachtun. Le degré de précision souhaité aurait consisté en situer chaque étape à l'échelle des sous-phases, ce qui n'est pas toujours possible. En revanche, l'appartenance au Classique ancien de la très grande majorité des structures évoquées est attestée. Cette séquence est élaborée dans la perspective de l'estimation du coût énergétique de la construction monumentale, il faut garder à l'esprit que certains épisodes de construction ont un coût minime, ce qui compense quelque peu l'imprécision de leur datation : quelle que soit la sous-phase à laquelle ils sont attribués, cela n'affecte en rien les dynamiques générales pour la période. Dans d'autres cas, l'incertitude sur la datation est un problème majeur, que seuls des travaux de terrain peuvent pallier. On s'attachera d'abord à présenter rapidement la méthodologie de datation des structures avant d'entamer le recensement des étapes de construction pour chaque sous-phase. Les dimensions des édifices et les observations sur leurs techniques de construction sont données en Annexe L, *in* Hiquet 2020.

6.4.1 Méthodologie de la datation de l'architecture monumentale

6.4.1.1 Datation de la céramique contenue dans les remblais

L'approche principale pour la datation de l'architecture monumentale est l'analyse de la céramique contenue dans les remblais, idéalement obtenue par leur fouille, même si les tessons mis au jour par les tranchées de pillage peuvent contribuer à la datation, en tenant bien évidemment compte de l'incertitude qui peut accompagner de tels contextes. On date la construction d'une structure à partir du tesson le plus récent retrouvé dans son remblai. Étant donné que les remblais sont des dépôts de matériel secondaires, il est évident que beaucoup de tessons peuvent être antérieurs à la date effective de la construction, d'autant plus qu'il est nécessaire de transporter de grands volumes de matériaux pour construire le remblai d'une structure monumentale. Il faut donc, lorsque l'on ne dispose que de cette solution pour dater un édifice, chercher à récupérer la quantité de matériel la plus grande possible, et ce, en plusieurs secteurs distincts de son remblai, de façon à minimiser le risque de n'obtenir que du matériel extrait et transporté depuis un secteur d'occupation plus ancien. Pour la même raison, il n'est pas souhaitable de dater les charbons prélevés dans les remblais.

6.4.1.2 Datation par la morphologie de l'architecture

L'architecture est souvent un marqueur chronologique d'une relative précision. Il est souvent possible de déterminer la période de construction d'un édifice à partir de sa morphologie et de ses techniques de construction (type d'édifice, type de remblai, de parement). En théorie, il est donc possible de distinguer une structure du Classique ancien d'une structure du Classique récent ou du Préclassique, surtout quand elle est dégagée de ses décombres, ce qui n'est pas le cas à Naachtun. Même si notre connaissance de la morphologie exacte des structures de Naachtun est perfectible, des indices existent et permettent de situer dans le temps la construction de certains édifices.
Les Groupes de Type E et les Complexes triadiques sont des formes architecturales apparues, respectivement, au Préclassique moyen et au Préclassique récent (R. D. Hansen 1998 ; Velázquez

Fergusson 2014). Naachtun compte un exemplaire de chacun de ces types de complexe, mais ils ne datent pas, au moins dans leur version la plus monumentale, de la période préclassique. Ils sont des manifestations du prolongement sur plusieurs siècles de ces modèles anciens, suivant une dynamique que l'on rencontre fréquemment en zone maya.
L'un des critères les plus facilement identifiables dans une séquence architecturale est le *talud-tablero*, souvent interprété comme étant le signe d'une influence de Teotihuacan. Il ne s'agit pas systématiquement d'un marqueur chronologique d'une grande précision. Ainsi, on ne saurait le corréler exactement avec les événements de 378 apr. J.-C. A Tikal, par exemple (Laporte 1989), la décoration en *talud-tablero* fait son apparition avant 378 apr. J.-C., et avant l'importation ou l'inspiration teotihuacane dans la culture matérielle. A Naachtun, trois plates-formes en *talud-tablero* ont été identifiées. Toutes datent probablement de la Sous-phase Balam II : deux sub (dont l'une compte plusieurs versions) dans la Structure V, une dans la *Perdida.* Dans les deux cas, de l'obsidienne verte est récupérée à proximité (mais dans des tranchées de pillage ou des remblais), ainsi que du mica dans la *Perdida* (toujours dans le tunnel de pillage, ainsi que dans l'enduit tapissant le sol d'une sépulture associée, la Sépulture 97).
Pour le Classique récent, les longues structures que l'on trouve dans le Groupe B sont typiques de la période. De même, le parement soigné de la Structure 6O-4, de type Río Bec[133], est typique de la fin du Classique récent. Cela permet d'écarter les étapes finales de ces structures de la synthèse de l'architecture monumentale du Classique ancien.

6.4.1.3 Datation des dépôts votifs associés à la construction

Étant données la rareté de la céramique dans les remblais des édifices monumentaux de Naachtun, et l'incertitude chronologique associée à ce type de contexte archéologique de par sa formation, il est parfois plus efficace, pour dater la construction d'une structure, de s'appuyer sur les dépôts associés. Les dépôts rituels sont généralement des dépôts primaires, plus fiables en termes de datation que les contextes secondaires que sont les remblais, qui peuvent inclure des matériaux très largement antérieurs à la construction de l'édifice auquel ils appartiennent. Au contraire, dans bien des cas, le matériel composant un dépôt rituel est réuni à dessein, lors de la construction qu'il vient consacrer (on ne cherche pas, ici, à expliquer le sens des dépôts, mais on peut remarquer grâce à la stratigraphie que plusieurs d'entre eux sont effectués en cours de construction). Les cas de réemploi dans un dépôt d'objets anciens, de reliques conservées sur plusieurs siècles, ne sont certes pas rares en Mésoamérique, mais on peut généralement les identifier rapidement, par comparaison avec les autres éléments du contexte et par logique stratigraphique.
A Naachtun, des dépôts associés à des étapes de construction ou de modification de l'architecture monumentale du Classique ancien ont été retrouvés à proximité des Structures I, III, V et XXIII. Des dépôts tardifs, associés à l'abandon, voire plus tardifs encore et associés à des retours ponctuels à la période postclassique, ont été retrouvés associés aux Structures V, XX, 5O-5 et 6O-4. Dans le cadre de cette recherche, ce sont, bien évidemment, les premiers qui nous intéressent particulièrement. L'un d'entre eux (Dépôt 48) a pu être daté par radiocarbone, et les Dépôts 33, 34, 38, 39, 40, 41 (tous associés à la Structure V), 8, 45, 47 et 48 (associés à la Structure XXIII) ont été datés grâce à l'analyse céramique des contenants, ainsi qu'à l'étude de leur contenu.

6.4.2 La construction monumentale à Naachtun au cours du Préclassique récent (phase Kutz')

A ce jour, aucun édifice monumental daté du Préclassique récent n'a été identifié à Naachtun. Même si l'on pourrait être amené dans le futur à nuancer ce propos, parce que des plates-formes publiques de cette période pourraient bien exister, il est aujourd'hui certain que Naachtun n'était pas un grand site

133 On trouve, d'ailleurs, d'autres marqueurs de l'architecture Río Bec dans l'architecture résidentielle du Groupe B, comme les jambages arrondis de certaines structures du Patio 6 (Nondédéo, communication personnelle, 2019).

préclassique. Il est toutefois possible que trois secteurs, dont deux n'ont pas encore été fouillés, aient connu une forme d'architecture publique à cette période.
Le premier de ces secteurs se trouve à l'ouest de la cité, dans le Groupe C. Une plate-forme rectangulaire (5M-23) a été relevée par Lemonnier et Cotom dans ce secteur qui est depuis longtemps considéré (de manière peut-être un peu simpliste) comme étant le plus ancien de la cité (Walker 2013, p. 100), ou du moins, de l'Épicentre. Le monticule mesure environ 22 m N-S pour 15 m E-O. Il n'est certes pas très haut (avec moins de deux mètres de hauteur), mais il est tout à fait visible. L'imagerie LiDAR suggère que l'élévation sur laquelle cette structure a été construite pourrait être, dans une large mesure, artificielle (Figure 65). Ce monticule n'a jamais été fouillé. Le fait que cet édifice du Groupe C n'ait pas non plus été pillé (il est le seul dans ce cas au sein du Groupe C), malgré sa visibilité et alors qu'il se trouve à une trentaine de mètres seulement de la Structure V, qui est, elle, parcourue de dizaines de tunnels, nous semble un fort indice de son appartenance à la période préclassique. Forts de leurs connaissances empiriques de l'architecture de la région et des artefacts qui lui sont associés, les pilleurs n'auraient pas jugé cette plate-forme digne de l'investissement[134].
Il est acquis qu'une occupation a existé dans le Groupe C au Préclassique récent. Le matériel mis au jour par Garrido (2016a) dans un *chultun* entre deux structures basses parallèles (5M-53 et 5M-54) datait en majorité de la période. Il reste à mesurer l'ampleur exacte de cette occupation. Quelques possibles monticules amorphes pouvant correspondre à de discrètes structures préclassiques se trouvent à proximité du monticule 5M-23. Il s'agit tout de même d'édifices de dimensions modestes.

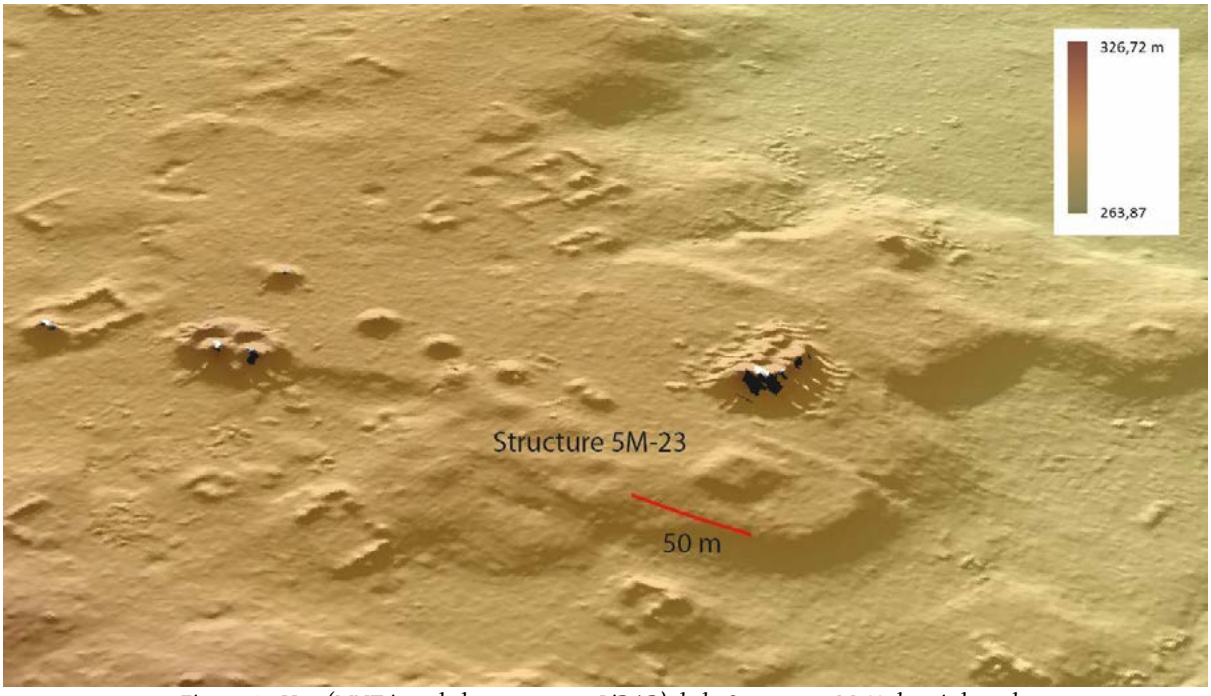


Figure 65. Vue (MNT issu de la couverture LiDAR) de la Structure 5M-23 depuis le sud-est.

Le deuxième foyer potentiel (les indices sont, il est vrai ténus) de la construction publique au Préclassique récent est la Place Nord du Groupe A, encadrée par le Groupe de Type E. Les groupes de type E font leur apparition dans les sites mayas dès le Préclassique moyen. Comme on le verra par la

134 Parce que c'est la céramique polychrome à décoration anthropomorphe, inexistante au Préclassique, qui est leur cible principale.

suite, la construction des structures visibles dans l'état final semble plutôt remonter au début du Classique ancien (ou au Préclassique terminal, en fonction des bornes assignées à ces périodes), mais on ne peut exclure des antécédents préclassiques très profondément enfouis, et peut-être largement démantelés à la période Classique. En effet, dans tous les sondages effectués dans les remblais de la Place Nord, des tessons préclassiques étaient présents. Ils le sont également dans les remblais de la Structure XX. Le Sondage 29 de l'Opération II.1, ouvert à l'ouest de la Structure XXIII (Hiquet 2018), a révélé les restes très mal préservés d'un sol de stuc et de son remblai recouvrant la roche-mère probablement travaillée (US N17-7263, Figure 66). Ces rares vestiges, que l'on ne retrouve pas dans les autres sondages ouverts sur la Place Nord, n'étaient pas accompagnés de céramique. Selon la logique stratigraphique, ils datent, au plus tard, de Balam I. Il ne serait pas illogique que le Groupe de Type E de Naachtun ait des antécédents préclassiques, car de nombreuses cités mayas se sont développées à partir et autour de Groupes de Type E (voir, par exemple, Doyle 2013, pp. 136, 155-156). C'est la raison pour laquelle cette éventualité devait être envisagée, mais à l'heure actuelle, aucune structure de cette période n'a été, ici, fermement identifiée.

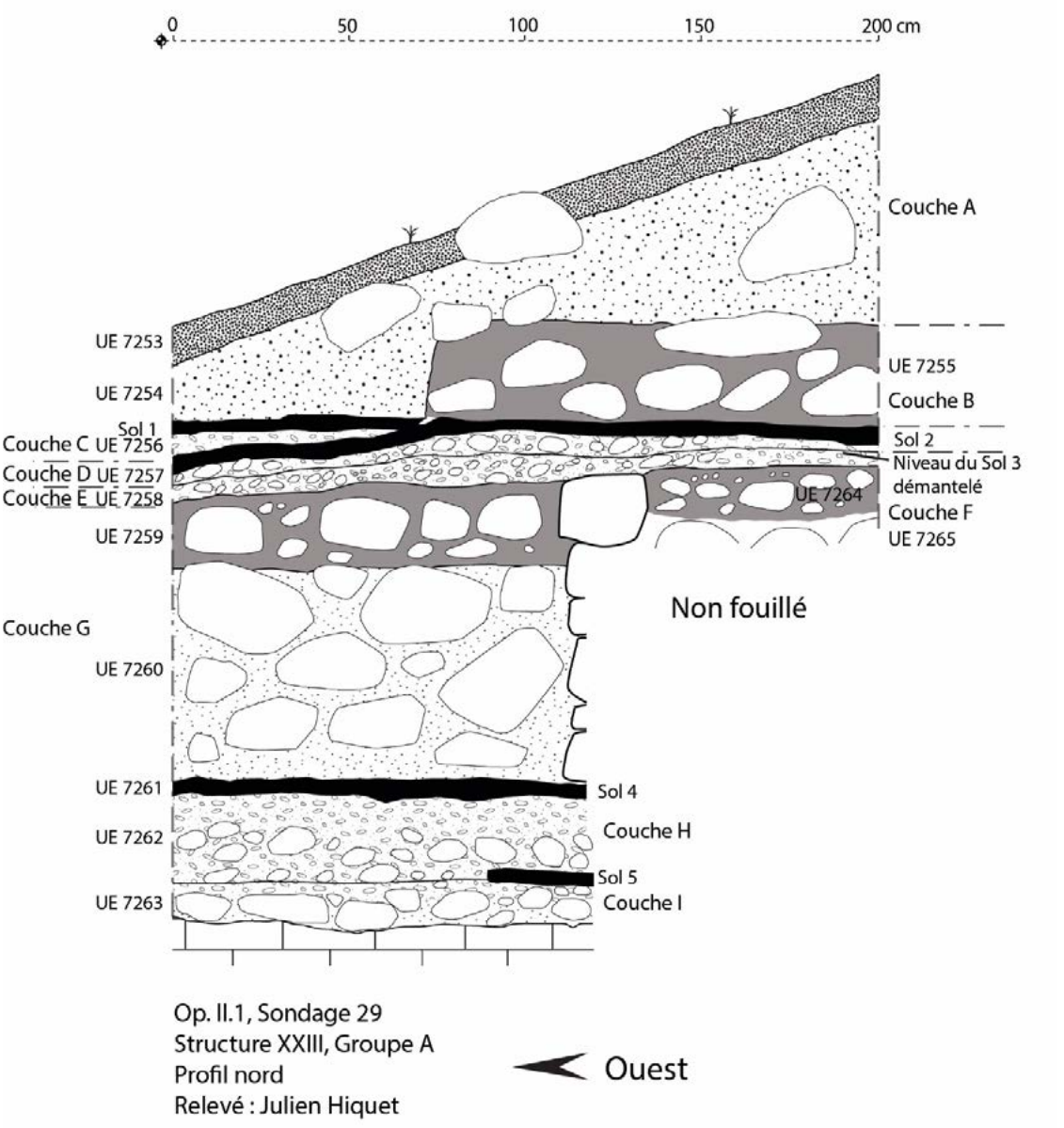


Figure 66. Profil nord du Sondage 29 de l'Opération II.1.

Le troisième secteur pour lequel on peut supposer des programmes de construction publique voire monumentale pour le Préclassique récent se trouve, lui, à l'est du site. L'existence de secteurs résidentiels préclassiques autour du Groupe B est avérée. A l'occasion des sondages de l'Opération II.2 bis dans les espaces résidentiels, des étapes de construction et d'occupation préclassiques ont été identifiées dans les Unités résidentielles 5P10, 5O141, et paraissent très probables dans l'Unité résidentielle 5O182. Toujours à l'est de l'épicentre, on peut observer la morphologie du monticule 5O-140 (Figure 67), qui ne semble pas dater de la période classique. Il faut également remarquer la présence d'au moins deux plates-formes basses (encadrées à l'est sur la Figure 67), chacune associée à un petit monticule amorphe, qui apparaissent sur les images LiDAR. La plate-forme nord-ouest semble mesurer 45 (est-ouest) par 40 m (nord-sud) et la plate-forme sud-est, qui supporte une superstructure centrale et semble être l'élément principal de cet ensemble, mesure 55 (est-ouest) par 45 m (nord-sud). La morphologie de ces aménagements suggère une datation du Préclassique, hypothèse qui demandera des vérifications de terrain. Leur taille n'est pas celle des plates-formes résidentielles, bien plus petites,

et pourrait suggérer un aménagement public. En somme, la question de l'occupation préclassique du Groupe B, négligée devant la supposée évidence de l'évolution d'ouest en est de l'épicentre (Walker 2013, p. 100), devra, à nos yeux, faire l'objet de vérifications poussées.

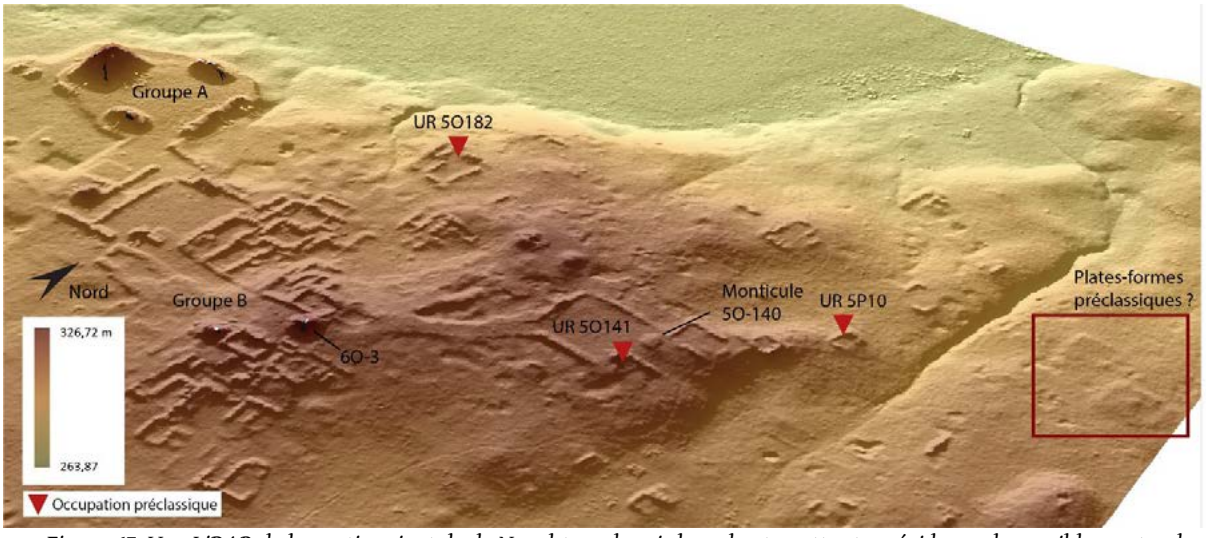


Figure 67. Vue LiDAR de la partie orientale de Naachtun, depuis le sud-est, mettant en évidence de possibles restes de constructions résidentielles et publiques du Préclassique récent.

Rappelons que dans plusieurs remblais du Classique récent et terminal du Groupe B, de grandes quantités de tessons préclassiques ont parfois été retrouvées. Il est manifeste que lorsque les habitants du Groupe B avaient à construire de volumineux remblais, ils se procuraient parfois des matériaux dans un secteur riche en céramique préclassique. Ainsi, lorsqu'il a fallu, au cours du Classique récent, remblayer un espace de carrières pour permettre la construction de la Pyramide 6O-3 (Michelet et Nondédéo 2012, p. 292 ; la pyramide est visible sur la Figure 67), plusieurs centaines de tessons préclassiques ont été transportés avec la terre (en particulier : UE N11-0354).
Toutefois, dans tous les cas, même si tous les secteurs ici suggérés correspondaient effectivement à des occupations du Préclassique récent, cela ne ferait pas pour autant de Naachtun un grand site monumental de la période, au vu du dynamisme préclassique de la région. Il est probable qu'à cette période, le site majeur de la micro-région de Naachtun du côté guatémaltèque ait été Kunal, où l'on trouve, entre autres structures monumentales, un imposant complexe triadique (Morales-Aguilar, Nondédéo *et al.* 2018), caractéristique des grands sites préclassiques de la région de Mirador, ainsi que des niveaux scellés de cette période sous les places (Perla et Sion 2019).

6.4.3 La construction monumentale à Naachtun à la transition entre le Préclassique récent et le Classique ancien (sous-phase Balam I)

Le panorama de l'architecture monumentale pour la sous-phase Kutz' reste à préciser. A la transition entre le Préclassique récent et le Classique ancien, lors de la sous-phase Balam I, l'urbanisme prend à Naachtun un tour bien plus monumental. Dans le Groupe C comme dans le Groupe A, la plupart des places et des structures connaissent leur première version et l'emplacement des principaux secteurs politico-rituels est déjà défini. C'est probablement en Balam I qu'eurent lieu les épisodes de construction les plus volumineux et coûteux, faisant de cette sous-phase un premier apogée de l'architecture monumentale à Naachtun.

6.4.3.1 Le Groupe C

La Structure I Sub

A l'extrémité ouest du Groupe C, se trouve, dès Balam I, la Structure I Sub, à l'emplacement qui sera par la suite celui du Complexe Triadique. Sa morphologie est mal connue, étant donné qu'elle n'a été détectée que par le biais d'un tunnel de pillage (Figure 68 et Hiquet 2018). Seule une portion réduite de sa façade orientale ainsi que de son remblai a pu être observée, si bien que l'on ignore pratiquement tout de ses dimensions. Toutefois, l'observation des tunnels de pillage proches permet de déduire ses dimensions maximales. En effet, ils ont fait l'objet d'inspections préliminaires n'ayant identifié aucun élément architectural (à cette réserve près que ces tunnels n'ont pas été débarrassés des décombres abandonnés par les pilleurs ; ils n'ont fait l'objet, pour l'instant, que d'observations superficielles, et il se pourrait qu'un nettoyage approfondi révèle des vestiges). De cette absence de vestiges, on peut déduire que les côtés de la Structure I sub mesureraient moins de 10 m chacun (*ibid.*, p. 44 et Fig. 57). Quant à sa hauteur, il a seulement pu être déterminé qu'elle était supérieure à 80 cm. Une superstructure en matériaux périssables surmontait probablement cette plate-forme, mais il faudra des fouilles dédiées pour s'en assurer.



Figure 68. La façade orientale, en talus, de la Structure I Sub, transpercée par un tunnel de pillage. (Photo : J. Hiquet).

Une sépulture voûtée (Sépulture 98), particulièrement élaborée, fut aménagée dans une fosse à proximité, puis recouverte par un sol de stuc. Comme cette sépulture a été pillée, il est pour l'instant compliqué de la dater, bien qu'une datation par carbone 14 ait été effectuée sur un échantillon de charbon. L'âge BP obtenu est 1730 +/- 30, ce qui donne une région HPD à 95 % entre 243 et 386 apr. J.-C.

Le Mode *A Posteriori* est en 264, la moyenne en 310 et la médiane en 308 apr. J.-C. Dans la mesure où la provenance du fragment daté est douteuse, cette date n'a pas été incluse dans la modélisation pour la durée des sous-phases. Plusieurs récipients monochromes fragmentés pouvant être reconstitués de manière plus ou moins complète ont été abandonnés par les pilleurs aux abords de la tranchée (Walker et Reese-Taylor 2012, p. 19 ; Hiquet 2018, pp. 41-42). Des tessons des mêmes récipients avaient aussi été récupérés par Garrido en 2014 (communication personnelle, 2014). Tous ces récipients sont caractéristiques de la facette Balam I. Walker (2013, p. 104) considérait aussi que la céramique récupérée à proximité de la tranchée du tunnel correspondait à la phase de transition entre le Préclassique récent et le Classique ancien.
Le sol de stuc a pu être fermement identifié à l'est de la plate-forme (Hiquet 2018). A l'ouest de cette structure sub, Michelet indique lui aussi l'existence d'un mince niveau de *sascab* (observation macroscopique *in situ*). Dans son remblai de terre noire (identique à celui que l'on trouve du côté nord-est), Michelet (2016, p. 482) a récupéré des tessons polychromes de grande taille (voir la Figure 43) ainsi que des fragments de décoration architecturale de stuc qui évoquent l'existence d'une structure antérieure (à l'heure actuelle non identifiée). A cause de la destruction du contexte par le pillage, il n'a pas été possible de déterminer avec fermeté si la Sépulture 98 était contemporaine de la construction du sol ou si elle lui était postérieure. Il est d'ores et déjà très clair que la fosse dans laquelle a été aménagée la chambre funéraire est intrusive dans le niveau de terre noire (Figure 69), mais il faudrait ménager un tunnel dans le remblai de la Structure I pour s'assurer de la relation stratigraphique entre le sol qui vient buter au pied de la Structure I Sub et celui qui recouvre la sépulture. Il peut s'agir d'un seul et même sol recouvrant la fosse (ce qui suggérerait une contemporanéité ou une succession très rapide des différents événements), ou bien d'une intrusion dans le sol déjà existant, avec une réparation du mortier, auquel cas il pourrait s'être écoulé plus de temps entre la construction de la sub et la mise en place de la sépulture.

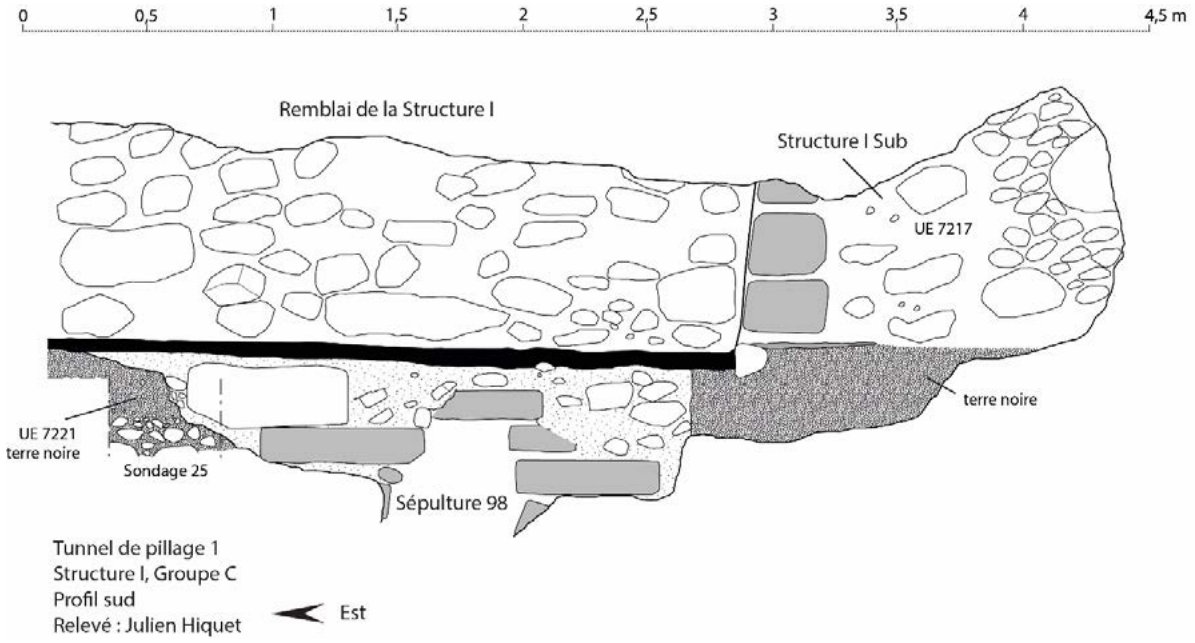


Figure 69. Profil sud du tunnel de pillage No 1 du Triadique, montrant la façade est de la Structure I Sub et la Sépulture 98.

Le Sondage 15 de l'Opération II.1, ouvert en 2014 au niveau de l'angle nord-est du soubassement de la Structure I (Garrido *et al.* 2014) permet de confirmer l'existence, en Balam I, de la place qui existe aujourd'hui au nord du Triadique. C'est peut-être aussi le cas d'un Sondage au pied de la Structure 32 *(ibid.),* qui a révélé une succession de 5 sols de place : il est possible que le plus profond (voire, les deux plus profonds) date de Balam I, mais la céramique issue de cette fouille est généralement peu diagnostique. Les dimensions exactes de cette place demeurent inconnues à l'heure actuelle.

La Structure V

L'autre structure majeure du Groupe C est la Structure V, ou Acropole funéraire (voir la partie dédiée ci-dessous). On sait que la vaste place qui se trouve au pied de la Structure V et se prolonge vers l'ouest existe dès Balam I. Il est probable que les premières structures sub de l'Acropole aient été construites au cours de la même sous-phase, en lien avec ce sol de place. Si c'est le cas, elles sont encore mal identifiées. Néanmoins, les premières tombes pourraient se trouver au sud (Vd Sub 2 ou Sub 1) ou à l'ouest (Vg Sub 3), sous des soubassements peu monumentaux, bien que les chambres funéraires, très profondes, soient particulièrement élaborées (Nondédéo, Michelet et Begel 2016), un peu à l'image de la situation de la Structure I au début du Classique ancien. Toutes ces tombes anciennes connues ont été pillées et leur accès est dangereux : elles demeurent à ce jour encore peu étudiées.

Structures mineures du Groupe C

D'autres structures de dimensions plus modestes sont construites dans le Groupe C : au pied des deux monticules parallèles bas qui se trouvent immédiatement au nord de la Structure 52, on trouve un sol Balam I, construit sur un *chultun* contenant du matériel Kutz' et Balam I (Garrido 2016a). A proximité, il n'est pas exclu que la Structure 5M-23 soit encore occupée en Balam I.

Aménagement des contours du Groupe C

Une vaste partie du relief de la partie orientale du Groupe C est manifestement artificielle. Des plateaux de grandes dimensions sont aménagés, mais il est pour l'heure impossible d'en déterminer la morphologie et le volume exacts : l'ampleur de la modification du relief naturel est encore inconnue. Sans doute ces travaux de terrassement ont-ils représenté un effort de construction substantiel, probablement en Balam I ou peut-être avant. Le coût de ces modifications du terrain n'est pas quantifié à ce stade de la recherche, mais il faudra le prendre en compte dans le futur. A travers l'exemple de Blue Creek, Guderjan (2007, p. 20) rappelait à quel point les places pouvaient représenter un volume et un coût de construction conséquents (voir, également, le travail de Tsukamoto *et al.* 2012, sur les places du site d'El Palmar, Campeche). Comme on le verra au Chapitre 8, le coût énergétique des vastes places, même peu épaisses, est loin d'être négligeable.

La Structure V et son évolution

La Structure V (Acropole funéraire) est, devant la Structure I, l'édifice le plus monumental du Groupe C. Il s'agit, en réalité, non pas d'un seul édifice, mais d'une plate-forme allongée (Figure 70) de 55 par 30 m et 3,5-4 m de hauteur dans son état final (Gillot et Michelet 2016, p. 458), englobant plusieurs structures sub à caractère funéraire, qui sont autant de sanctuaires construits au fur et à mesure de la succession des dirigeants du Classique ancien. Ce complexe fut la cible d'une campagne de pillage très intensive au cours de l'année 1985, qui s'est traduite par le creusement de plusieurs dizaines de profonds tunnels perforant de toutes parts le soubassement et les vestiges des différentes étapes architecturales qui le composent. Nombre d'entre eux ont atteint leur cible, et ne subsistent aujourd'hui que quelques ossements dispersés dans les différentes chambres funéraires et les tessons des récipients monochromes, abandonnés par les pilleurs à la sortie des tranchées. On dénombre, à ce jour, au moins

13 chambres funéraires pillées, plus une quatorzième, de petites dimensions, pouvant correspondre à un autre type de dépôt. Notre connaissance de la séquence de construction de l'acropole n'est que minimale. On distingue bien les structures sub dans les tunnels de pillages, dont beaucoup ont été relevés depuis 2015 (Nondédéo 2016 ; Nondédéo, Michelet et Begel 2016 ; Nondédéo, Begel et Rodas 2018), mais il s'agit toujours de pans de parement, de quelques marches d'escaliers, endommagés par les pilleurs et noyés dans les remblais. Certaines structures ont, de plus, été entièrement ou partiellement démantelées, ce qui complique encore considérablement la compréhension de la séquence. La morphologie complète des différents édifices est encore inconnue, de même que l'est leur datation exacte, même si la plupart des structures datent manifestement du Classique ancien. Plusieurs sondages et tranchées ont été effectués depuis 2016 (Nondédéo, Michelet et Begel 2016 ; Nondédéo, Begel et Rodas 2018 ; Nondédéo et Dussol 2019), mais bien des saisons de fouille seront nécessaires pour parvenir à une connaissance satisfaisante de cette imbrication complexe d'édifices. Précisons qu'un programme de tunnels tel qu'il a pu être mené à bien pour l'Acropole de Copan ne pourrait être envisagé à Naachtun, tant les remblais y sont instables. Il n'a donc été possible d'exposer ici que les grandes lignes de la séquence, et les calculs de main-d’œuvre sont très préliminaires. En raison de la complexité de la séquence, il a été jugé préférable de regrouper dans les paragraphes qui suivent les données concernant l'évolution de la Structure V, ce qui permet de donner une vision d'ensemble de son histoire constructive. Afin d'appuyer un discours très aride, nous proposons une série de croquis (sans échelle) synthétisant de manière très simplifiée l'évolution des grandes étapes de la Structure V. La distribution des étapes au sein des sous-phases (il y a deux croquis pour Balam I, trois pour Balam II et un pour Balam III) répond autant à un souci de lisibilité et d'identification des structures et de leur secteur approximatif de construction, qu'à de réelles données d'ordre chronologique.

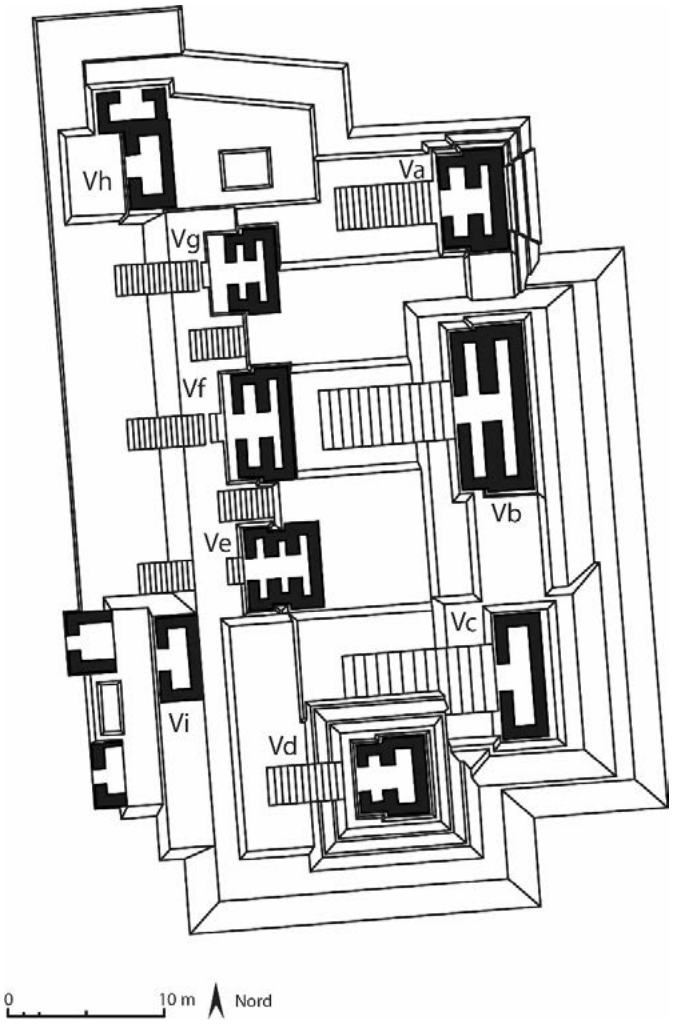


Figure 70. Reconstitution provisoire de la Structure V de Naachtun dans son état final. Modifié par J. Hiquet à partir de la reconstitution proposée par Gillot et Michelet (2016).

Il convient de commencer la description par le sol de la place associée à la Structure V. Toutes les fouilles menées directement au pied de l'acropole funéraire ont mis au jour ce sol de place et son remblai de 30 à 60 cm d'épaisseur (Garrido *et al.* 2014 ; Nondédéo, Begel et Rodas 2018), de même que la fouille de Garrido (2016b) plus loin à l'ouest de la structure (Opération V.4 bis, Sondage 2) ou celle de Sion (2019, pp. 270-271) au pied de la Structure 5M-22, une structure en C très tardive. Là, un riche dépôt céramique témoigne du fait que la place existante en Balam I pouvait avoir des dimensions minimales de 80 m E-O. A l'heure actuelle, seule une structure sub (Vf Sub 2) de l'Acropole a été fermement datée de Balam I, même s'il ne fait guère de doute qu'elles aient été plus nombreuses. Il est possible qu'au départ de l'histoire de la Structure V, en Balam I, l'occupation élitaire ait été constituée par une structure résidentielle, transformée par la suite en sanctuaire dynastique, comme c'est le cas pour plusieurs autres sites du Classique ancien, dont Copan. Il se peut aussi que seules des structures funéraires aient été bâties, dès le départ. Seules des fouilles dédiées, au cœur du remblai de la plate-forme finale, permettront de vérifier la datation et la fonction des structures les plus anciennes. Il a été possible de repérer un certain nombre de plates-formes qui font partie des premières constructions du secteur. La Structure Vf Sub 2 est un petit soubassement traversé de part en part par un tunnel de pillage. L'un des

aspects les plus intéressants de ce soubassement est qu'il semble être construit au même moment que le sol de place : l'assise inférieure de son mur de façade orné d'une moulure en tablier se trouve en dessous du niveau du sol, lequel vient buter contre le parement (Nondédéo, Michelet et Begel 2016, p. 463). On peut donc assurer que Vf Sub 2 date de Balam I. Au sud du complexe, une profonde chambre funéraire voûtée et recouverte de pigment pourpre (Chambre funéraire 1) se trouve au cœur de la structure sub Vd Sub 2 ou, plus probablement Vd Sub 1, une version modifiée et rehaussée de Vd Sub 2 (Figure 71b). Les chercheurs du PAN ont récupéré à proximité du tunnel de pillage débouchant sur cette chambre funéraire des tessons appartenant à des récipients de grande taille sans doute diagnostiques de Balam I (voire peut-être plus anciens selon Walker). Trois autres tombes pillées du même type, elles aussi aménagées très profondément sous la roche-mère, pourraient dater de Balam I : non loin de la Chambre funéraire 1 se trouve la Chambre 12 ; à l'ouest de l'Acropole, on trouve les Chambres 6 et 8. Cette dernière chambre funéraire, creusée sous la Structure Vg Sub 2, se trouve toutefois à une telle profondeur que pour des raisons de sécurité, elle n'a pas encore pu être vidée de ses décombres. Lorsque cela sera fait, il sera sans doute possible de récupérer quelques tessons ou ossements abandonnés par les pilleurs permettant de valider la datation ancienne fortement suggérée par la stratigraphie. Dans aucun des cas cités, la structure associée à la chambre funéraire ne semble avoir une forme pyramidale, pour autant qu'il soit possible d'en juger à partir de l'information limitée visible dans les tunnels de pillage. Il semble plutôt s'agir de plates-formes basses, composées de un à deux corps.

La première structure pyramidale de grande ampleur pourrait être le temple Vb (Figure 71a), un imposant soubassement pyramidal à vocation funéraire, encore mal connu (Nondédéo rapporte qu'il comporte des structures sub qui n'ont pas encore été relevées et publiées, communication personnelle, 2019). Là aussi, le tunnel de pillage est si profond et instable qu'il n'est pas souhaitable de s'y introduire avant de pratiquer d'importants travaux de consolidation. Seule une partie de son escalier monumental a été mise au jour (Nondédéo, Begel et Rodas 2018) et il n'a pas pu être daté. Un échantillon provenant d'une concentration de charbons retrouvée juste au-dessus des marches, sous le sol du patio qui les recouvre, a été daté par radiocarbone de l'intervalle 240-384 apr. J.-C. (HPD à 95 %, mais on reviendra sur cette datation par la suite). Il est en tout cas très clair que ce temple est antérieur aux trois structures (Ve, Vf et Vg) qui bordent le côté ouest de l'Acropole : le soubassement sur lequel sont construites Vf et Vg prend appui sur l'escalier de Vb, et la construction de Ve est clairement postérieure à celle de ce soubassement de Vf et Vg. En revanche, la plate-forme Vf Sub 2, déjà mentionnée, se trouve juste au pied de l'escalier de Vb qui devait atteindre le sol de la place. Il est possible que l'axe Vf Sub 2 et Vb (avec ses sub) ait été aménagé de façon à ancrer spatialement la succession dynastique. Il est en revanche difficile de déterminer l'ordre exact de la construction, dans la mesure où l'on ignore pratiquement tout des structures sub de Vb.

Vc, un deuxième temple pyramidal, se trouve au contact de Vb, directement au sud (Figure 71b). On ignore encore lequel des deux est antérieur à l'autre, mais il se pourrait que peu de temps sépare leur construction, au sein de la sous-phase Balam I ou Balam II. Dans ce cas aussi, seule une partie de l'escalier a été mise au jour, mais il semble également atteindre le sol de place à l'ouest.

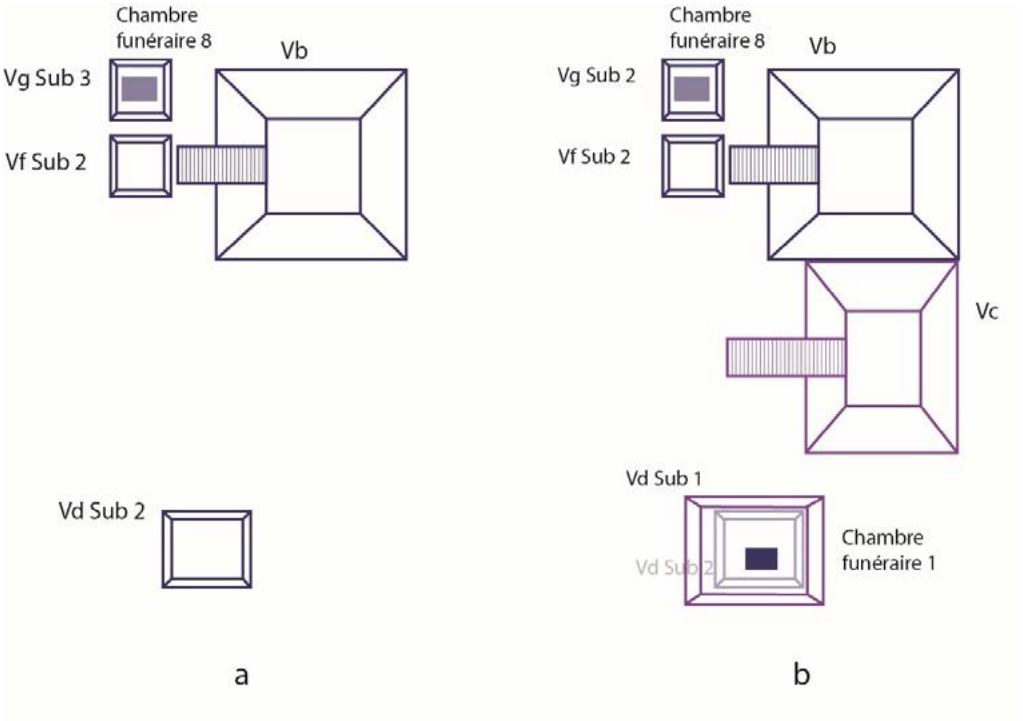


Figure 71. Croquis de l'évolution du secteur de l'Acropole : Balam I. (a) Balam I (1/2) (b) Balam I (2/2).

Un grand nombre de constructions, ajouts, modifications et démantèlements de structures ont lieu par la suite, peut-être en Balam I, mais principalement en Balam II. En effet, à l'heure actuelle, les quelques récipients et tessons dédaignés par les pilleurs et abandonnés à proximité des tranchées de pillage indiquent bien une datation de Balam II pour la plupart des sépultures, à l'exception des quelques tessons Balam I récupérés par le PAN et déjà mentionnés. Il serait laborieux, mais surtout, prématuré, de décrire en détail la succession des structures sub, aussi, on se limitera aux épisodes les plus significatifs et les mieux connus. Cela exclut de fait une bonne partie des secteurs saillants au nord-ouest et au sud-ouest de l'Acropole, composés d'un enchevêtrement de structures sub de petite taille et qui n'ont pas encore fait l'objet de fouille, à l'exception des premiers dégagements par R. Rodas de la façade en contrebas de la Structure Vh (Nondédéo, Begel et Rodas 2018). Ces fouilles ont montré que le soubassement de la Structure Vh, en talus simple, date de Balam II, tout comme la plate-forme basse qui lui est adossée dans un deuxième temps (Nondédéo, Begel et Rodas 2018 ; Perla et Sion 2018).
Dans la partie sud de l'Acropole, plusieurs structures sub en talud-tablero ont été identifiées lors du relevé des tunnels de pillage (Nondédéo 2016, p. 499). La plus ancienne semble être une plate-forme adossée à l'escalier de Vc (Nondédéo 2016, p. 495 ; Nondédéo et Dussol 2019), dont elle englobe la base (Figure 73b). Il est bien visible dans les Tunnels n° 1 et 2 que cette probable plate-forme adossée en talud-tablero a connu une extension vers l'ouest, décorée de la même manière (Figure 72). Cette extension aurait à son tour été prolongée vers l'ouest d'une nouvelle plate-forme adossée en talud-tablero (Nondédéo, Begel et Rodas 2018 ; Nondédéo, Lacadena et Cases 2019, Fig. 7) : le Tunnel n° 19 en suit la façade sud sur quelques mètres. L'autre construction en talud-tablero est plus superficielle, même s'il s'agit toujours d'une sub : elle est visible dans le Tunnel n° 3 et la tranchée menant aux Tunnels n° 1 et 2, et recouvre d'un mince remblai une plate-forme plus ancienne (Nondédéo, Lacadena et Cases 2019, Fig. 8). On remarque donc que toutes les constructions en talud-tablero (Acropole et Perdida sub, que l'on évoquera par la suite) sont des extensions de petite taille, adossées à - ou englobant - des structures au parement plus conforme à la tradition maya (murs verticaux ou en talus, avec

moulure saillante ou en tablier). Comme le rapportent Nondédéo, Begel, Michelet *et al.* (2018), ces soubassements en talud-tablero ne se trouvent que dans un secteur bien précis de l'Acropole, le secteur sud-ouest, et n'ont, pour l'instant, pas été identifiées ailleurs parmi les subs de la Structure V. La séquence stratigraphique suggère que leur construction remonte à Balam II. Il pourrait être tentant de considérer que les structures dotées de parement en talud-tablero, style architectural omniprésent à Teotihuacan, ont été construites après 378 apr. J.-C. Mais il faut rappeler que Laporte (1989, pp. 139-140) rattachait la construction de plusieurs plates-formes en talud-tablero de Tikal (Groupe 6C-XVI et Mundo Perdido) à la Sous-phase Manik 2 (qui aurait duré de 300 à 378 apr. J.-C.). Pour lui, l'introduction du talud-tablero à Tikal était donc antérieure aux événements de 378 apr. J.-C. ainsi qu'à l'introduction des modes céramiques liés à Teotihuacan, caractéristiques de Manik 3. Il est fort possible qu'il en soit de même à Naachtun, même si des datations précises seront nécessaires pour l'affirmer. Rappelons que la Stèle 23 met en évidence une influence teotihuacane dès 361 apr. J.-C., d'après I. Cases (communication personnelle à Nondédéo).

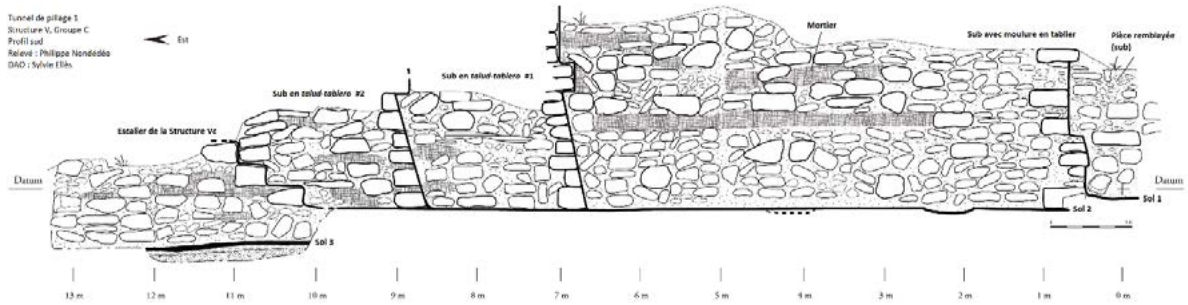


Figure 72. Profil sud du Tunnel de pillage N° 1 de la Structure V montrant les structures sub en talud-tablero.

Une large partie de ce secteur sud et sud-ouest est occupée par la Pyramide Vd (Figure 73b), qui dépasse les 16 m de hauteur et devient l'édifice le plus haut de l'acropole. Le placement exact de sa construction dans la séquence de l'acropole pose problème : il est encore impossible de déterminer si Vd est construite avant ou après Vc. Il est manifeste, en revanche, que plusieurs murs de contention au nord de Vd s'appuient sur l'escalier d'accès à Vc (Nondédéo, Begel et Rodas 2018). Il se peut que ces corps soient des ajouts postérieurs à la construction de la pyramide Vd, c'est pourquoi ils ne sont pas un strict marqueur de l'antériorité de la construction de Vc par rapport à Vd.
Au centre de l'Acropole, devant le Temple Vb, un soubassement orienté nord-sud et donnant vers l'ouest englobe les Structures Vf Sub 2 et Vg Sub 2 ainsi que la base de l'escalier de Vb (Figure 73a). Si des superstructures se trouvaient sur cette version du soubassement, les preuves de leur existence n'ont pas encore été mises au jour. Ce n'est que par la suite que deux plates-formes à un seul corps décoré d'une moulure en tablier sont alignées, à son sommet. Ces plates-formes supérieures Vg Sub 1, au nord (1,6 m de hauteur) et Vf Sub 1, au sud (2,06 m de hauteur), sont construites de manière étonnamment proche l'une de l'autre.
Directement au nord du soubassement supportant les plates-formes Vg Sub 1 et Vf Sub 1, les modifications (d'échelle modérée) se succèdent à un rythme semble-t-il rapide autour de la plate-forme Vh Sub 4 (Figure 73a et Figure 73b). Elle connaît deux extensions successives vers l'ouest (Vh Sub 3 et Vh Sub 2), puis deux autres vers le nord (Vh Sub 4b et Vh Sub 4c).
A un moment encore imparfaitement déterminé du Classique ancien (mais postérieur à Balam I), l'espace central de l'Acropole est comblé par un épais remblai englobant la base des soubassements antérieurs pour former une seule vaste plate-forme (Nondédéo, Begel et Rodas 2018). Cet aménagement conséquent (s'agit-il, en réalité, d'un seul épisode majeur de construction, ou de plusieurs épisodes ? cela reste à déterminer) permit de créer un espace intérieur étroit (moins de 3 m de large entre l'escalier de Vb et l'arrière du soubassement de Vf), surélevé de 3 à 4 m par rapport au sol de la place. Cet espace était en réalité étagé : des terrasses à l'altitude décroissante se succèdent du sud vers le nord (voir la

Figure 70). La datation de ce remblai modifiant radicalement l'aspect de l'acropole manque de fermeté. Un échantillon de céramique récupéré dans ce niveau a été daté par Perla (Perla et Sion 2018, p. 219) de la facette Balam III. Néanmoins, les éléments diagnostiques de cette datation sont à notre avis encore trop incertains. En particulier, la décoration des récipients présentés dans la Fig. 6 du rapport de Perla et Sion (*ibid.,* p. 252) nous semble plus diagnostique de Balam II que de Balam III. Ajoutons que deux datations par radiocarbone ont été effectuées dans des concentrations de charbon, en deux secteurs différents de ce remblai. La première d'entre elles (N17-7035), une fois calibrée, a donné l'intervalle 240-384 apr. J. C. (HPD à 95 %). La deuxième (N17-7037) a donné, après calibration, l'intervalle HPD (à 95 %) suivant : 264-274 apr. J.-C. (1,1 %), 330-433 apr. J.-C. (85.3 %), 461-466 apr. J.-C. (0,5 %) et 489-533 apr. J.-C. (8,5 %). Au vu de ces résultats, une datation de Balam II semble plus probable, mais aucune de ces deux datations ne permet de résoudre définitivement la question, d'autant moins que le contexte d'extraction des charbons ne peut être fermement qualifié de dépôt primaire. De nouvelles fouilles seront nécessaires pour préciser la datation de ce moment important de l'histoire de cette structure. Des sondages complémentaires ont d'ailleurs été effectués en 2018, mais la céramique qui en est issue n'a pas encore été analysée.

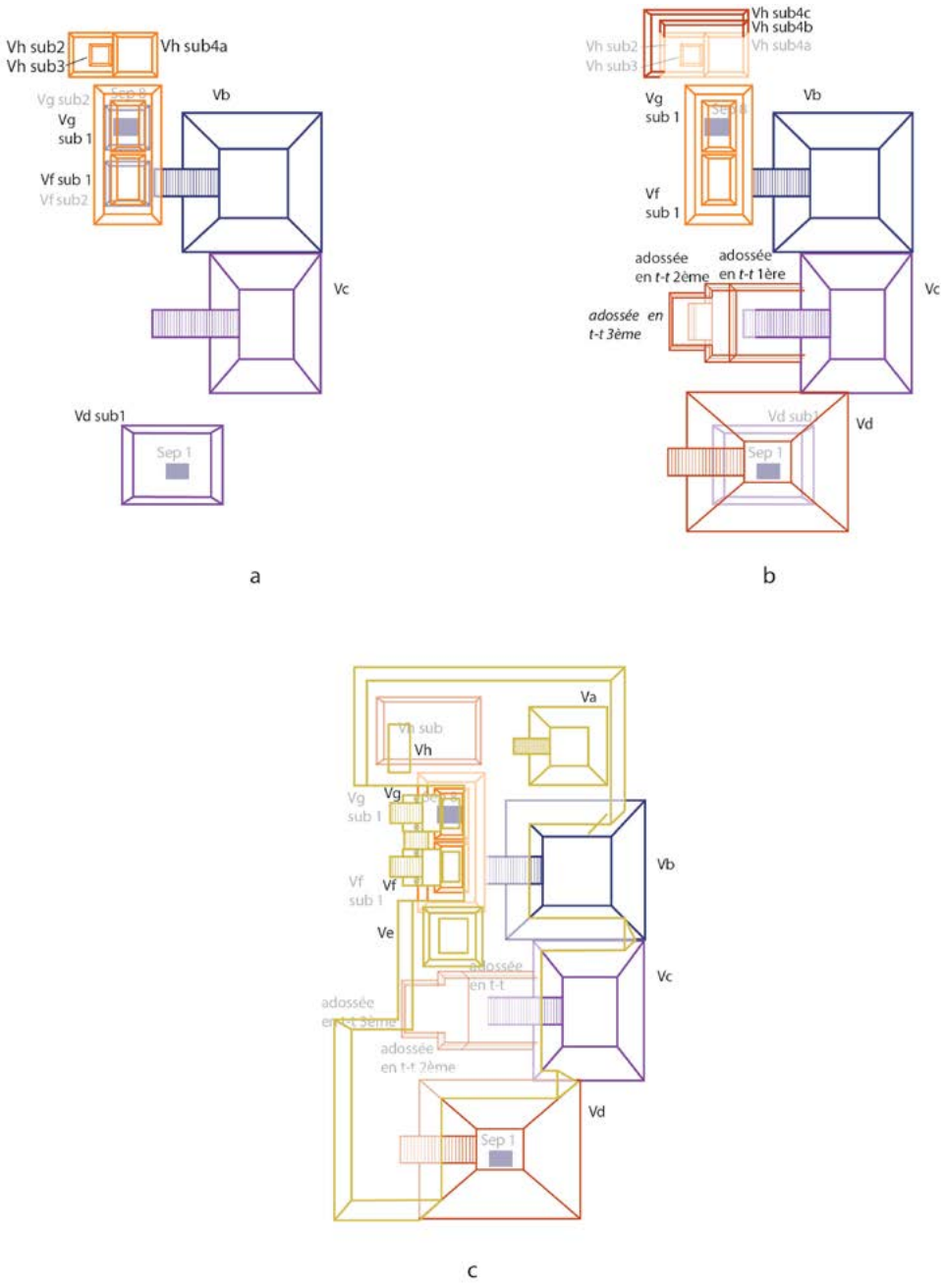


Figure 73. Croquis de l'évolution du secteur de l'Acropole : Balam II. (a) Balam II (1/3) (b) Balam II (2/3) (c) Balam II (3/3).

Plusieurs constructions ont été faites sur cette plate-forme centrale de l'Acropole. Parmi elles, on trouve un certain nombre de plates-formes basses révélées par des sondages (Nondédéo, Michelet et Begel 2016 ; Nondédéo et Dussol 2019). Leurs dimensions complètes sont encore inconnues et il est, pour l'instant, impossible de les prendre en compte dans le calcul des coûts de construction, au sein duquel elles n'auraient qu'un impact négligeable. En revanche, d'autres constructions plus substantielles viennent s'ajouter aux temples existants. Il n'est pas encore possible de dater leur succession exacte, mais toutes semblent remonter à Balam II. A l'ouest, les superstructures finales Vg et Vf (des temples à deux pièces donnant vers la place, à l'ouest) sont construites sur les plates-formes Vg Sub 1 et Vf Sub 1,

suite à une légère extension de leur surface (Nondédéo, Begel et Rodas 2018). On ajoute également au pied de ces superstructures deux escaliers d'accès flanqués par des talus saillants décorés de masques de stuc, qui permettent un accès aux temples depuis le sol de place en contrebas (à l'ouest). Un autre escalier, plus étroit (il mesure seulement 1,7 m de large), permet d'accéder à la plate-forme supérieure, via l'espace, particulièrement exigu, existant entre Vg et Vf (Figure 73c). Toutes ces modifications sont associées à un nouveau sol de place (le sol n°3). Par la suite, mais toujours en Balam II, un emmarchement est adossé à la base de ces nouveaux escaliers (Nondédéo, Michelet et Begel 2016, p. 460 ; Nondédéo, Begel et Rodas 2018). Cette modification n'est certes pas très significative d'un point de vue du coût de construction, mais il est important de la mentionner, car elle contient un dépôt rituel permettant de dater sa construction et de fournir un *terminus ante quem* à la construction des escaliers et, logiquement, de la plate-forme sommitale finale sur laquelle ils débouchent. Les récipients constituant ce Dépôt 33 sont, en effet, des plats polychromes à bourrelet basal long, tout à fait diagnostiques de la Sous-phase Balam II[135] (voir les Fig. 12 et 13 in Nondédéo, Begel et Rodas 2018).

La façade nord de la plate-forme finale fait l'objet de plusieurs modifications : des extensions vers le nord et le nord-ouest s'y succèdent avec une certaine fréquence. D'abord, la Superstructure Va, qui est le temple le mieux conservé en élévation à l'heure actuelle, est édifiée au nord-est, dans l'alignement des Structures Vc et Vb. Le style architectural de la superstructure est tout à fait comparable aux superstructures du Complexe triadique (Gillot et Michelet 2016, p. 457), ce qui pourrait tendre à renforcer l'hypothèse de la datation Balam II du remblai de la plate-forme centrale de l'Acropole. En effet, la stratigraphie révèle que la construction de Va est strictement contemporaine à ce remblai (Nondédéo et Dussol 2019, Tranchée 12). Par la suite, on observe plusieurs extensions successives du parement vers le nord, comme le révèlent les tunnels de pillage. Au nord-ouest, un escalier d'accès à la plate-forme finale, visible dans le tunnel de pillage n°15 (Nondédéo, Michelet et Begel 2016), recouvre Vh Sub 4 et ses extensions. Il est lui-même bientôt recouvert par une extension de la plate-forme finale vers l'ouest, sur laquelle est immédiatement construite la Superstructure Vh *(ibid.,* p. 474). La céramique du remblai de la plate-forme finale sur laquelle est construite Vh (lot N16-2187) a pu être datée de Balam II (Perla et Sion 2018, p. 248).

Toujours à l'ouest, le Temple Ve vint prolonger vers le sud l'alignement initié par Vg et Vf, selon des modalités encore mal comprises dans la mesure où les connaissances disponibles sur ce temple ne proviennent que d'une seule tranchée de pillage. La Tranchée de pillage n°6 (Nondédéo, Michelet et Begel 2016, Fig. 16a et c) montre que l'angle sud-ouest du soubassement de Vg et Vf semble se trouver à peu près à l'aplomb du Temple Ve, qui a donc été construit par la suite, sur une extension de la plate-forme centrale. Notons aussi que ce temple qui comportait probablement trois pièces, est différent de Vg et Vf, qui n'en comptent que deux. Ici encore, de nouvelles fouilles seront nécessaires pour comprendre pleinement la situation.

La majeure partie de la construction dans le secteur de l'Acropole semble donc remonter à Balam II, et se caractériser par un très grand nombre de modifications architecturales. Elles sont accompagnées par la construction de deux nouveaux sols de place au pied de la façade ouest. Mais l'activité constructive se poursuivit en Balam III, même si l'ampleur et le nombre des constructions sont alors en nette diminution. On a déjà mentionné que la Stèle 21 pourrait dater du début du VI^{e} siècle. Un sol de stuc (Sol 1, Tranchée 4, Opération V.2) fut d'ailleurs construit, sur un mince remblai, à peu près au même moment, dans ce secteur nord-ouest de l'Acropole (Nondédéo, Begel et Rodas 2018, p. 390). Au sommet du soubassement, un nouveau sol vint recouvrir le patio central déjà évoqué (Figure 74). Dans ce cas précis, la datation proposée par Perla et Sion (2018) ne souffre d'aucune contestation : ce remblai N17-7033/N17-7036 date sans le moindre doute de la Sous-phase Balam III. Toutefois, dans ce dernier cas, il

135 Un échantillon de charbon associé a, depuis, été daté de l'intervalle 243-386 apr. J.-C.(HPD à 95%, 1730 +/- 30 BP), ce qui constitue un nouvel élément pour une datation de Balam II.

ne s'agit que d'une modification architecturale mineure : une réfection de sol sur un remblai d'une vingtaine de centimètres d'épaisseur, dans un secteur large de moins de 3 m à la base de l'escalier de Vb (Nondédéo, Begel et Rodas 2018, p. 401).

C'est probablement en Balam III (même si une datation de Balam II n'est pas tout à fait exclue) que l'accès aux Structures Vf et Vg subit une légère modification, sous la forme de trois marches basses au pied des escaliers (*ibid*., p. 382). La même opération de fouille a permis de déterminer qu'une partie de la façade de l'Acropole, dans le même secteur, fut soigneusement enfouie sous un remblai de terre et de pierres entre Balam III et Ma'ax I (Nondédéo, Begel et Rodas 2018, pp. 379, 382, 384 ; Nondédéo, Michelet et Begel 2016, p. 464). Ce recouvrement concernerait en particulier les masques de stuc ornant les talus qui encadraient les escaliers d'accès aux Structures Vg et Vf, ainsi que l'escalier étroit, en retrait, qui permettait l'accès à la plate-forme supérieure, entre les deux superstructures mentionnées. Les escaliers des superstructures, eux, n'auraient pas été recouverts. Aucune modification architecturale significative postérieure à Balam III n'a été détectée, mais l'activité rituelle a perduré jusqu'à la toute fin de l'occupation de la cité, dans les dernières décennies du Classique terminal, comme en témoignent de nombreuses concentrations de matériels tardifs.

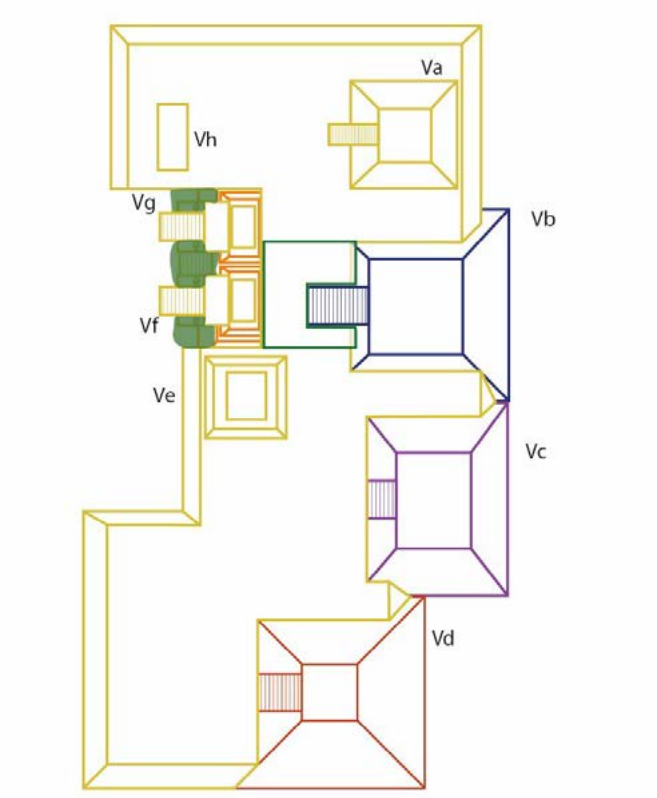


Figure 74. Croquis de l'évolution du secteur de l'Acropole : Balam III.

Il ne fait aucun doute que des fouilles futures de cette acropole permettront de préciser sa séquence complexe, aussi bien en ce qui concerne la morphologie des structures que la datation des différentes étapes, deux aspects qui sont pour l'heure trop mal maîtrisés pour pouvoir faire l'objet d'analyses plus précises.

6.4.3.2 Le Groupe A

Contrairement à ce qu'une vision trop simpliste de l'évolution de l'épicentre de la cité (le modèle de croissance ouest-est) pourrait laisser croire, les vestiges remontant à Balam I sont sans doute plus nombreux dans le Groupe A que dans le Groupe C. Ils sont, en tout cas, plus imposants. Dans le Groupe A, chaque structure d'importance possède une ou plusieurs structures sub remontant à Balam I, à l'exception notable de la Pyramide *La Perdida*.

La Chaussée principale

La chaussée qui unit le Groupe C au Groupe A a connu plusieurs modifications conséquentes. Néanmoins, nous n'en connaissons qu'une portion particulièrement réduite, révélée par une tranchée fouillée par Morales-Aguilar (Morales-Aguilar et Mejía 2014 ; Morales-Aguilar 2014b). La première étape mise au jour date indéniablement de Balam I. En plus de la céramique ancienne contenue dans son remblai (de nombreux tessons préclassiques y ont été récupérés), les caractéristiques constructives de la chaussée renvoient aux pratiques architecturales préclassiques de la région, avec, en particulier, un revêtement constitué par une couche de 20 cm de stuc (Morales-Aguilar et Mejía 2014, p. 429). Dans cette étape, le *sacbe* était probablement bas sur toute sa longueur (il mesure environ 50 cm de hauteur à son extrémité orientale).

Secteur du Complexe à enceinte

Le Complexe à enceinte qui se trouve au sud-ouest du Groupe A possède indéniablement des antécédents en Balam I. Ils sont en partie liés à l'aménagement de l'extrémité orientale du *sacbe,* qui débouche au nord de ce secteur. Il faut préciser que la muraille qui le circonscrit n'est probablement pas construite avant la fin du Classique ancien : c'est la raison pour laquelle la séquence complète du complexe est détaillée par la suite, dans la sous-section 6.4.5, sur la construction en Balam III.

Le terrain de jeu de balle

Le terrain de jeu de balle pourrait exister dès Balam I, au moins sous la forme d'une étape sub. Le bord d'une plate-forme sub très basse (une vingtaine de cm de hauteur) avec une orientation nord-est/sud-ouest, démantelée par les Mayas (Figure 75, Figure 76, et Figure 78), a été identifié à même la roche-mère sous la structure ouest du terrain (Structure XIII) (Hiquet 2018, p. 32). Peut-être est-il prématuré d'affirmer que ce bord de plate-forme appartenait à un terrain de jeu de balle. En effet, on connaît maintenant le profil des étapes finales du terrain, mais son aspect ancien reste à découvrir. On ignore, par exemple, si une plate-forme parallèle faisait face à cet élément, à l'est. Du côté arrière de la Structure XIII (à l'ouest), Morales-Aguilar et Mejía (2014, p. 425) décrivent un nivellement de sascab dont la hauteur semble correspondre au bord de plate-forme qui vient d'être décrit. De plus, plusieurs des niveaux recouvrant la base de l'escalier permettant l'accès au sommet de la Structure XIII pourraient ne contenir que de la céramique datant de Balam I, même si le matériel est fort peu abondant, et parfois peu diagnostique. Au-delà de l'existence d'une plate-forme basse, attestée pour Balam I, on ne peut donc pas écarter une construction durant cette sous-phase de la première version de l'étape principale avec son escalier, qui serait simplement modifiée, comme on le verra par la suite, en Balam II. Comme souvent, on ne peut que recommander des fouilles complémentaires pour éclaircir la datation du terrain de jeu de balle.



Figure 75. Vue depuis le nord de la plate-forme sub Balam I du Terrain de jeu de balle (Structure XIII Sub). (Photo : J. Hiquet).

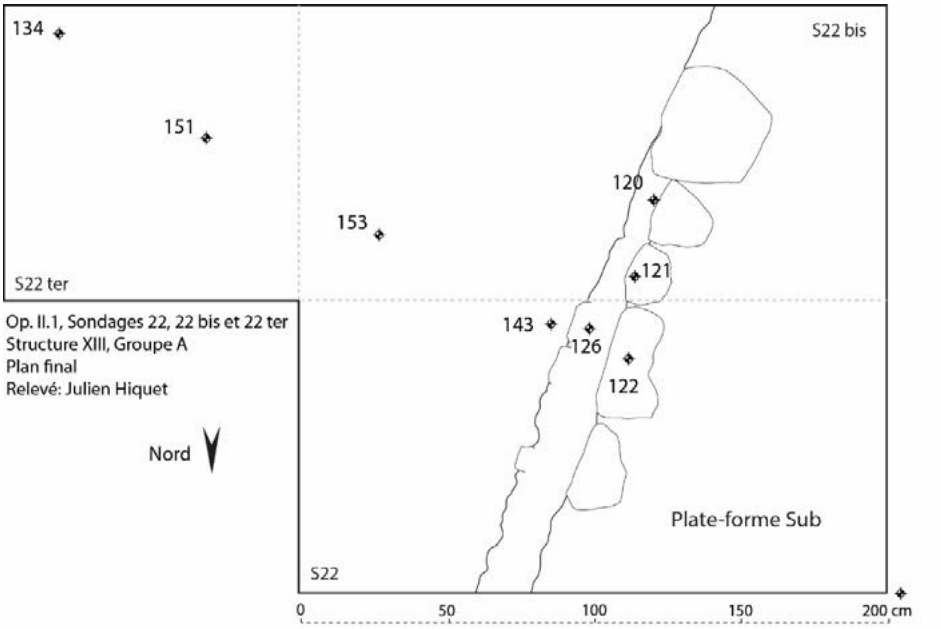


Figure 76. Plan du Sondage 22 de l'Opération II.1 montrant le bord est de la plate-forme XIII Sub.

La Place nord et le Groupe de Type E

La Place Nord est sans aucun doute le secteur le plus imposant du site en Balam I, puisque la conformation du Groupe de Type E existe déjà (c'est une dynamique déjà perçue par Walker 2013, p. 105). Il semble avoir connu trois phases de construction au cours de la Sous-phase Balam I.
La première des phases de construction Balam I du Groupe de Type E est dépourvue de constructions pyramidales et ne comprend que des plates-formes basses (d'une hauteur maximale d'approximativement 1,75 m) au fonctionnement encore mal compris. Selon une hypothèse émise par Cotom Nimatuj (2016b, p. 518) suite à ses travaux dans les parties sud et ouest du secteur (Cotom Nimatuj 2014 ; 2016a ; 2016b), les bords de plates-formes localisés (Figure 77) seraient en fait le contour (à la géométrie assez complexe) du soubassement de la Place Nord. Cette hypothèse (Hypothèse B pour le calcul de coût de la construction monumentale en Balam I) est séduisante, parce que le sommet des plates-formes identifiées se trouve systématiquement au même niveau (avec un certain dénivelé vers les extrémités sud et ouest) que l'unique sol de place rencontré dans les sondages réalisés vers le centre de la Place Nord. En somme, la Place Nord serait une vaste plate-forme nivelant le sommet d'une éminence naturelle, ce qui expliquerait la finesse du remblai dans sa partie centrale, et l'épaisseur plus conséquente de celui-ci au niveau de ses bords ouest et sud. Ajoutons que les bords de plates-formes sont stylistiquement homogènes. Nous serions enclin à suivre l'hypothèse de Cotom, mais un aspect est contradictoire. Il s'agit de la fouille du secteur oriental de la place, au pied de la Structure XXIII (Hiquet 2018, Sondage 29 de l'Opération II.1). On y trouve un bord de plate-forme, toujours à la même hauteur, mais orienté vers l'intérieur de la place (Figure 66 et Figure 77), ce qui pourrait suggérer l'existence de différents soubassements indépendants, associés à chaque structure majeure (XIX, XX, XXI et XXIII), desquelles ils constitueraient la première étape (c'est l'Hypothèse A dans le calcul des coûts de construction monumentale en Balam I). Il est à noter, toutefois, que la qualité de la construction de cette plate-forme est très inférieure aux parements que l'on observe au sud et à l'ouest. Dans l'Hypothèse B, on suppose donc qu'il existait une plate-forme formant la première version de la Place Nord à l'ouest et au sud de la place actuelle, et une deuxième plate-forme à l'est. Des fouilles complémentaires seront nécessaires pour déterminer la morphologie exacte de la Place Nord au début de la Sous-phase Balam I, mais il est d'ores et déjà certain que ses limites sont marquées par ces

soubassements. Si les bords de plates-formes mentionnés sont plutôt bien datés grâce aux remblais intérieurs et extérieurs, en revanche, il est plus difficile de dater la partie centrale de la place. Certains secteurs peuvent être soumis à de forts processus d'érosion, et ce dès leur construction. A Naachtun, la zone centrale de la Place Nord n'a, par exemple, jamais été protégée par les décombres des structures qui l'entourent. Aux alentours de la Structure XXII, on ne trouve qu'un seul sol de place et la roche-mère est atteinte très rapidement (Morales-Aguilar 2012b, Sondage 9, Opération II.1). Dans ce secteur, la céramique était rare et peu diagnostique, mais un disque de calcaire de 13 cm de diamètre a été retrouvé dans le remblai de la place (*ibid.*, p. 112), ce qui pourrait rappeler les dépôts Balam I de la Structure XXIII (Hiquet 2018). Quelques mètres à l'ouest, à mi-chemin entre les Structures XX et XXII, Rangel (2005, p. 7) a identifié un unique remblai de 80 cm environ. Entre les Structures XXII et XXIII, le remblai était bien plus mince encore : tout au plus, il mesurait 25 cm d'épaisseur (*ibid.*).
Quelle qu'ait été la forme exacte des plates-formes de cette première phase, ce n'est que par la suite (mais toujours en Balam I) que la Place Nord prit un tour réellement monumental, avec la construction, non plus de plates-formes, mais de soubassements pyramidaux. Cela n'empêche pas cette première version d'avoir représenté un coût énergétique conséquent, comme on le verra dans le Chapitre 8.

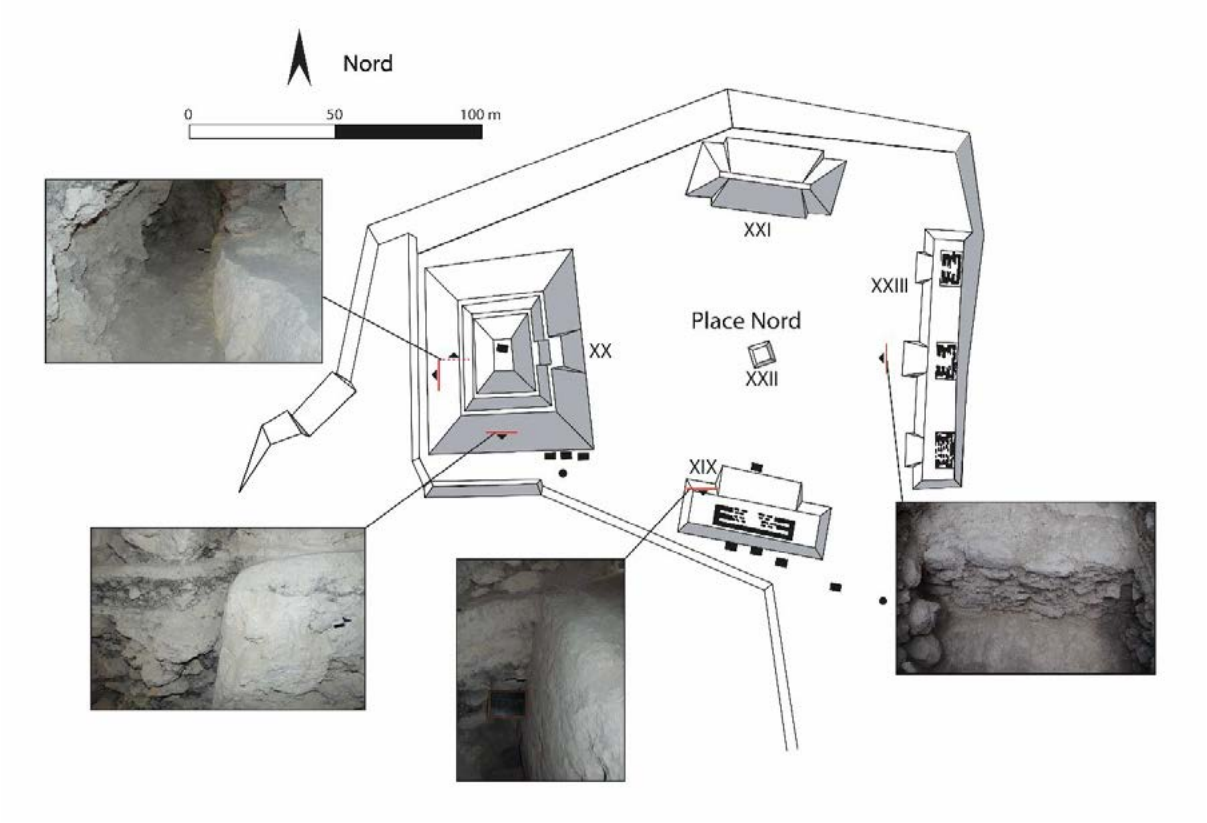


Figure 77. Bords de structures sub retrouvés à proximité des grandes structures de la Place nord. L'extérieur de chaque sub est indiqué par une flèche noire. Le trait rouge en pointillés représente le bord d'une plate-forme que Cotom supposait avoir été détruite par les Mayas. (Photos : J. Cotom et J. Hiquet).

La Structure XX

La Structure XX Sub 1 est la pyramide occidentale du Groupe de Type E. Elle est très probablement construite en Balam I (même si ses remblais ne contiennent qu'une céramique rare et assez peu diagnostique), par-dessus une plate-forme basse, elle aussi datée de Balam I et qui pourrait

correspondre au sol de la Place Nord. A l'heure actuelle, la hauteur de cette étape sub est totalement inconnue (Cotom Nimatuj 2016b, p. 518), et son extension horizontale n'est que le fruit d'extrapolations tirées de l'étude des tunnels de pillage. Face à la quasi absence de données sur les dimensions, il est souhaitable de formuler deux hypothèses. Selon la première (Hypothèse 1), qui nous semble être la plus probable, la Structure XX Sub 1 était un vaste soubassement assez bas, ne dépassant pas 5 mètres de haut. Selon la deuxième hypothèse (Hypothèse 2), on envisage une Structure XX Sub 1 bien plus élevée, atteignant une vingtaine de mètres de haut. Si l'on privilégie, pour l'heure, l'Hypothèse 1, c'est parce qu'aucun des tunnels de pillage pratiqués dans les deux tiers supérieurs du soubassement n'a mis au jour d'indice suggérant de manière convaincante l'existence d'une étape sub à cette hauteur (Figure 78, voir en particulier le Tunnel N°4). Seuls des sols de construction et des murs de caissons sont visibles dans les remblais. D'après les observations de Cotom Nimatuj *(ibid.,* p. 516), le corps inférieur de la structure sub était doté d'un escalier central du côté est, mais aussi du côté ouest, ce qui est plus surprenant, d'autant plus qu'elle n'était pas radiale : aucune trace d'escalier n'a été observée dans le pillage qui attaque le soubassement au centre de sa face sud. Quant au côté nord, il n'a pas fait l'objet de pillages à ce niveau de la structure, mais son inclinaison ne suggère pas l'existence d'escaliers.
C'est peut-être encore en Balam I qu'a lieu l'agrandissement de la Structure XX, qui se rapprocherait alors de son aspect définitif, atteignant une hauteur totale de 33 mètres. Sa base mesurerait 54 par 59 mètres, des dimensions qui en font la structure pyramidale la plus volumineuse de tout le site. On ignore l'ampleur exacte de cette modification, puisque la hauteur de la Structure XX Sub 1 est inconnue. A l'est, un nouvel escalier recouvre le premier (Cotom Nimatuj 2016a, p. 520), mais il n'a pas pu être daté avec précision. Malheureusement, la datation de l'ensemble de cette étape souffre de la même imprécision : les tessons retrouvés dans les différentes fouilles, toutes de faible superficie (Cotom Nimatuj 2019), sont très rares et assez peu diagnostiques (Cotom Nimatuj 2016b, p. 518 ; 2019, p. 324). Les lots contiennent en général de la céramique préclassique mélangée à des tessons du Classique ancien (pas de sous-phase déterminée). Il est tentant de dater ce type d'assemblage de Balam I, mais une application stricte de la méthodologie de datation oblige à maintenir une certaine prudence quant à ce type de raccourci, qui reste au rang d'hypothèse. A l'heure actuelle, les quantités de matériel sont encore trop réduites pour la valider définitivement. Toutefois, le parallèle avec la séquence de construction de la Structure XXIII semblerait conforter la datation Balam I pour cette étape.

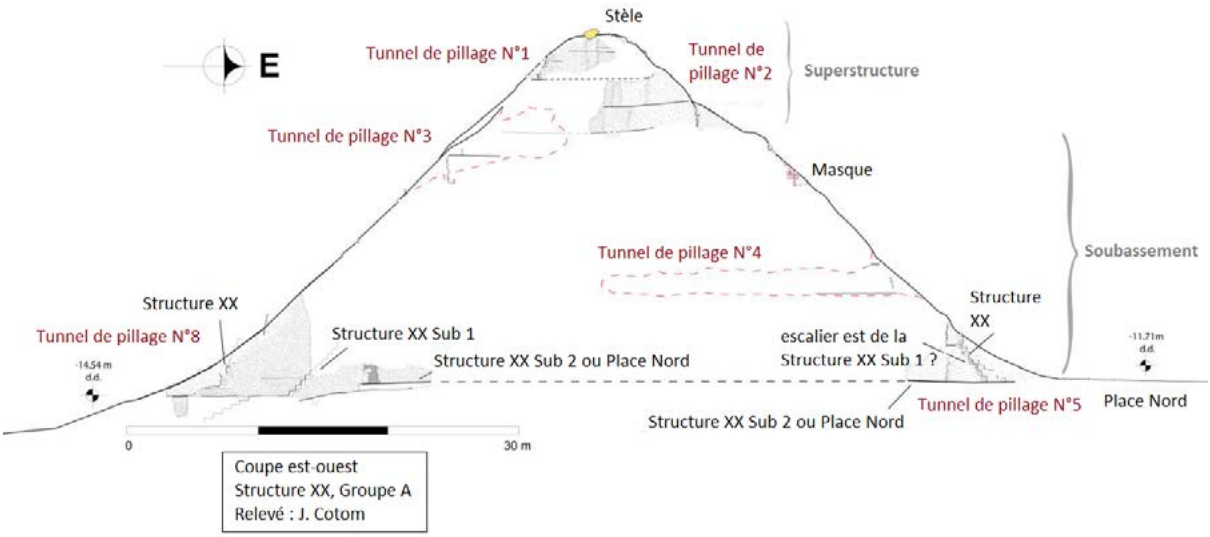


Figure 78. Coupe est-ouest de la Structure XX et de ses tunnels de pillage. (Relevé : J. Cotom).

La Structure XXI

Des quatre grandes structures entourant la Place Nord, la Structure XXI demeure à ce jour celle qui a été étudiée avec le moins de précision. L'auteur a dirigé un sondage, peu fructueux en termes de céramique, en contrebas du monticule, sans mettre au jour d'autres éléments architecturaux que les sols de place (Hiquet 2018, Sondage 26 de l'Opération II.1). C'est au cours de la saison 2018 que la fouille (encore limitée) de la structure proprement dite a réellement débuté, avec les travaux de Michelet et Méndez. La céramique issue de cette opération n'a pas encore été analysée. Pour l'instant, on peut supposer qu'une certaine symétrie était maintenue pour l'ensemble de la Place Nord, et que les étapes de construction de la Structure XXI sont contemporaines de celles des Structures XIX, XX et XXIII. Notons tout de même que d'après les premiers résultats, la morphologie de la Structure XXI n'était pas identique à celle de la Structure XIX. Cela dit, on peut penser que la construction a commencé en Balam I avec une structure sub qui est aujourd'hui visible à cause d'un tunnel de pillage creusé au centre de la Structure, par le sud. Le mortier du remblai interne de cette sub était composé d'argile noire (Michelet et Méndez Quiñonez 2019a, p. 337), une technique caractéristique des remblais des édifices monumentaux les plus anciens de Naachtun. Une date ancienne est d'autant plus probable que dans tous les niveaux du Sondage 26 de l'Opération II.1, plus de la moitié des tessons avaient des caractéristiques de la céramique préclassique (Hiquet 2018, p. 46).

La Structure XXIII

La longue plate-forme orientale du Groupe de Type E (Structure XXIII) présente une séquence assez complexe, qui commence, au plus tard, au tout début du Classique ancien. Les débuts de l'occupation en contrebas de la Structure XXIII n'ont livré que des niveaux de construction stériles, mais dont le *terminus ante quem* se trouve en Balam I. Ces vestiges ont été mis au jour par le Sondage 29 de l'Opération II.1 (Hiquet 2018). La roche-mère semble avoir été régularisée (les parties saillantes étant aplanies et les creux comblés par du sascab), puis recouverte, après un moment indéterminé, par un sol de stuc doté d'un remblai d'une dizaine de centimètres d'épaisseur. On ne trouve plus aujourd'hui que des restes très fragmentés de ce sol, et uniquement dans le Sondage 29 (Figure 66). Comme on l'a précisé, sa fouille n'a permis la récupération d'aucun tesson. Il n'est pas exclu que ces vestiges remontent à la période préclassique : des tessons appartenant au Complexe Kutz' ont été retrouvés dans les remblais immédiatement supérieurs. Plusieurs constructions remontant à Balam I sont, en revanche, attestées.
Un bord de plate-forme d'environ 90 cm de haut, orienté nord-sud et donnant vers l'ouest (Figure 66 et Figure 77) est à ce jour le seul vestige tangible de la Structure XXIII Sub 2 *(ibid.,* Sondage 29, Opération II.1). La plate-forme, dont les dimensions sont inconnues, a été construite sur un nouveau sol de stuc, dont le remblai contenait, lui, de la céramique Balam I. Le bord de plate-forme se trouve à environ 4,5 m à l'ouest de la première marche de l'escalier de l'étape principale de la Structure XXIII (version 1). Il semblerait que le remblai de cette plate-forme soit également visible dans les Sondages 10 et 28 de l'Opération II.1 (Morales-Aguilar 2012b ; Hiquet 2018). L'observation d'un remblai semblable, à la même hauteur, dans la tranchée de pillage inférieure ouest du soubassement porte la largeur minimale visible de la plate-forme à 7 m.
Par la suite, mais toujours en Balam I, la Plate-forme XXIII Sub 2 fut ennoyée, au moins du côté ouest, c'est-à-dire du côté de la place, dans un remblai de blocs de grand module et la Structure XXIII Sub 1 fut construite par-dessus. En théorie, les étapes sub de la Structure XXIII devraient être de longues plates-formes orientées du nord au sud, si elles faisaient partie d'un Groupe de Type E. A l'heure actuelle, leur morphologie exacte demeure inconnue, mais nous formons l'hypothèse que XXIII Sub 1 ait été le soubassement du temple central de cette étape de la plate-forme orientale du Groupe de Type E. Cette structure fut presque complètement arasée pour permettre la construction de l'étape principale de la Structure XXIII, mais il a tout de même été possible d'en déterminer la surface approximative dans le cadre de l'Opération II.1 (Hiquet 2018), puisque ses bords ouest, sud, est et nord apparaissent

respectivement dans les Sondages 29, 27, un tunnel de pillage, et le Sondage 28 (Figure 79). Il s'agissait d'une plate-forme de plan carré, de 5,7 m de côté. Un escalier pouvait se trouver du côté ouest de cette structure sub, mais quel qu'ait été l'élément qui formait la façade occidentale de XXIII Sub 1 (nous penchons, donc, pour une volée de marches), il a été méthodiquement démonté par les Mayas : on ne trouve plus qu'un négatif en ligne droite dans le sol de stuc associé (Figure 80).
S'il existait un soubassement allongé, orienté nord-sud, pour la Structure XXIII Sub 1 (il ne peut s'agir de XXIII Sub 2, puisque le probable escalier occidental démonté de XXIII Sub 1 se trouve plus à l'ouest que le bord ouest de XXIII Sub 2), aucune de ses limites n'a été retrouvée à l'heure actuelle.
Le bord oriental d'une plate-forme pourrait éventuellement avoir été identifié par Salazar (2005, p. 118) lors de son inspection d'un tunnel de pillage situé à l'opposé, du côté arrière (est) de la Structure XXIII, mais seul un relevé non commenté est proposé pour ce tunnel, aussi est-il difficile d'interpréter les éléments architecturaux représentés, d'autant plus que le relevé de la tranchée ouest comporte quelques inexactitudes. Nous n'avons pas effectué de vérification à l'heure actuelle dans ce tunnel de pillage inférieur est. Sur le relevé de Salazar *(ibid.),* on peut voir un élément maçonné légendé « *Muro y piso de tumba (?)*[136] ». Dans la mesure où, dans la tranchée ouest, le parement oriental de XXIII Sub 1 avait été interprété comme la voûte d'une tombe, il semble possible que le bord maçonné et stuqué détecté par Salazar lors de son inspection du tunnel oriental corresponde en réalité, non pas aux vestiges d'une sépulture, mais au bord est de XXIII Sub 2 ou d'une plate-forme pour XXIII Sub 1, d'autant plus que d'après une reconstruction préliminaire de la coupe de l'édifice (Figure 81) effectuée par nos soins à partir des relevés de Salazar (2005), Hiquet (2018) et Portela i Valls (2018), l'altitude du sol stuqué du tunnel de pillage pourrait bien coïncider avec celle de ces éléments. Si cet élément était bien le bord arrière de XXIII Sub 2, la largeur de cette plate-forme serait alors de 14 m environ. Si ce bord appartient à une éventuelle plate-forme pour XXIII Sub 1, sa largeur serait encore inconnue, mais supérieure à 15 m.

136 « Mur et sol de sépulture (?) »

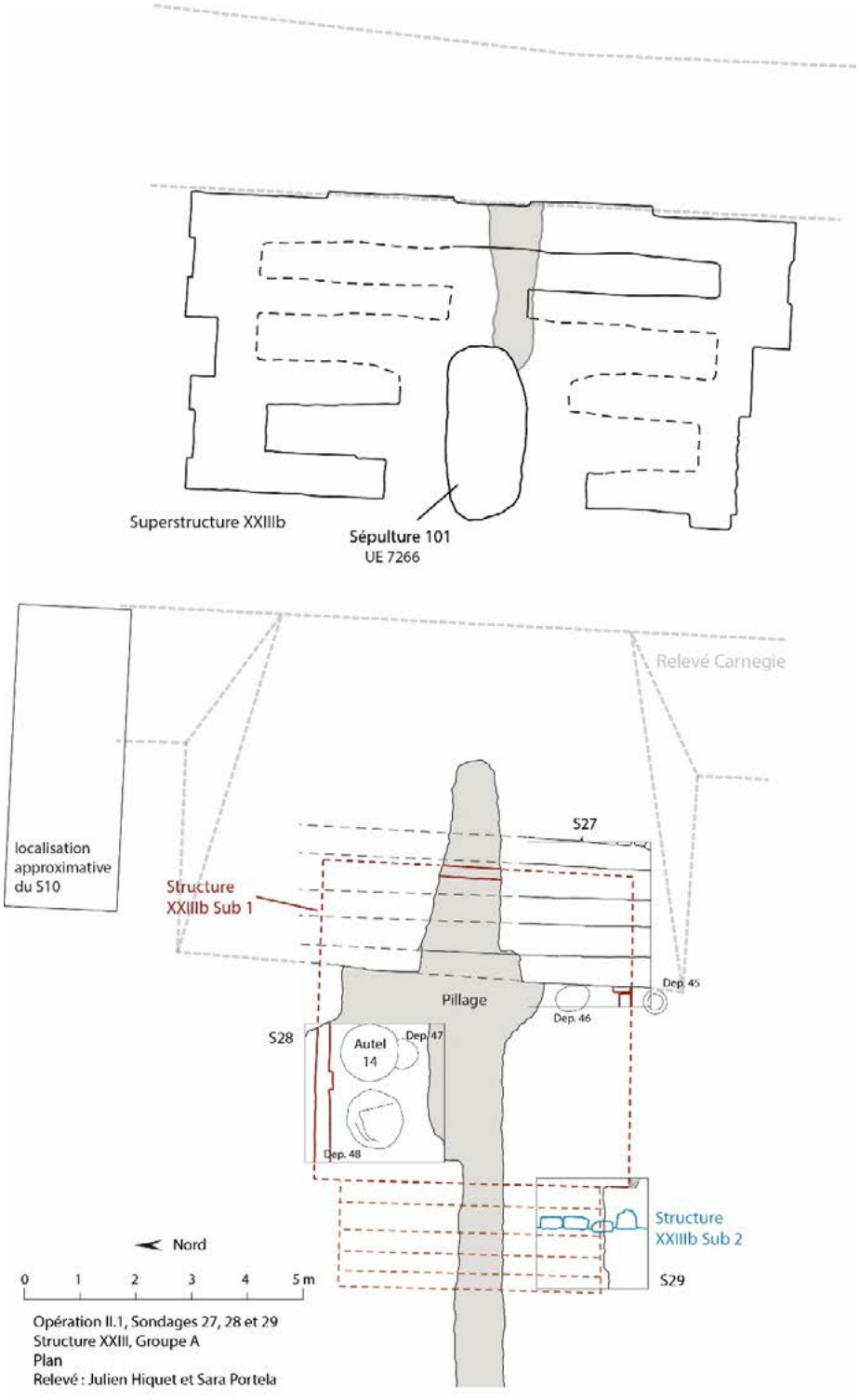


Figure 79. Plan des Sondages 27, 28 et 29 de l'Opération II.1 montrant la localisation des vestiges architecturaux des différentes étapes de la Structure XXIII. (Relevé J. Hiquet).



Figure 80. Sondage 29 de l'Opération II.1. Vue depuis le sud du sol associé à la Structure XXIII Sub 1, mettant en évidence la destruction ancienne de cette étape. (Photo : J. Hiquet).

Une fois la Structure XXIII Sub 1 arasée, la première version de la Structure XXIII fut construite par-dessus. Cette construction a sans doute représenté une augmentation conséquente de l'échelle du Groupe de Type E. Un escalier monumental donnant sur la Place Nord fut construit au centre de la plate-forme. Lors des fouilles de 2017 (Hiquet 2018), six marches en ont été dégagées (Figure 82 et Figure 83), correspondant à une hauteur d'environ 2 m. Le nombre total de marches est encore inconnu, mais au vu de la morphologie et des dimensions du monticule, on peut projeter 13 à 15 marches, pour une hauteur totale d'environ 4 m. On doit prendre en compte un détail stratigraphique important : le sol de la place au pied de cet escalier vient au contact de la première marche, il est donc légèrement postérieur à la construction de l'escalier. Remarquons aussi que Morales-Aguilar (2012b) n'a trouvé qu'un sol associé au soubassement dans son Sondage 10 de l'Opération II.1, ouvert au nord de l'escalier central (Figure 79 et Figure 82). Il semble que ce sol venait également au contact de la base du soubassement : il était donc, ici encore, de peu postérieur à sa construction (*ibid.*, p. 113). Il est possible que ce sol soit le même que celui qui se trouve à la base de l'escalier, et cela semble indiquer que le soubassement de la Structure XXIII est contemporain de la construction de l'escalier monumental et qu'il date, par conséquent, de Balam I (plutôt de la fin de la sous-phase). L'inspection des tunnels de pillage, qui n'est pas encore exhaustive, confirme pour l'heure cette observation. Qu'en est-il des différentes structures sub dans le Sondage 10 de l'Opération II.1 (*ibid.*) ? Aucun bord de plate-forme sub n'y a été mis au jour, et le seul remblai de construction est celui qui est associé à l'unique sol apparu dans ce sondage (Figure 82). Deux hypothèses peuvent donc être faites à l'égard de la continuation des plates-formes XXIII Sub 1 et XXIII Sub 2 vers le nord : il est possible qu'elles n'existent pas dans ce secteur, auquel cas le remblai

du sol du Sondage 10 fait partie du même épisode de construction que le soubassement de la Structure XXIII, ou bien il s'agit du remblai de la plate-forme XXIII Sub 2 (ou de l'hypothétique soubassement de XXIII Sub 1 si l'on considère que les murs mis au jour dans les Sondages 27, 28 et 29 correspondent à une superstructure sur un soubassement) dont le sol supérieur aurait été arraché à l'occasion de la construction de l'étape postérieure, ce qui est le cas dans le reste des sondages de l'Opération II.1 menés par nos soins (Hiquet 2018, Sondages 27, 28 et 29). C'est cette hypothèse qui est privilégiée pour le calcul du coût de construction des structures XXIII Sub 2 et XXIII Sub 1 : nous supposons qu'il s'agissait de plates-formes longues.

En l'absence de tessons diagnostiques dans les remblais (tous les chercheurs ayant travaillé autour de la Place Nord en ont fait l'observation), ce sont probablement les dépôts rituels qui constituent pour l'instant le meilleur marqueur chronologique pour la datation des différents moments de l'évolution architecturale de la Place Nord. Par chance, ils sont nombreux au pied de l'escalier monumental de la Structure XXIII, et leur succession permet d'établir une séquence de construction d'une finesse inespérée.

Le dépôt le plus ancien du secteur est peut-être le Dépôt 8, qui a été mis au jour dans le Sondage 10 de l'Opération II.1 (Figure 83a et b ; Morales-Aguilar 2012b, p. 113). Il consiste en deux imposants récipients monochromes placés bord à bord dans le remblai lors de sa construction (le dépôt n'est pas intrusif) et contenant 3 petites pierres (une de calcaire, deux de silex) non travaillées. Le récipient renversé, servant de couvercle, est un monochrome rouge (type *Dos Hermanos Rojo*), quant au réceptacle, il s'agit d'un récipient de forme et de dimensions identiques, mais de couleur orange (type *Águila Naranja*). La forme des récipients est tout à fait commune pour un dépôt du Classique ancien, mais leurs dimensions doivent être soulignées : ils ont un diamètre d'environ 50 cm, ce qui les rapproche des grands bols également monochromes extraits par les pilleurs de la tombe datant probablement de la Sous-phase Balam I associée à la structure sub du Complexe triadique (Figure 83c).

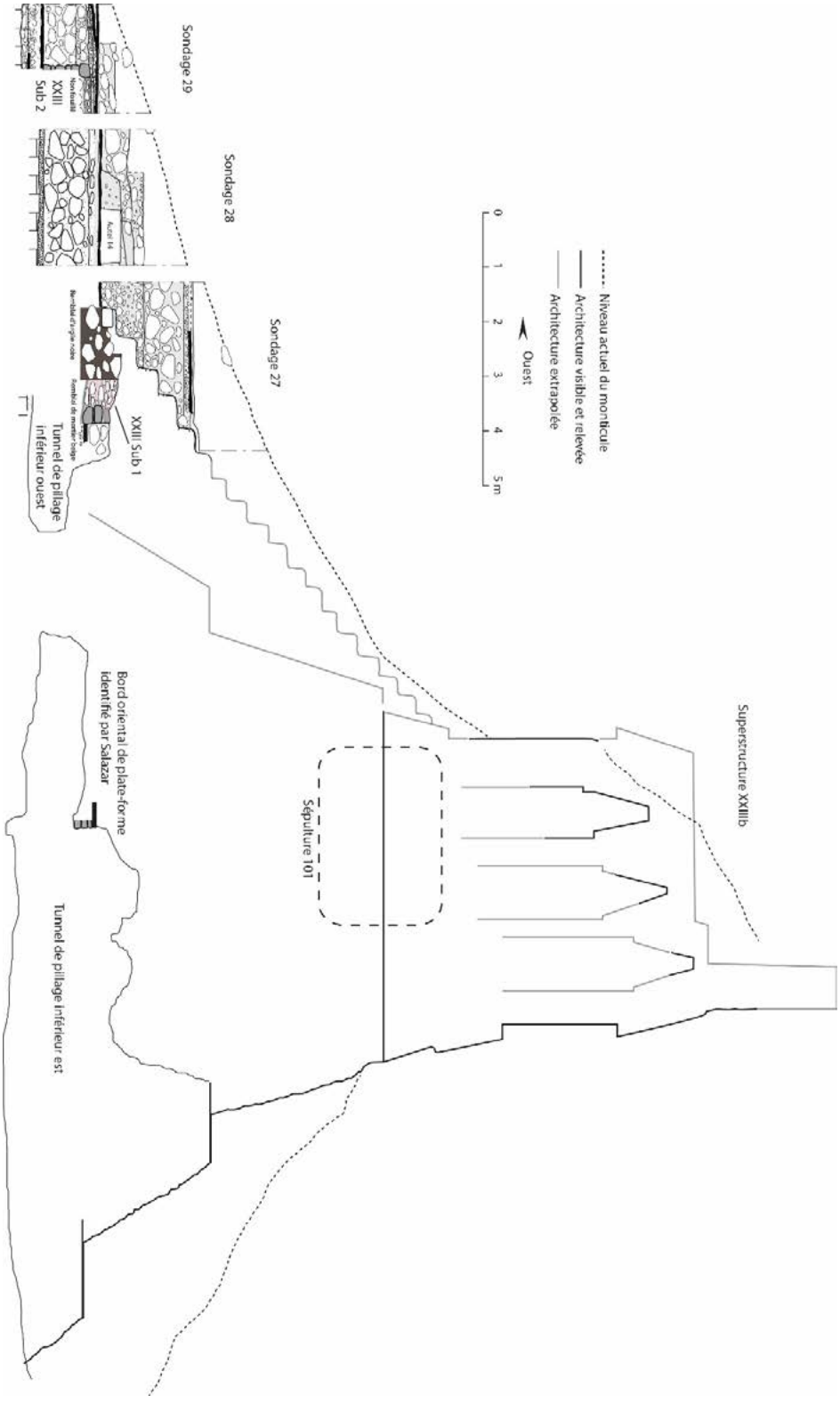


Figure 81. Coupe est-ouest de la Structure XXIII, des tunnels de pillage et des Sondages 27, 28 et 29 de l'Opération II.1. (Relevés : J. Hiquet, S. Portela et B. Salazar).

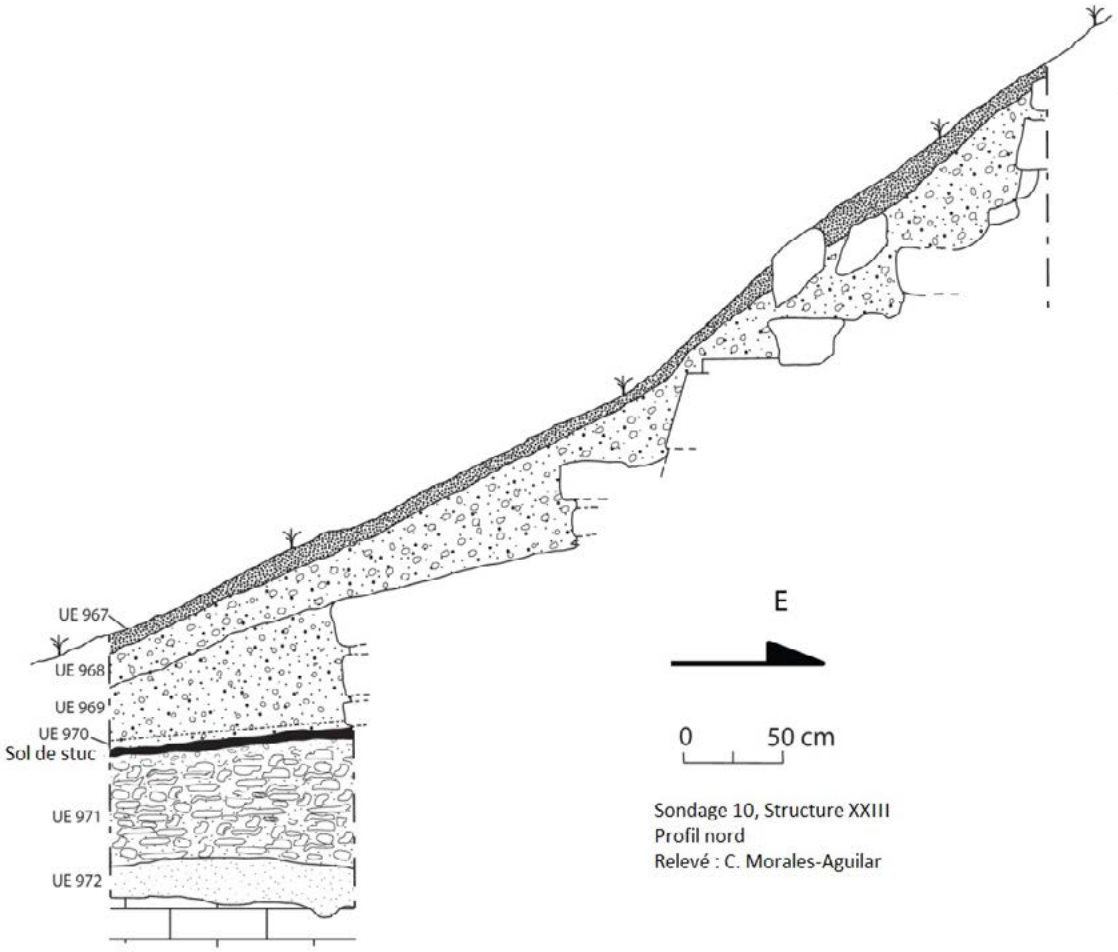


Figure 82. Profil nord du Sondage 10 de l'Opération II.1, Structure XXIII. (Relevé : C. Morales-Aguilar).



Figure 83. Grands récipients Balam I provenant de tombes et de dépôts rituels. (a) Le Dépôt 8 (Photo : C. Morales) (b) Récipients du Dépôt 8 après restauration (Photo : J. Hiquet) (c) Récipient pillé provenant d'une tombe Balam I du Triadique (Photo : PPNN).

Le dépôt suivant est le Dépôt 45 (Hiquet 2018, Sondage 27, Opération II.1). L'un des grands intérêts de ce dépôt, outre son contenu, consiste en son association stratigraphique directe avec la construction de l'escalier monumental de la Structure XXIII, qu'il peut donc permettre de dater. Le dépôt a été effectué au moment de la construction de l'escalier, entre la destruction de la Structure XXIII Sub 2 et la construction du sol de la Place Nord venant au contact de la première marche. Ce contexte est particulièrement précieux : son contenu est, en effet, très diagnostique des pratiques rituelles de la période de transition entre le Préclassique récent et le Classique ancien. Il s'agit d'un dépôt stratifié en fosse, comprenant, entre deux récipients monochromes mis bord à bord (types *Dos Hermanos Rojo* et *Águila Naranja*), trois miniatures de pierre verte, dont une statuette anthropomorphe de type « Charlie Chaplin », et une perle de spondyle, incluses dans un sédiment rougeâtre riche en fer et manganèse (Nondédéo, Begel, Hiquet *et al*. 2022). Surtout, la partie supérieure du dépôt était constituée par environ 38 sphères et palets de calcaire et de silex, dispersés en dessous et autour d'un disque de calcaire de 30 cm de diamètre (Figure 84a). La plupart des sphères et des palets étaient brûlés, mais pas le disque. Parmi les sphères, on trouve un assemblage de trois d'entre elles, de couleur rouge, blanche et jaune, ainsi qu'une quatrième sphère noirâtre qui semble être associée, une disposition qui suggère

inévitablement celle d'un cosmogramme maya, à ceci près que l'association des couleurs aux directions ne correspond pas au modèle postclassique généralement reconnu (qui est cependant loin d'être exempt de variantes, voir Thompson 1930, p. 59, DeBoer 2005 ou encore Houston, Brittenham *et al.* 2009, pp. 27-28) : noir = ouest, blanc = nord, rouge = est, jaune = sud. Ici, la pierre blanche se trouve au sud, la jaune à l'ouest, la rouge à l'est et la pierre noirâtre au nord (Figure 84c).
Dans l'aire maya, les dépôts de sphères de calcaire sont étroitement associés à la période de transition entre le Préclassique récent et le Classique ancien. Ils sont plus courants dans les Hautes Terres et leur versant pacifique (Žrałka, Koszkul, Radnicka *et al.* 2014 ; Inomata 2017 ; Schieber de Lavarreda *et al.* 2018), mais ils existent aussi dans les Basses Terres. Dans la majorité des cas connus dans les Basses Terres et les Hautes Terres (dans la Zone Pacifique, ils peuvent être plus anciens), ils sont datés de ce moment précis de l'histoire maya, parfois appelé Protoclassique (même si les définitions de ce terme peuvent varier). Ichon et M. C. Arnauld (1985, pp. 30, 54) en décrivent à La Lagunita, département du Quiché, précisant que ces assemblages sont diagnostiques de cette période de transition. Dans les Basses Terres, un dépôt comprenant des sphères a été découvert à Uaxactun, dans une niche de la Structure H-XVI (Götting 2013), qui était ménagée dans une structure appartenant à un Groupe de Type E (Velázquez Fergusson 2014, p. 27). Ce contexte a été daté par l'analyse céramique de la phase protoclassique locale, caractérisée, comme c'est le cas pour Balam I à Naachtun, par un mélange de types et modes diagnostiques de la céramique du Préclassique récent et du Classique ancien (Alvarado Najarro, Forné *et al.* 2013). Par la suite, Kováč, Jobbová *et al.* (2016, pp. 9-11) évoquaient une date probable de Tzakol I (250-300 apr. J.-C.) pour les offrandes déposées dans cette niche. A Nakum, un dépôt de sphères de calcaire associé à la Structure 99 (qui n'est pas un groupe de type E) a été daté par radiocarbone (avec 95 % de probabilité) de l'intervalle 80-260 apr. J.-C. (Žrałka, Koszkul et Hermes 2012, p. 32 ; Žrałka, Koszkul, Radnicka *et al.* 2014, p. 107). Enfin, Ceibal est à ce jour le site des Basses Terres comptant le plus de dépôts de sphères. Ils datent du Préclassique récent et de la phase suivante, le protoclassique local, la Phase Xate 2, qui couvre l'intervalle 50-250 apr. J.-C., et étaient associés à la Structure A-10, qui est la plate-forme orientale du groupe de type E de la cité (Flores Cristales 2015 ; Inomata 2017). Plusieurs de ces dépôts de Ceibal contenaient aussi un ou plusieurs disques de calcaire, comme c'est le cas pour le Dépôt 45 de Naachtun. Schieber de Lavarreda *et al.* (2018) rapportent un cas de dépôt de sphères du Préclassique moyen à Tak'alik Ab'aj, comportant, comme à Naachtun, un aspect cosmographique et directionnel (*ibid.*, p. 76) et associé à un espace dont l'agencement pourrait constituer une version primitive des Groupes de Type E.

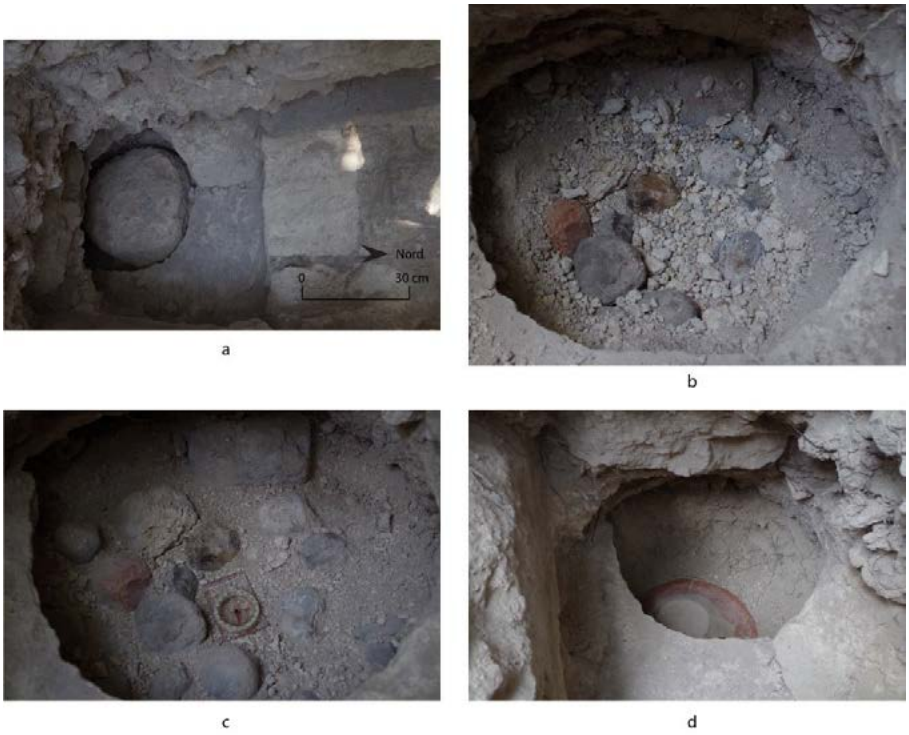


Figure 84. Fouille du Dépôt protoclassique 45. (a) Fosse et disque de calcaire (b) Sous le disque : sphères (c) Sphères colorées et points cardinaux (d) Récipient supérieur (Photos : J. Hiquet).

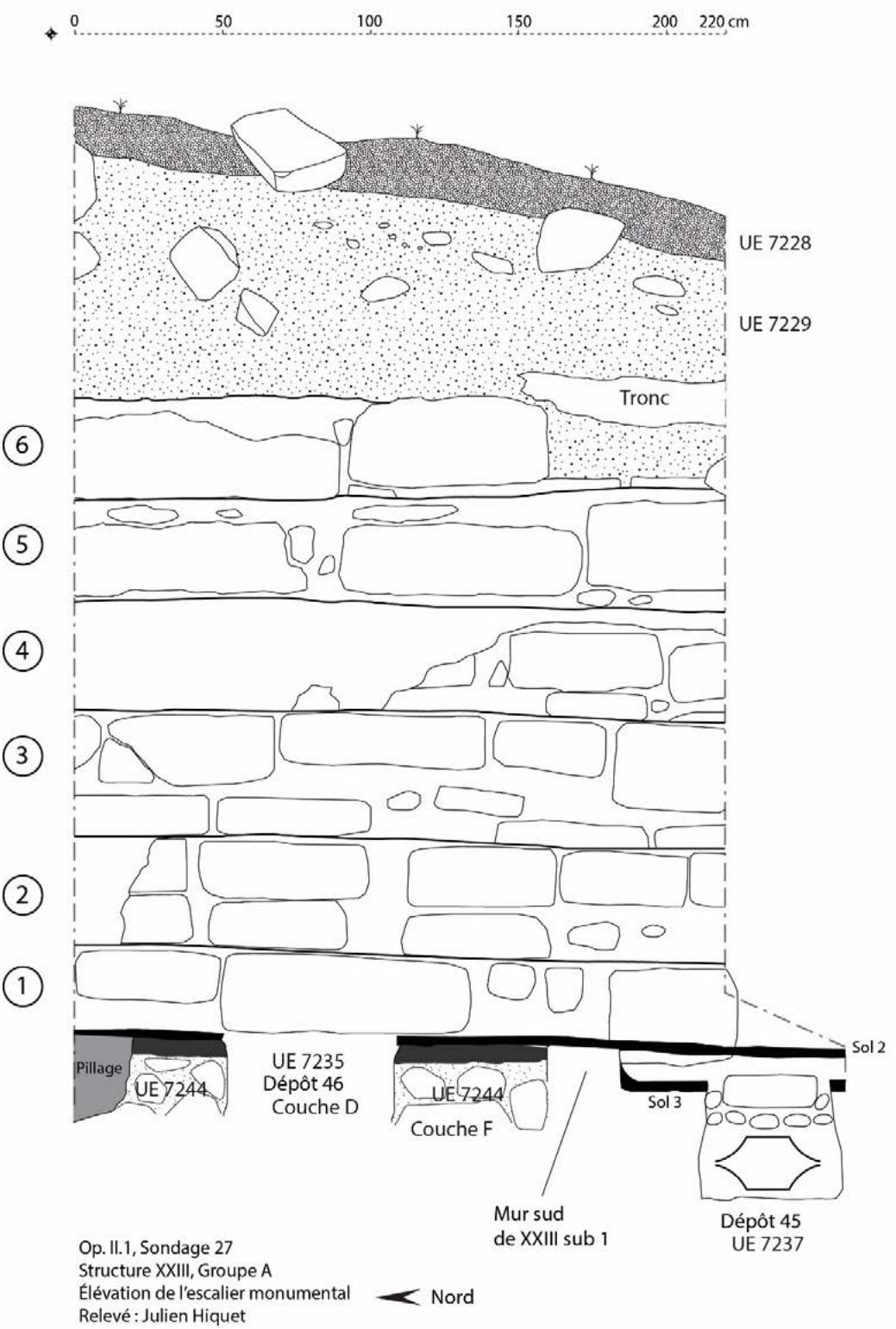


Figure 85. Élévation de l'escalier monumental central de la Structure XXIII. Observer la localisation des dépôts au pied des marches et leur relation à la Structure XXIII Sub 1.

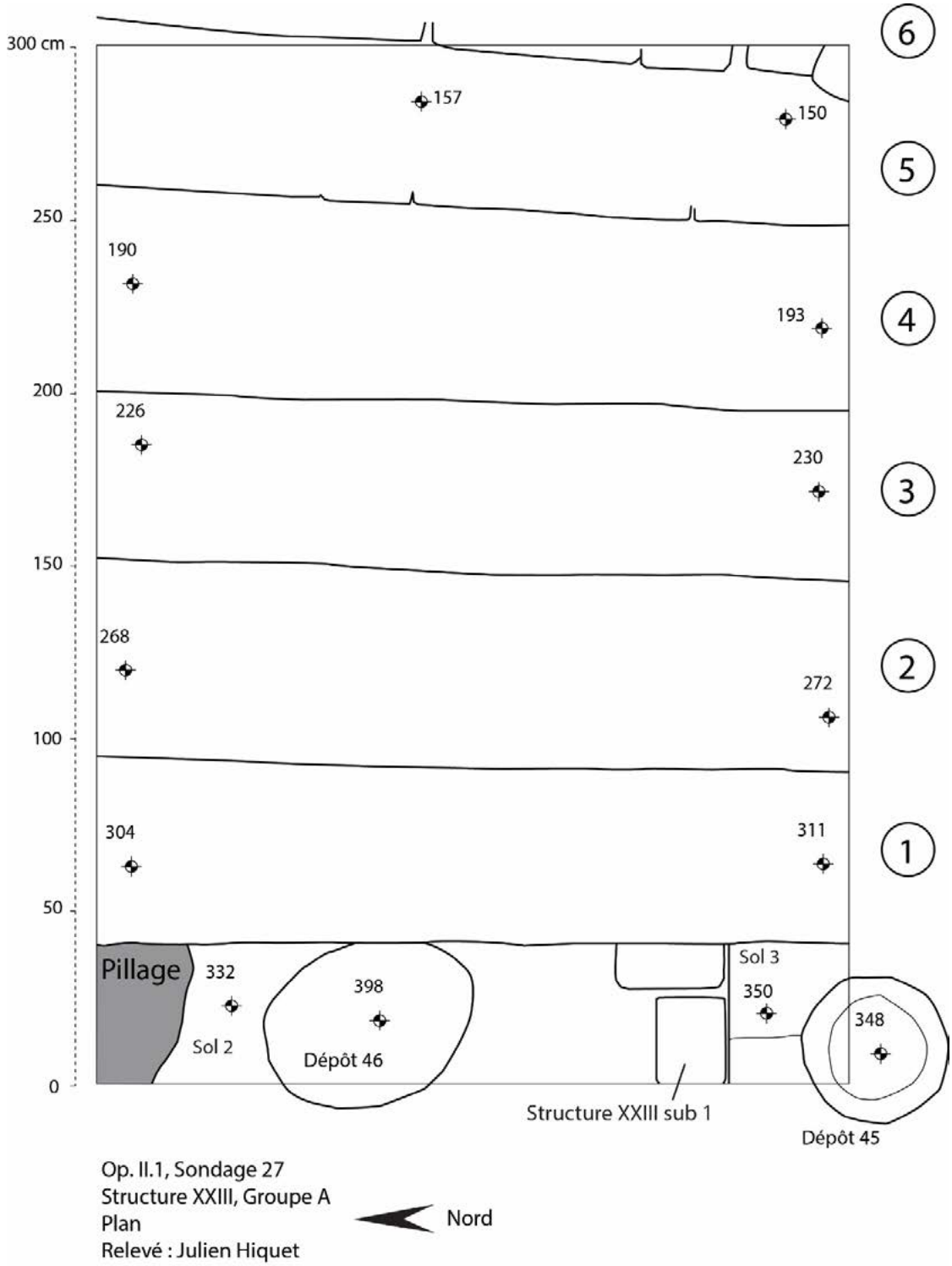


Figure 86. Plan du Sondage 27 de l'Opération II.1 montrant les six premières marches de l'escalier central monumental de la Structure XXIII. Observer la localisation des dépôts au pied des marches et leur relation à la Structure XXIII Sub 1.

Le contenu des récipients (Figure 87) pourrait, lui aussi, orienter la datation en faveur de la Sous-phase Balam I. L'élément le plus diagnostique est sans aucun doute la miniature anthropomorphe de pierre

verte, fréquemment désignée dans la littérature mayaniste comme figurine « Charlie Chaplin ». Ce type de silhouette dont les détails peuvent être incisés, est généralement travaillé dans le coquillage, mais les exemplaires de pierre verte ne sont pas rares (Krejci et Culbert 1995, p. 114). On les trouve, de manière assez courante, dans les dépôts rituels du Préclassique récent et du Classique ancien (moins aux autres périodes). Lomitola (2012, p. 141) a remarqué que les dépôts de figurines « Charlie Chaplin » sont plus anciens au Belize qu'au Petén. Dans la première région, on les trouve souvent au Préclassique récent, alors qu'ils ne se généraliseraient au Petén qu'au Classique ancien. Il est vrai qu'à Tikal, ces figurines proviennent presque exclusivement de contextes du Classique ancien, et jamais du Préclassique (Moholy-Nagy et W. R. Coe 2003).



Figure 87. Contenu du Dépôt 45. (Photo : E. Mencos).

On trouve dans deux sites du Belize des dépôts très comparables au Dépôt 45 de Naachtun. A K'axob, un dépôt comprenant trois récipients entourés de sept sphères de calcaire a pu être daté de la Phase K'atabche'k'ax terminal (Harrison-Buck 2004, pp. 69, 72), qui correspond à l'intervalle 50-250 apr. J.-C., et est donc partiellement contemporaine de Balam I. Ce dépôt était constitué par des combinaisons des miniatures de pierre verte et de coquillage *(ibid.,* p. 74), très similaires (quoique plus nombreuses) à celles du dépôt de Naachtun : on y trouve des figurines « Charlie Chaplin », une perle tubulaire de jade, des disques miniatures, percés ou non. Ajoutons que Harrison-Buck *(ibid.,* p. 74) insistait sur la symbolique directionnelle des objets (de couleur rouge, verte et blanche) composant le dépôt.



Figure 88. Dessin de la figurine anthropomorphe du Dépôt 45 de Naachtun. (Dessin : J. Hiquet).

Le deuxième dépôt bélizien que l'on souhaite comparer au Dépôt 45 est en réalité une tombe du site de Ruinas de Arenal, publiée par Taschek et Ball (1999, pp. 220-225) et datée de la transition entre le Préclassique récent et le Classique ancien. Ces auteurs précisaient que le matériel déposé dans la Tombe 91-B-1 était plus typique de celui d'une cache que d'une sépulture, une pratique qui n'était pas rare dans la région à cette période. On trouve deux paires de plats mis bord à bord, renfermant chacune des silhouettes miniatures anthropomorphes taillées et incisées dans différents matériaux dont la couleur et l'orientation correspondaient aux points cardinaux (et suivant l'association direction/couleur « orthodoxe »). Il faut remarquer que les détails incisés de certaines des figurines les rapprochent de manière évidente du dessin du « Charlie Chaplin » de Naachtun (qui appartient au Type B de la typologie de Moholy-Nagy et W. R. Coe 2003). Mentionnons enfin que les figurines de la sépulture de Ruinas de Arenal étaient accompagnées de miniatures de jade, de coquillage et de corail, comme à Naachtun (Taschek et Ball 1999, p. 225).

En l'absence de céramique diagnostique, la comparaison du contenu du Dépôt 45 avec un bon nombre de dépôts rituels mayas permet tout de même de proposer une datation de la Sous-phase Balam I pour la construction de l'escalier monumental de la Structure XXIII auquel il est associé. A l'heure actuelle, aucun élément ne permet de supposer que cette version de l'escalier n'était pas liée au reste du soubassement dans sa version principale. Cette datation est renforcée par l'étude d'un autre dépôt, celui-ci postérieur à la construction de l'escalier puisqu'il est clairement intrusif dans le sol qui vient au contact de la première marche. Il a donc pu s'écouler un certain temps entre la construction du soubassement et cet événement rituel. Le Dépôt 47 est une fosse creusée dans le sol et son remblai, dans laquelle deux récipients mis bord à bord, contenant un crâne humain, ont été déposés. Du fait de son mauvais état de conservation, il est difficile de se prononcer sur le mode d'obtention de ce crâne (Barrientos Juarez 2018, p. 261) : aucun mode opératoire n'est exclu. Aucune vertèbre n'a été retrouvée, mais il faut remarquer que la partie inférieure du crâne avait complètement disparu, probablement du fait de l'érosion. Les dépôts contenant un crâne humain déposé entre deux récipients mis bord à bord sont courants au Classique ancien dans les Basses Terres : on en verra d'autres exemples par la suite. Dans le cas du Dépôt 47, il a été possible de dater stylistiquement les récipients, encore une fois de la Sous-phase Balam I. Le récipient supérieur est un plat à bourrelet basal monochrome rouge. Comme c'est toujours le cas en Balam I, le bourrelet basal est court, ainsi que la paroi. De plus, l'engobe rouge sombre est épais, proche de celui qui recouvre la céramique de la fin du Préclassique. Le plat inférieur, lui aussi un monochrome rouge, est doté d'un bourrelet basal court, mais sa paroi, de 7 cm, est plus

longue que ce que l'on trouve généralement en Balam I[137]. Ces quelques éléments, ainsi que la position stratigraphique du dépôt, pourraient suggérer une date pour la fin de la Sous-phase Balam I, à la transition avec Balam II, peut-être peu avant 300 apr. J.-C. Une datation radiocarbone des restes humains (aucun fragment de charbon n'a été retrouvé dans ce dépôt) permettra peut-être de préciser cette séquence, mais l'état de conservation est tel que cette perspective reste faible. L'intrusion a été rebouchée par une couche de mortier d'assez mauvaise qualité (il est, en tout cas, mal conservé), puis la vie rituelle a suivi son cours. Un autel maçonné est venu recouvrir partiellement la surface réparée du Dépôt 47, et un deuxième dépôt de crânes (le Dépôt 48) a été effectué à proximité (Figure 79 et Figure 89). Il semble, lui, dater de Balam II et sera évoqué par la suite. Soulignons tout de même que la séquence des dépôts effectués en relation avec les différents moments de la construction de la Structure XXIII permet de compenser de manière très avantageuse la rareté de la céramique dans cette partie du site.
Une sépulture voûtée a été mise au jour par un pillage pratiqué dans le soubassement de la Superstructure XXIIIb. La chambre funéraire était vaste mais d'une construction peu soignée, au point que l'on pourrait s'interroger sur le degré de préparation de cet aménagement. Fait intéressant, la tombe est intrusive dans le soubassement de la Structure XXIII (Figure 81). On distingue parfaitement, dans les profils de la sépulture, le sol supérieur, transpercé, de la grande plate-forme (Figure 90). C'est d'ailleurs au niveau de ce sol que commence l'intrados de la voûte, très rustique. On peut observer, toujours au même niveau, les négatifs de poutres ayant traversé la voûte. Il paraît probable que cette Sépulture n°101 ait été aménagée au cours de la construction du soubassement de la Superstructure XXIIIb, dans lequel elle ne serait donc pas intrusive. Quelle que soit la place de l'aménagement de la tombe dans la séquence de construction de la Structure XXIII, il est tout à fait manifeste que le long soubassement principal a d'abord été complètement construit et enduit de mortier, avant que ne soit entreprise la construction des soubassements des superstructures.

137 Mais un crâne humain aurait-il pu être contenu entre deux plats à parois courtes ? Nous émettons l'hypothèse que cette particularité stylistique du plat inférieur ait tout simplement permis la mise en place de l'offrande.



Figure 89. Vue depuis l'ouest du Sondage 28 de l'Opération II.1 en cours de fouille. On observe, au premier plan, l'emplacement du Dépôt 48, puis l'Autel 14, recouvrant partiellement le Dépôt 47. (Photo : J. Hiquet).

Le temps de séchage indispensable (voir la discussion de Gillot 2018a, p. 364 sur le temps de séchage nécessaire pour mener à bien la construction des superstructures) suggère que ces différents épisodes de construction pourraient avoir eu lieu au cours de campagnes différentes.
Le PAN avait récupéré à proximité du tunnel de pillage inférieur central ouest de la Structure XXIII les restes correspondant à 9 récipients du tout début du Classique ancien (Walker et Reese-Taylor 2012 ; Walker 2013). Dans un premier temps, il a été suggéré qu'ils pouvaient provenir d'une hypothétique sépulture dans ce tunnel, sépulture dont il nous a cependant été impossible de trouver la moindre trace malgré un nettoyage et un relevé du pillage. Il n'est pas impossible que ces récipients proviennent en réalité de la Sépulture 101, qui, elle, est bien identifiée. A l'intérieur de cette chambre, dans les déblais du pillage, il n'a été possible de récupérer que les fragments, maculés de pigment rouge (probablement du cinabre ou de l'hématite), d'une jarre globulaire à col court du type *Dos Hermanos Rojo*, simplement diagnostique du Classique ancien. Les 9 récipients fragmentés récupérés par le PAN pourraient en réalité provenir, plutôt que d'une tombe, d'un autre type de dépôt rituel (comme l'envisageait Walker 2013, p. 108), qui pourrait n'avoir laissé aucune trace, au contraire d'une tombe monumentale. Identifier le lieu exact de provenance de ces récipients serait un objectif de recherche important, dans la mesure où ils semblent tous diagnostiques de la facette Balam I. Il s'agirait d'une nouvelle confirmation de l'ancienneté de la construction du Groupe de Type E de Naachtun, qui ne fait aucun doute en ce qui concerne les étapes sub de la Structure XXIII, mais dont l'appartenance à Balam I demeure une hypothèse pour l'étape finale dans sa première version, avant la modification en Balam II.



Figure 90. Vue de la Sépulture 101 depuis l'est. On observe que la voûte naît à la hauteur du sol (perforé) du soubassement de la Structure XXIII. (Photo : J. Hiquet).

La superposition des différentes étapes de la Structure XXIII, avec le déplacement du centre de gravité de l'édifice vers l'est et extérieur de la place au fur et à mesure de l'ajout de nouvelles étapes s'inscrit dans le modèle d'agrandissement des Groupes de Type E des Basses Terres, où les ajouts progressifs provoquent l'éloignement vers l'est du centre de la plate-forme orientale, et l'éloignement vers l'ouest du centre de la Pyramide occidentale (Laporte et Fialko 1995, Fig. 6 ; Doyle 2013 ; Inomata, MacLellan et Burham 2015, Fig. 4). Selon les cas et l'ampleur des modifications, cela peut impliquer ou non l'élargissement de l'espace de la place. Cette dynamique, illustrée par exemple par Doyle (2013, p. 172), pour El Palmar, suggère que si des étapes sub de la Structure XX devaient exister, elles se trouveraient

en priorité au niveau de la moitié est du soubassement, ou bien dans la moitié ouest de la Place Nord, autant de secteurs comparativement peu étudiés par rapport à la partie est de la Place Nord et la moitié ouest du soubassement de la Structure XX. La raison de ce déséquilibre se trouve en partie dans le fait que les tunnels de pillage du côté est de la Pyramide XX (dans sa partie inférieure) sont bien plus superficiels que ceux de la moitié ouest, qui s'enfoncent profondément dans le remblai.

La Structure XXII

Il est possible que l'autel central au milieu de la Place Nord (Structure XXII) date aussi de la même sous-phase Balam I, même si la datation exacte est à ce jour impossible du fait de la quasi-absence de céramique dans les remblais et les tunnels de pillage (Morales-Aguilar 2012b, p. 111). Cette rareté de la céramique, que l'on retrouve dans les remblais des Structures XIX, XX et XXIII, pourrait suggérer une datation ancienne : la terre amassée pour constituer les remblais était peut-être encore pauvre en vestiges d'occupation. La structure fut en tout cas construite sur le sol de la place. Le monticule mesure environ 12 m de côté pour 2 m de hauteur, et la structure, carrée, semble avoir mesuré environ 8 m de côté, d'après le plan du site et la Fig. 14 de Morales-Aguilar *(ibid.).*

La Structure XIX

La Place Nord et le Groupe de type E sont bordés, au sud, par l'imposante Structure XIX, qui a connu deux versions principales. Dans son état final, le soubassement mesure 50 m de long pour 18 m de large, et plus de 6 m de haut. La première version pourrait d'ores et déjà s'approcher de ces dimensions, et semble remonter à Balam I. Les fouilles pratiquées pour l'instant ont surtout consisté en un dégagement des éléments les plus superficiels (parements, escaliers, sols) plus qu'en des sondages dans les remblais. Cela dit, plusieurs indices font que l'hypothèse d'une construction en Balam I est la plus probable. On a eu l'occasion de le mentionner, la rareté de la céramique dans les remblais peut indiquer une datation ancienne. La fouille la plus utile pour la datation est la Tranchée 53 de l'Opération III.8, ouverte au sommet du soubassement (Cotom Nimatuj 2014, p. 445). Les quelques tessons retrouvés dans les remblais N14-3832 et 3833 appartiennent à des types du Classiques ancien et du Préclassique récent. Un peu dans le même ordre d'idée, Cotom Nimatuj *(ibid.,* p. 447) insistait sur l'emploi de techniques architecturales issues de la tradition préclassique, ce qui s'appliquerait bien au contexte transitionnel qu'est Balam I. Une construction en Balam I serait, de plus, cohérente avec l'évolution architecturale de la place et la construction des Structures XX et XXIII. Enfin, la construction de la Structure XIX a été permise par une extension vers le sud du soubassement de la Place Nord *(ibid.,* Fig. 5), qui a probablement eu lieu en Balam I, à en juger par les quelques tessons retrouvés dans les remblais de cette extension.
Par la suite, à un moment totalement indéterminé du Classique ancien, certains parements de la première version furent démantelés, et une nouvelle façade fut construite par-dessus, élargissant la partie centrale de la façade de 1,8 m vers le nord. Plusieurs murs, verticaux ou en talus, ont été ajoutés au cours de cette deuxième phase de la construction, dont la séquence et la morphologie exactes restent assez peu claires. Notons que plusieurs de ces modifications furent, elles aussi, démantelées, à moins que la modification n'ait jamais été menée à son terme *(ibid.).*

La Place Ouest

Il n'est pas exclu que la Place Ouest ait eu des antécédents en Balam I. Si le sol de place principal est plus récent, on trouve, au fond de son remblai, un niveau régulier de *sascab*[138] posé directement sur un niveau d'argile daté de Balam I (voir *infra* pour la description de ces niveaux d'argile). La datation des différents

138 Interprétation préliminaire issue de l'observation macroscopique de ce niveau par Morales-Aguilar (2012b, p. 109).

niveaux grâce à la céramique et à un échantillon de charbon est acceptable, mais il faudrait multiplier les sondages sur l'ensemble de la surface de la place pour s'assurer de leur extension[139]. En somme, à l'heure actuelle, il est difficile de savoir si la terre noire et le sol qui la recouvre sont des aménagements d'extension limitée ou s'ils couvraient déjà une vaste superficie, comme c'est le cas de la place dans sa version finale.

Le Réservoir

Il est difficile de dater le réservoir qui se trouve au sud du Groupe A, puisque la formation des niveaux qui en tapissent le fond répond à la succession de processus naturels et artificiels (principalement l'alluvionnement et le curage, mais la dispersion d'offrandes jetées depuis le bord ou la surface n'est pas exclue) peu propices à la construction de séquences stratigraphiques utiles pour la datation. Le PAN a d'abord consacré quelques tranchées à l'exploration du bord ouest du Réservoir (Parry 2005 ; 2007). Parry avait alors conclu de ses recherches que le Réservoir existait déjà, au moins sous une forme naturelle, au début de l'occupation du site. C'est même au fond du Réservoir que le PAN avait récupéré les tessons (du Préclassique récent) qui étaient alors les plus anciens de toute la collection de Naachtun (Walker et Reese-Taylor 2012, p. 135). Parry (2007, p. 114) rapportait que les niveaux de sédimentation les plus anciens dataient de l'intervalle 159-292 apr. J.-C., soit l'équivalent, dans la séquence du PAN, de Balam I. Le Réservoir a donc pu servir de lieu d'approvisionnement en eau dans le cadre de la construction des grandes structures du Groupe A. Avec une contenance très probablement supérieure à 1 000 m³ (voir l'Annexe C), il était largement assez vaste pour permettre de mener à bien la construction des grandes structures du Groupe de Type E (sauf à considérer que toutes ont été construites au cours d'une seule et unique saison, ce qui est bien entendu hautement improbable et aurait exigé des effectifs de travailleurs très supérieurs à la main-d'œuvre présente dans les environs de Naachtun à cette période). Il est impossible de dater avec précision l'aplanissement artificiel du fond - déjà observé par Parry, cet aspect était confirmé par les fouilles au centre de *l'aguada* (Michelet et Méndez Quiñonez 2019b, p. 360), mais il semblerait bien qu'il ne puisse être postérieur à Balam I, puisque les niveaux les plus profonds qui le recouvrent contiennent du matériel de cette facette. Les fouilleurs qui ont sondé le fond de ce réservoir ont remarqué (Parry 2007 ; Michelet et Méndez Quiñonez 2019b) que le substrat calcaire était assez meuble, suite à son immersion prolongée. Dès lors, puisque ce réservoir correspond à l'aménagement d'un point d'eau naturel, le travail de régularisation de la roche, friable, s'est probablement effectué dans des conditions favorables. Il semblerait, en revanche, que l'aménagement des contours du réservoir ait été postérieur.

Promontoire au sud de la Place Sud

Au sud de la Place Sud, on trouve une élévation naturelle largement remaniée par la suite. C'est sur ce promontoire que fut édifiée la Pyramide XXVII (ou au moins la sub) au cours de la Sous-phase Balam II[140]. En Balam I, le secteur était toutefois déjà occupé. La roche-mère fut travaillée, et pourrait éventuellement avoir servi de carrière (Michelet, Quiñonez Dardón et Escobar Durand 2013, Fig. 29 et 30). Un niveau de terre noire organique ressemblant à un épais paléosol recouvre le secteur (sous l'actuelle Structure XXVIIB et au centre de la Structure XXVII), sauf au nord de la pyramide, où il est remplacé par un niveau d'argile pure.

139 Le niveau d'argile a été identifié sur les bords sud et nord de la place, mais il est toujours possible qu'il s'agisse de poches ponctuelles d'extension limitée, et non d'une vaste surface ininterrompue.

140 Une datation radiocarbone obtenue postérieurement à la rédaction de ce travail suggère en réalité une construction en Balam III.

Niveaux d'argile artificiels

D'épais niveaux artificiels d'argile contenant de rares tessons Balam I ont été mis au jour dans les Groupes A et B (Figure 91). Ils apparaissent systématiquement en fond de fouille, sur la roche-mère. La provenance exacte de l'argile est à ce jour inconnue. Il avait été suggéré, dans un premier temps (Nondédéo, Morales-Aguilar *et al.* 2012, p. 127 ; Nondédéo, Patiño, Sion *et al.* 2013, p. 232), qu'elle pouvait être extraite des *bajos* puis déposée dans des secteurs plus élevés de l'Épicentre. Toutefois, l'analyse des phytolithes menée sur ces argiles a montré qu'une partie d'entre elles ne provenaient pas des *bajos* : on ne trouve dans certains cas aucune trace de spicules d'éponge, un marqueur systématique des sédiments archéologiques et modernes provenant des *bajos* de Naachtun (M. Testé, communication personnelle, 2019). Il est tout de même probable que ces niveaux aient eu une utilité agricole. Ils représentent un investissement énergétique réel si l'on imagine que de l'argile a été effectivement déplacée, d'autant plus que l'extraction de ce matériau peut être une tâche fort coûteuse, en fonction de l'humidité. Il n'est pas impossible, toutefois, que certains de ces niveaux aient été formés de manière plus progressive, par amendement des sols agricoles, éventuellement par l'apport d'excrément humain et/ou animal (une éventualité que l'analyse des phytolithes n'exclut pas, au contraire de l'hypothèse de la provenance des *bajos).* En l'absence de latrines formellement identifiées dans les unités résidentielles (A. F. Chase et D. Z. Chase 2014, p. 11), et à partir d'observations ethnologiques (Sanders 1981, p. 362), l'hypothèse est crédible. Des analyses pédologiques complémentaires sont en cours et permettront probablement de déterminer la provenance et le mode de formation de ces niveaux.
On trouve, entre autres, ces niveaux sous les Structures XV et XVI, où ils ont une épaisseur de 90 cm (Morales-Aguilar 2012b, Sondage 8, Opération II.1). Ces structures bordent, au sud, la Place Ouest du Groupe A. Il est intéressant de constater qu'à cette période, qui correspond au début de la Sous-phase Balam I, il n'existe pas encore le dénivelé artificiel qui sépare la Place Nord de la Place Ouest. On trouve alors, sous la Structure XIX et dans ses environs (partie sud de la Place Nord), les mêmes couches d'argiles que l'on peut observer au sud de la Place Ouest : en contrebas de la Structure XIX, avec une épaisseur de 30 cm (Morales-Aguilar 2014a) et directement sous la Structure XIX, avec 20 à 24 cm d'épaisseur (Cotom Nimatuj 2014). Cotom Nimatuj (2016a, pp. 524-525) rapporte un niveau très localisé d'une douzaine de cm d'épaisseur sous la Structure XX. Morales-Aguilar (2014b) a observé un niveau cette fois beaucoup plus épais, puisqu'il mesure près de 2 m d'épaisseur, sous l'extrémité orientale du *sacbe* qui relie le Groupe C au Groupe A, à l'aplomb du mur nord du Complexe à enceinte. Juste au nord de la Structure XXVII, Michelet, Quiñonez Dardón et Escobar Durand (2013) rapportent l'existence d'un niveau de 70 cm d'épaisseur (Sondage 11, Opération III.7). On observe aussi ces couches d'argile sous la *Perdida* (Michelet 2014b ; Purdue 2014 ; Hiquet 2018).
La partie nord de la Zone résidentielle était également concernée par ces dépôts, que des sondages ont mis au jour sous les Unités résidentielles 5N6 (Sondage 4 de l'Opération II.2, Cotom Nimatuj, Véliz *et al.* 2012, p. 135) et 6N2 (Sondage 5 de l'Opération II.2, Cotom Nimatuj, Véliz *et al.* 2012, p. 139). Nondédéo, Sion, Belches *et al.* (2011, pp. 35-38) décrivaient aussi ces couches dans les niveaux inférieurs des sondages pratiqués dans les Patios 1 et 2 du Complexe Ouest du Groupe B.

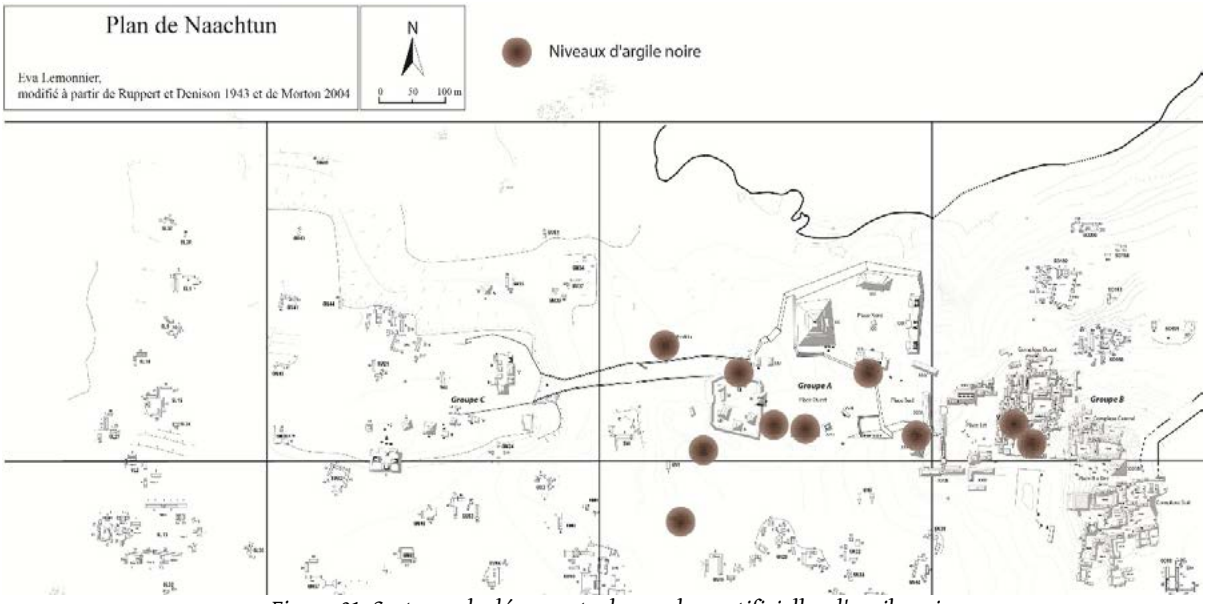


Figure 91. Secteurs de découverte de couches artificielles d'argile noire.

6.4.3.3 Synthèse pour Balam I

Dès Balam I, les secteurs politiques et rituels importants de la cité sont donc établis, et marqués par une architecture publique et monumentale. C'est à ce moment que les structures les plus volumineuses et coûteuses de toute l'histoire de la cité sont bâties. Il est possible que le Groupe de Type E ait joué un rôle central dans le développement de la cité. Il semble donc, si l'on se fie aux données épigraphiques disponibles à l'heure actuelle, que le développement monumental de la cité ait précédé l'instauration officielle de la dynastie de la Chauve-souris, présumée, d'après une inscription du Classique récent, avoir eu lieu autour de 325 apr. J.-C. Il est toutefois probable qu'avant cette date, une élite dirigeante se soit distinguée, comme le suggèrent plusieurs tombes très élaborées et autres structures funéraires monumentales. La dynastie est donc très probablement antérieure à la date de fondation enregistrée par la suite sur les monuments.

6.4.4 La construction monumentale à Naachtun au milieu du Classique ancien (sous-phase Balam II)

6.4.4.1 Le Groupe C

Le Complexe Triadique

Dans le Groupe C, le complexe triadique (Structure I) vient recouvrir la petite plate-forme sub datant de Balam I. Le changement d'échelle est total, puisque le complexe est construit sur une plate-forme aux angles arrondis (Figure 92) de 4 m de hauteur, dont la base mesure 35 (N-S) par 45 m (E-O). Il semblerait que le soubassement visible actuellement ait été construit durant la Sous-phase Balam II (Michelet 2016). Il en est très probablement de même pour les trois superstructures est, sud et ouest, construites dans un style tout à fait représentatif des pratiques architecturales du nord du Petén au Classique ancien (Gillot et Michelet 2016, p. 452).

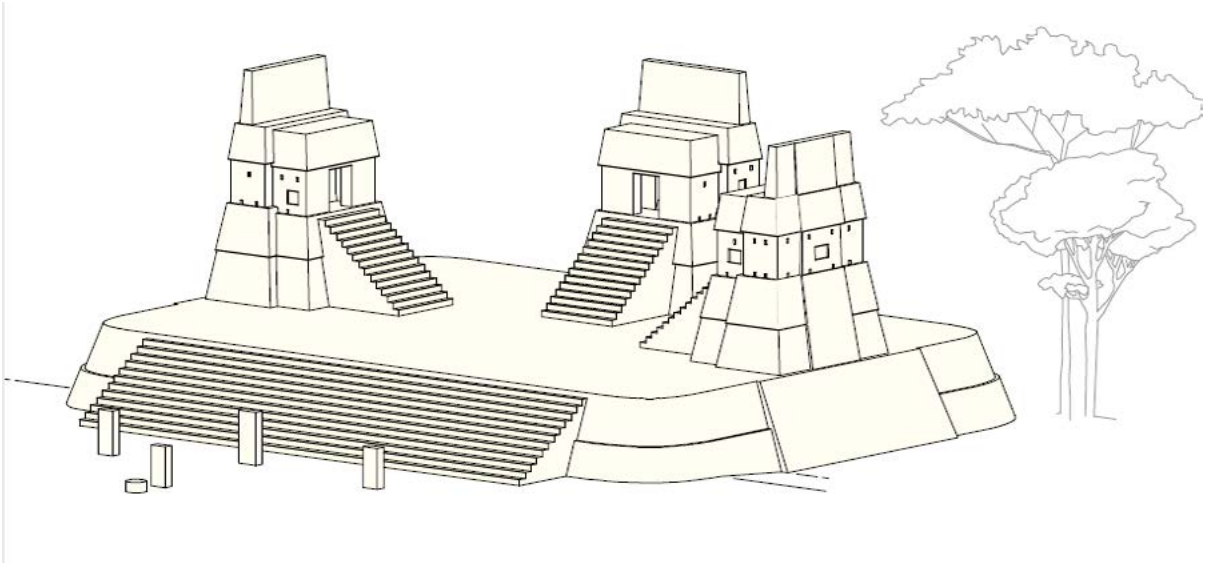


Figure 92. Représentation axonométrique idéalisée du Complexe triadique de Naachtun, par C. Gillot (Gillot et Michelet 2016).

La Structure V - Acropole funéraire royale

La majorité des édifices et des modifications architecturales de la Structure V semble remonter à Balam II, même si le remblai de bien peu d'entre eux a été fouillé. Quand ce n'est pas la céramique associée aux constructions et à de nombreuses sépultures qui le démontre, c'est une autre logique qui le suggère : si la dynastie a effectivement été fondée autour de 325 apr. J.-C., comme le laisse penser le registre épigraphique local, logiquement, les dirigeants enterrés ont vécu à partir du IV^{e} siècle, même si l'existence d'une élite dirigeante ou religieuse dès Balam I ne fait aucun doute. On se souviendra, d'ailleurs, qu'un sol de place existait déjà en Balam I. Il est recouvert par deux sols et leurs remblais successifs, probablement en Balam II. Pour une description détaillée des épisodes de construction Balam II de l'Acropole, on renvoie à la discussion dédiée.

Structures mineures du Groupe C

Entre les Structures I et V, on trouve un groupe de six structures de dimensions bien plus réduites, presque toutes strictement alignées sur un axe est-ouest (voir la Figure 93) : il s'agit des Structures 31, 32, II, III, 52 et IV. Plus exactement, la Structure III se trouve en léger retrait de cet axe, au sud, et délimite une sorte de place réduite, avec les Structures II et 52. Même si les fouilles ne sont pour l'heure que très partielles, et le matériel généralement peu diagnostique, il semble que ces édifices datent en majorité de Balam II. Il doit être précisé que leur coût de construction est modeste.
Les Structures 31 et 32 encadrent la place au nord de la Structure I. D'après la céramique, peu abondante, retrouvée dans le Sondage 21 de l'Opération II.1 (Garrido *et al.* 2014), la construction de la Structure 31 remonte à Balam II. Deux sondages ouverts à proximité de la Structure 32 (*ibid.*) n'ont livré que trop peu de matériel, aussi, sa construction n'est pas datée avec précision au sein du Classique ancien.
La Structure II correspond au monticule le plus grand de ce groupe de structures mineures. Une stèle très fragmentée et érodée se trouve au pied du monticule, qui n'a pas été étudié.
La Structure III est associée à trois monuments avec inscriptions. Malgré sa taille modeste, il devait donc s'agir d'un édifice particulièrement important de l'histoire ancienne de Naachtun. La Stèle 23, au sud, est le monument daté le plus ancien du site avec sa série initiale remontant à 361 apr. J.-C. Au nord, le couple Stèle 22-Autel 8 porte des inscriptions dont les dates exactes sont endommagées, mais une

récente lecture indique qu'ils datent également des années 360 apr. J.-C. Un dépôt rituel pratiqué au pied de l'autel (Begel 2019) semble remonter au Classique ancien. Il est composé, entre autres, d'un récipient cylindrique avec couvercle, une forme typique et exclusive, à Tikal, des dépôts du Classique ancien (Culbert 2003, pp. 67, 70). Si ces monuments datent de Balam II, Il ne fait aucun doute que la céramique retrouvée au-dessus du sol le plus ancien du secteur (Garrido *et al*. 2014, Sondages 13 et 14 de l'Opération II.1), sur lequel la plate-forme a été construite, date de Balam III.
La Structure 52 est un édifice d'environ 10 m de côté. D'après les observations de Garrido (2016b, p. 503), le monticule présente, à l'heure actuelle, une hauteur de 2,5 m. En l'absence de vestiges d'escalier sur les côtés sud, est et ouest, il a été déduit que la façade principale de cette structure se trouvait au nord (*ibid*., p. 505). Cette structure a été construite sur un sol dont le remblai, hétérogène et épais d'une cinquantaine de cm, recouvre la roche-mère. La céramique qui y a été retrouvée, peu abondante, date, pour la partie supérieure du remblai, du Classique ancien, et pour la partie inférieure, sur la roche-mère peut-être travaillée, de Balam II (documents de travail de D. Perla, 2016).
En ce qui concerne la Structure IV, seul un bord de plate-forme datant probablement du Classique ancien en est connu (Garrido *et al*. 2014).

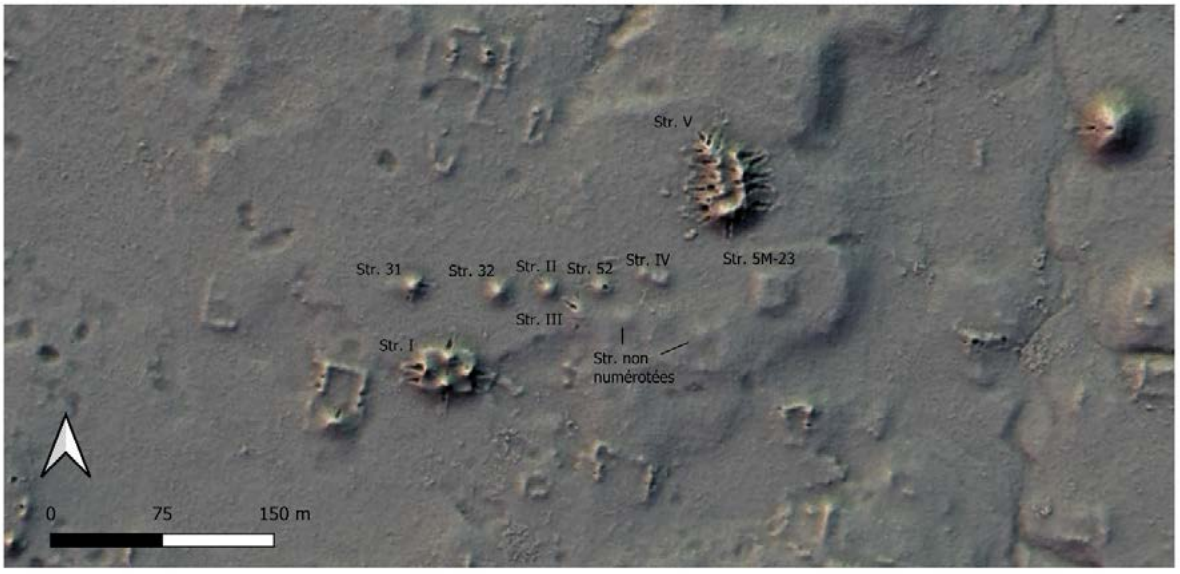


Figure 93. Vue LiDAR des structures mineures du Groupe C (MNT Pacunam, modifié par Julien Hiquet).

La Chaussée

La construction de la deuxième étape de la chaussée pourrait remonter à Balam II, mais la céramique est rare dans son remblai. Au niveau de son extrémité est, la chaussée présente un imposant talus vers le nord (Figure 94), haut de plus de 3 m, long de plus de 5 m : la chaussée forme une rampe permettant d'accéder au Groupe A. Cependant, comme la chaussée n'a pas fait l'objet d'autre fouille que celles de Morales-Aguilar et Mejía (2014) en ce secteur, on ne connaît pas la morphologie exacte de cet aménagement sur l'ensemble de sa longueur. Il est possible que la chaussée ait mesuré environ 1,1 m de hauteur, c'est-à-dire 60 cm en plus des 50 cm de l'étape Balam I.
Deux étapes postérieures, datées du Classique récent, ont élargi considérablement l'extrémité orientale de la chaussée (Morales-Aguilar et Mejía 2014 ; Morales-Aguilar 2014b, p. 389).



Figure 94. Vue depuis le nord du talus Balam II de la Chaussée. (Photo : C. Morales-Aguilar).

La *Perdida*

La pyramide *La Perdida* a été construite dans la plaine qui se trouve entre les plateaux des Groupes A et C. Sept sondages et l'étude de l'un des deux tunnels de pillage (Michelet 2014b ; Hiquet 2018) donnent une idée relativement précise de sa séquence de construction. Les trois étapes connues de *La Perdida* semblent dater de Balam II (il existe aussi un premier sol antérieur à toutes les étapes connues, qui n'est à ce jour associé à aucune structure détectée). La première, *Perdida* Sub 2, est au moins composée d'un espace clos par un mur orné d'une moulure basale sur ses deux côtés, à l'intérieur comme à l'extérieur (Hiquet 2018). Un sol de stuc était associé à cet édifice, dont les dimensions exactes sont inconnues à ce jour, puisque seul l'angle sud-ouest était visible (quoique très endommagé) dans le tunnel de pillage. Une extrapolation des dimensions permet toutefois de supposer que la pièce n'était pas voûtée. Une tombe (pillée) creusée dans la roche-mère et couverte par une série de dalles se trouvait sous la pièce (Figure 95). Il est malheureusement difficile de déterminer, à cause de la destruction du contexte par les pilleurs, à quelle étape (Sub 2 ou Sub 1) cette Sépulture 97 était associée. Quelques tessons, pour certains imprégnés de cinabre, ont été retrouvés dans la fosse. Ils ont probablement été abandonnés par les pilleurs. Les récipients concernés, parmi lesquels se trouvait un plat polychrome à bourrelet basal (Figure 96), datent la sépulture de Balam II. Il est à noter que le nettoyage des abords de la

tranchée, à l'extérieur, n'est que partiel, tant le volume de décombres est important. Or, c'est généralement à cet emplacement que se trouve la majorité des fragments abandonnés par les pilleurs.



Figure 95. Vue de la Sépulture 97, pillée, depuis le sud-ouest. (Photo : J. Hiquet).

La deuxième étape, *Perdida* Sub 1, est une structure en *talud-tablero* (Hiquet 2018). Cette étape de la structure était dotée d'un escalier, sans *alfarda*, de son côté ouest (Figure 97). Il s'agit d'une donnée étonnante dans la mesure où l'escalier de la dernière étape de la *Perdida* se trouve à l'est, comme orienté vers le Groupe A. Même si seule une portion minime de la structure sub a été mise au jour (toujours par un tunnel de pillage), nous pensons pouvoir affirmer qu'elle n'était pas radiale. En effet, une bonne partie de la façade sud de l'édifice a été dévoilée par une branche secondaire du tunnel de pillage, et aucun escalier n'y est visible (Figure 98). L'ouest était, toutefois, une direction associée à l'inframonde et à la mort, une orientation logique pour un temple funéraire. A Copan, c'est l'orientation du sanctuaire dynastique classique ancien, la plate-forme Yehnal, alors que la structure sub Hunal, qui était peut-être le lieu de résidence du fondateur de la dynastie, où il a été par la suite enterré, était orientée vers le nord (Sharer, Traxler *et al.* 1999, p. 10 ; Sharer et Traxler 2006, p. 344). La nécropole de Naachtun (Structure V) possède la même orientation : tous les temples funéraires ont leur façade principale à l'ouest.



Figure 96. Tessons d'un plat polychrome Balam II provenant probablement de la Sépulture 97. (Photo : J. Hiquet).

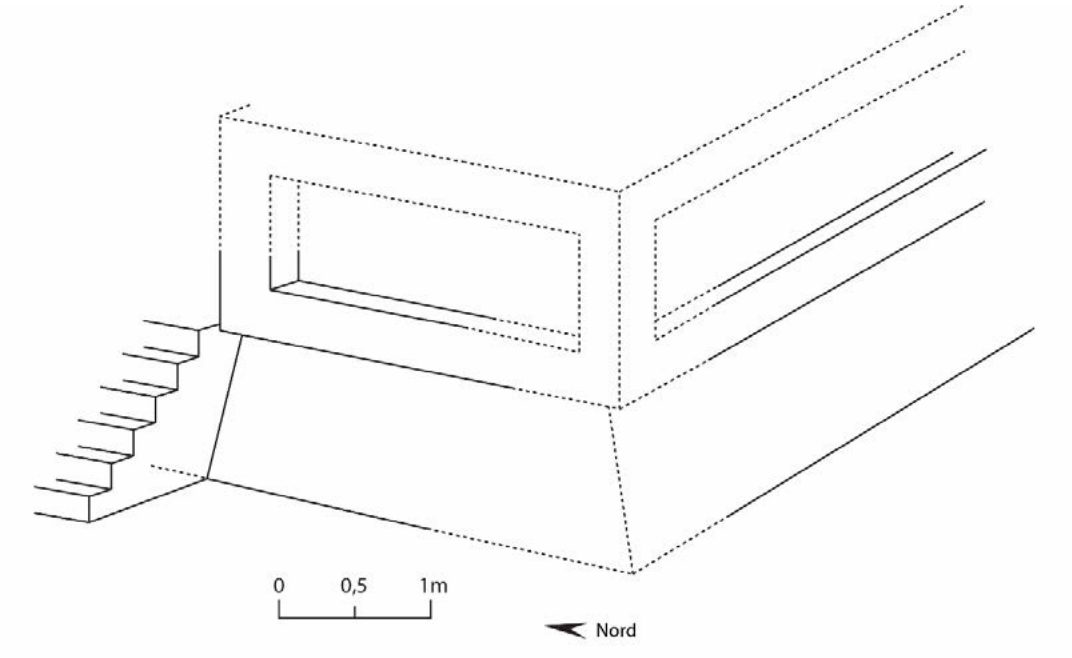


Figure 97. Reconstitution isométrique de l'angle sud-ouest de la Structure Perdida *Sub 1. Les lignes pleines représentent les éléments visibles dans le tunnel de pillage. Les lignes en pointillés sont extrapolées.*

La troisième et dernière étape correspond à l'édifice pyramidal visible actuellement, fruit d'une augmentation radicale du volume par rapport aux deux structures sub. Le soubassement, de forme approximativement carrée, a des côtés d'une trentaine de mètres de longueur, des dimensions estimées à partir de divers relevés (LiDAR, relevé topographique réalisé par le PAN ; rappelons que l'édifice n'avait pas été relevée lors de l'expédition de la Carnegie). Quant à la base du monticule (c'est-à-dire, les dimensions totales, décombres compris), elle mesure 45 m, d'après Michelet (2014b, p. 473). Sa

hauteur maximale est d'environ 12 mètres. La morphologie de cette étape de la pyramide est mal connue, car ses parements ont probablement été en partie démantelés **(***ibid.***,** p. 474).



Figure 98. Vue depuis l'ouest du talud *et de la base du* tablero *de la façade sud de la Structure* Perdida *Sub 1. (Photo : J. Hiquet).*

6.4.4.2 Le Groupe A

Escaliers d'accès au Groupe A par l'ouest

Le dénivelé entre le Groupe A et les secteurs adjacents (en particulier, l'espace plan sur lequel a été construite la Pyramide *La Perdida*) est tel que plusieurs escaliers monumentaux permettant d'accéder aux différents niveaux étagés ont été aménagés. En plus de leur aspect pratique, ces escaliers contribuaient sans doute à la mise en scène de la monumentalité du Groupe A, qui devait, au temps de sa splendeur, paraître entièrement artificiel et le fruit d'un effort colossal (alors qu'il ne s'agit que de l'aménagement d'un relief naturel). Ces escaliers, qui suivent donc, probablement en grande partie le relief naturel, sont difficiles à dater : en général, les sondages se sont limités à en dégager quelques marches, sans atteindre le remblai. Il est donc évident que la datation actuelle de ces aménagements n'est pas définitivement établie.
Un escalier monumental permettait ainsi d'accéder, depuis l'espace plan situé autour de *La Perdida*, au secteur du Terrain de jeu de balle, situé 7 à 8 m plus haut. Comme la place et la pyramide datent de Balam II, et comme cet escalier est partiellement recouvert par la dernière étape, classique récente, de la chaussée, il est bien possible que sa construction remonte à Balam II. Il n'a été fouillé que très partiellement, par Morales-Aguilar et Mejía (2014, p. 427). Ils décrivent *(ibid.,* p. 430) ensuite un autre escalier monumental (environ 40 m de large, 2,5 m de haut) permettant d'accéder au niveau de la Place Nord (à l'arrière de la Structure XX) depuis le niveau du Terrain de jeu de balle (Figure 99). L'escalier a simplement été découvert, et n'a pas été sondé, aussi, la date exacte de sa construction demeure inconnue, mais si les auteurs précisent que le système constructif est caractéristique du Classique

ancien (Morales-Aguilar et Mejía 2014, p. 431). On peut supposer que la construction remonte à Balam I ou Balam II.

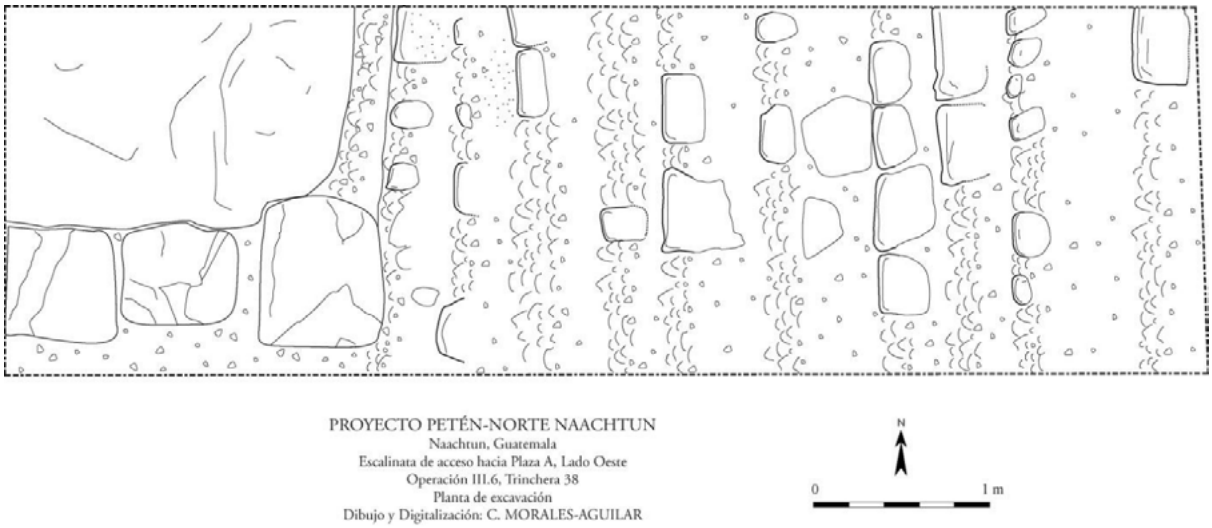


Figure 99. Plan de la section fouillée de l'escalier d'accès à la Place Nord depuis le Terrain de jeu de balle. (Relevé : C. Morales-Aguilar).

Le Terrain de jeu de balle

Le Terrain de jeu de balle de Naachtun est composé des Structures XIII et XIV. Comme la plupart des terrains de la région, il est orienté N-S (cette orientation ne constitue pas toutefois une règle absolue). Les dimensions des deux structures, qui n'étaient pas identiques (Morales-Aguilar 2013, p. 142), seraient d'environ 13 mètres de long, 10 mètres de large et 4 à 5 mètres de haut. Le profil exact des structures n'est pas déterminé avec une totale certitude, mais elles comptaient au moins deux talus séparés par un palier, dans la version finale du terrain, qui date du Classique récent. Les deux structures parallèles délimitent une allée centrale large de 5,81 mètres (*ibid.*, pp. 138, 143). Il s'agit donc d'un terrain de taille modeste.

C'est probablement en Balam II que le terrain prend ses dimensions finales, même si des antécédents Balam I (déjà évoqués) sont probables. On le répète, il connaît aussi une modification au Classique récent. Plus que la rare céramique obtenue lors de la fouille des remblais des talus et de l'allée centrale, c'est le matériel associé à la construction des superstructures et à leurs sols supérieurs (Morales-Aguilar et Mejía 2014) qui permet d'attribuer l'étape principale de construction du terrain à la Sous-phase Balam II. L'élément le plus déterminant à ce titre est peut-être un dépôt de construction constitué de cendres et d'un récipient complet ou quasi-complet associé à l'étape finale de construction de la Superstructure XIII. Le récipient en question est un plat polychrome à angle en Z aigu, très érodé (Morales-Aguilar et Mejía 2014, p. 423). Il semble dater de Balam II, même si son état de conservation ne permet pas d'écarter complètement l'hypothèse Balam I. Cette étape de construction n'est, toutefois, qu'une modification très superficielle de la superstructure (l'ajout d'un sol de stuc, quelques centimètres au-dessus d'un sol existant, non daté), qui pouvait exister depuis Balam I. A l'ouest de la Structure XIII, un nouvel escalier associé à un sol de stuc recouvre la première version de l'escalier, à un moment indéterminé du Classique ancien. Peut-être que cette modification est contemporaine de celle de la superstructure et du dépôt du plat en Balam II. Dans toutes les fouilles, la céramique est rare et assez peu diagnostique. Le sol principal du terrain (Sol 2 sur la Figure 78), sur lequel sont construits les talus, n'est toujours pas daté (Hiquet 2018, p. 31). Quant à la présence d'éventuels talus en sub, elle reste hypothétique.

Rappelons tout de même que le détail de l'évolution du terrain de jeu de balle est uniquement significatif dans le domaine de la trajectoire politique du site. A ce titre, on peut dire que le terrain connaît des épisodes de construction probables en Balam I, certains en Balam II[141] et en Ma'ax III. En ce qui concerne l'effort constructif, aucune des étapes de ce petit terrain ne constitue un investissement substantiel.

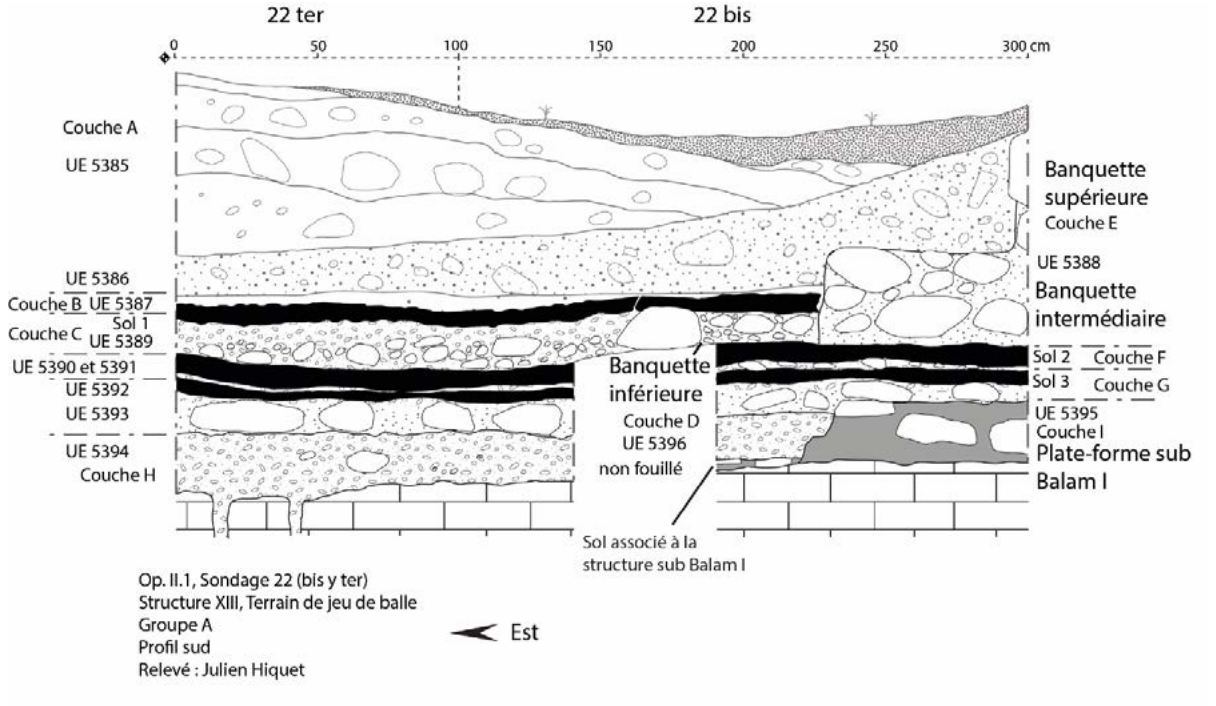


Figure 100. Profil de la partie inférieure du talus ouest du Terrain de jeu de balle.

Le secteur du Complexe à enceinte

On l'a mentionné, la séquence de construction du Complexe à enceinte est détaillée par la suite. Rappelons donc simplement que l'activité de construction y continue en Balam II, et se manifeste toujours par des édifices de taille modeste. Il est peu probable (mais pas complètement exclu) que l'enceinte existe déjà en Balam II : on considère qu'elle est construite en Balam III.

La Place nord et le Groupe de Type E

La Structure XX

La Pyramide occidentale du Groupe de Type E (Structure XX) est peut-être modifiée en Balam II. Ainsi, il est possible que la version définitive de la structure date de cette sous-période, même si l'on privilégie l'hypothèse Balam I. En l'absence de céramique diagnostique en quantités suffisantes, c'est surtout par

141 Alors que les constructions de terrains étaient peut-être rares dans les Basses Terres : voir Falkenhausen (1985, p. 124), bien que, depuis les années 1980, plusieurs terrains classiques anciens aient été identifiés.

analogie avec l'évolution de la Structure XXIII, décrite par la suite, que l'on suppose que des modifications d'ampleur mal connue pourraient avoir eu lieu en Balam II.

La Structure XXIII

La Structure XXIII connaît donc quelques modifications au cours de la sous-phase Balam II. Morales-Aguilar (2012b, p. 113) évoque l'ajout d'une plate-forme au niveau du deuxième corps du soubassement au nord de l'escalier central. La date de cette modification architecturale demeure inconnue, mais la morphologie de cet élément adossé rappelait à Morales-Aguilar (*ibid.*) les pratiques architecturales du Classique ancien à El Mirador. Il a été possible de déterminer de manière plus ferme que c'est en Balam II qu'une plate-forme adossée a été construite sur l'escalier monumental Balam I au centre de la plate-forme XXIII (Hiquet 2018). Cette plate-forme recouvrait les cinq marches inférieures, et donnait accès à un nouvel escalier qui recouvrait le premier. Ce nouvel escalier fut démantelé par la suite, si bien qu'il n'en subsiste que le négatif de la marche inférieure dans le revêtement de stuc du sommet de la plate-forme adossée (Figure 101 et Figure 102). En ce qui concerne la façade de cette plate-forme, elle aussi a probablement été démantelée, car il n'a pas été possible de la retrouver dans deux sondages ouverts à son niveau théorique : les Sondages 27 et 28 de l'Opération II.1 (*ibid.*). La plate-forme adossée se prolongeait à l'ouest, sur une distance d'environ 6,5 m, en 3 ou 4 paliers dont la hauteur diminue d'est en ouest (voir la Figure 81). Le Dépôt 48 (Figure 56 et Figure 89) fut placé dans une fosse intrusive creusée dans le sol qui vient au contact de la première marche de l'escalier monumental, avant la construction de la plate-forme adossée, qui le recouvre totalement. Il consistait en deux paires de plats monochromes à bourrelet basal mis bord à bord. Chacune contenait des restes humains extrêmement fragmentés, dents et esquilles d'os. Par analogie avec le dépôt voisin (Dépôt 47) ainsi qu'avec d'autres dépôts de la Structure V, contemporains, on peut penser que les récipients du Dépôt 48 contenaient des crânes humains. Les plats datent ce contexte de la Sous-phase Balam II, et la réparation de mortier de l'intrusion dans le sol de stuc contenait de très nombreux charbons. L'un d'entre eux a été daté par radiocarbone, l'âge obtenu est de 1 650 +/- 30 BP, soit un intervalle HPD à 95 % de 265-273 apr. J.-C. (1 %), 331-432 apr. J.-C. (85 %) et 489-532 apr. J.-C. (8 %), un Mode *A Posteriori* en 399, une moyenne à 400 et une médiane en 398 apr. J.-C.
Ce dépôt, qui a donc été rebouché pour permettre la circulation sur le sol dans lequel il a été creusé, constitue un *terminus post quem* pour la construction du massif de maçonnerie de la plate-forme adossée. Les deux pourraient dater de la fin de la Sous-phase Balam II, en effet, des tessons très diagnostiques de Balam II ont été mis au jour dans le remblai de la plate-forme.

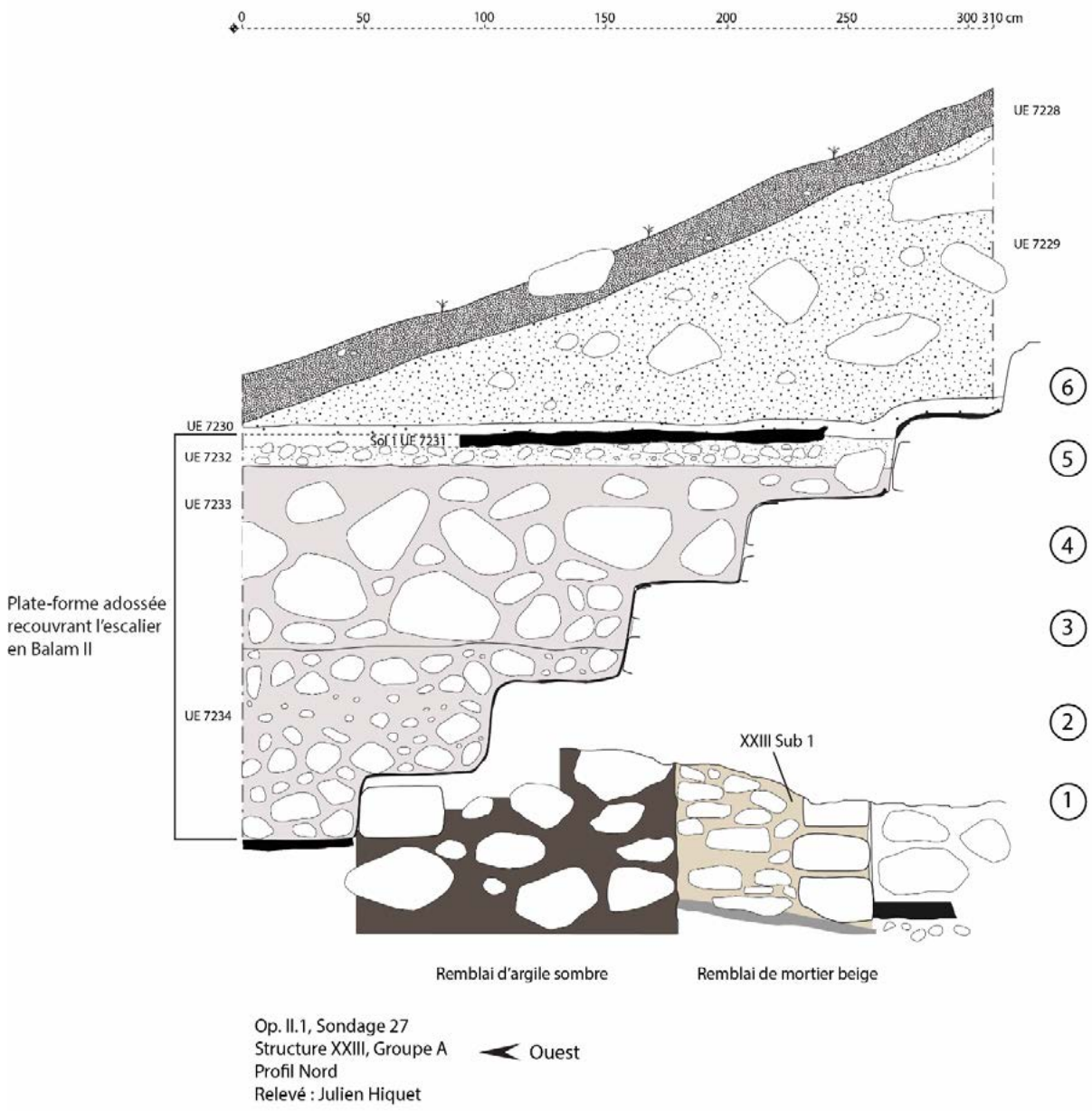


Figure 101. Profil nord du Sondage 27 de l'Opération II.1 : escalier central de la Structure XXIII. (Relevé : J. Hiquet).



Figure 102. Vue depuis le sud du négatif de la marche démantelée de la deuxième version de l'escalier central de la Structure XXIII. (Photo : J. Hiquet).

La Structure XIX

Comme les autres structures du Groupe de Type E, la Structure XIX pourrait avoir subi quelques modifications en Balam II. Au sommet du soubassement, la superstructure, qui n'était probablement pas voûtée, est remblayée et transformée en plate-forme pour la construction d'une nouvelle superstructure, cette fois voûtée (Cotom Nimatuj 2014, pp. 445, 446). A l'heure actuelle, rien n'atteste que la modification de la façade nord, déjà évoquée, et celle de la superstructure fassent partie d'un seul épisode de construction. La céramique issue de contextes contrôlés est encore trop rare pour assurer la datation de ces travaux, mais on peut supposer des modifications en Balam II par analogie avec la séquence, mieux connue, de la Structure XXIII. Des fouilles complémentaires seront tout de même nécessaires pour affermir une séquence de construction encore très lacunaire. Il en est de même pour la Structure XXI.

La Place Ouest et les structures qui la bordent

Le sol de la Place ouest, sondé à deux reprises du côté sud par Morales-Aguilar, semble dater de la sous-phase Balam II. La surface du sol est très mal conservée, comme c'est souvent le cas pour les places. Il fut construit sur un remblai épais de 70 cm à 1 m (Morales-Aguilar 2012b, Fig. 8 ; 2014b, Fig. 22), qui recouvre le niveau d'argile Balam I et sa possible couverture de *sascab.*
La Place Ouest est bordée, au sud, par quatre structures, XV, XVI, XVII et XVIII. La Structure XVI est sans doute construite au Classique récent (Morales-Aguilar 2012b), mais la Structure XV pourrait dater de Balam II selon une datation préliminaire de la céramique trouvée dans les sols associés (Morales-Aguilar 2014b). Les Structures XVII et XVIII n'ont pas été fouillées. Nondédéo (communication personnelle, 2019) considère que la Structure XVIII, et la Stèle 11 qui lui est associée, remontent au Classique récent.

Le Réservoir

Suite à l'aplanissement du fond au tout début du Classique ancien, voire au Préclassique terminal, le contour du Réservoir pourrait avoir été aménagé en Balam II (Parry 2007, pp. 114, 187). C'est aussi à ce moment qu'un muret rustique, donnant, en biais, sur le bord du réservoir, est construit à l'ouest *(ibid.,* p. 74). La raison de sa présence est encore mal expliquée, de même que ses dimensions totales et sa morphologie, mais il pourrait s'agir d'un élément contribuant à canaliser les eaux d'écoulement vers le réservoir ou bien facilitant l'accès à l'intérieur de celui-ci *(ibid.,* p. 181).

La Place Sud et la Pyramide XXVII

La Place Sud, qui n'a à ce jour fait l'objet d'aucune fouille, est dominée, au sud, par un promontoire naturel aux contours nettement régularisés, sur lequel a été construite la Structure XXVII. On y accédait, depuis la Place Sud, par un escalier monumental comptant deux volées séparées par un palier (Michelet, Quiñonez Dardón et Escobar Durand 2013, p. 153). La Structure XXVII est une pyramide à vocation sans doute funéraire, de dimensions moyennes : le monticule (décombres compris) mesure 26 m du nord au sud par 22 m d'est en ouest et culmine à 15 m de hauteur *(ibid.).*
Il a été possible de distinguer quatre grands moments dans la séquence constructive de ce secteur. Le premier, daté de Balam I, a déjà été évoqué. Par la suite, en Balam II[142], un épais sol de stuc vint recouvrir le promontoire. C'est sur ce sol que deux étapes de la Pyramide XXVII furent construites (la deuxième étape comprend deux versions). Deux tunnels de pillage perpendiculaires ont pénétré jusqu'au cœur de la pyramide, alors qu'un troisième en attaquait le sommet. L'ensemble du matériel retrouvé dans les remblais, qu'il s'agisse de celui du sol ou des deux structures superposées, date de Balam II. Cela dit, aucun sondage n'a été effectué dans les remblais des différentes étapes, et seule la céramique retrouvée dans les tunnels de pillage a été analysée. Ce matériel ne permet donc pas d'écarter définitivement l'hypothèse d'une construction en Balam III. On a, de plus, eu l'occasion d'insister à plusieurs reprises sur le fait que la datation de la construction d'une structure à partir de la seule céramique retrouvée dans les remblais peut surestimer l'ancienneté de l'édifice. Toutefois, aucun tesson diagnostique de Balam III n'a été retrouvé aux abords des tunnels de pillage, et ce malgré la présence de la Stèle 5 à proximité. On a vu qu'une datation de la deuxième moitié du VI^{e} siècle apr. J.-C. a été envisagée pour ce monument. Quoi qu'il en soit, on considère pour l'instant que la construction des Structures XXVII Sub et XXVII (avec un doute sur son extension) remonte à Balam II.
La morphologie et les dimensions de XXVII Sub sont presque totalement inconnues. Seule la base de sa façade sud, décorée d'une petite moulure, est visible dans un tunnel de pillage, sur une hauteur de

142 La datation radiocarbone récente d'un fragment de charbon pris dans le sol principal sur lequel furent édifiées les deux versions de la Structure XXVII suggère en réalité que leur construction pourrait avoir eu lieu au cours de la Sous-phase Balam III.

seulement 55 cm (Hiquet 2018, p. 39). La hauteur totale de l'édifice et le nombre de corps sont donc complètement inconnus, mais au vu de la dimension très réduite de la moulure ornant la façade visible, il paraît peu probable que cette structure ait été très haute. Quant à ses dimensions horizontales, elles sont également inconnues, mais on peut suivre le remblai de cette structure sub sur 6 mètres, vers le nord. Il arrive fréquemment que les étapes successives des structures mayas partagent l'une de leur façade. Si c'était le cas pour XXVII Sub et XXVII, et si le soubassement était à peu près carré, on peut estimer des dimensions comprises entre 8 et 10 m pour la sub. Il est cependant probable que le côté nord de XXVII Sub ait été démantelé lors de la construction de l'étape suivante, parce qu'un sondage au pied de l'escalier de XXVII (Michelet, Quiñonez Dardón et Escobar Durand 2013, p. 157) a montré que le sol de place au nord venait seulement au contact de l'escalier, alors qu'il est très clair dans les différents tunnels de pillage que les deux étapes ont été construites par-dessus le sol de la place. Ce sol a donc nécessairement été partiellement détruit lors de la construction de l'escalier de l'étape finale de la pyramide. Il est possible que la construction de la Structure XXVII Sub ait accompagné l'enterrement d'un dirigeant ou d'un membre important de l'aristocratie. En effet, on trouve, à l'aplomb de ce qui devait être le centre du soubassement, un alignement de dalles horizontales très régulières (Figure 103a), posées sur des pierres traversant le niveau de terre noire organique qui date probablement de Balam I (Hiquet 2018). Ces dalles, dans cette position, cet emplacement et à cette profondeur, sont très exactement semblables à la couverture des sépultures de la Structure I Sub (Figure 103b) et de la Pyramide *La Perdida* (Figure 103c). Il nous paraît donc bien possible qu'une sépulture royale (non pillée) se trouve sous la Structure XXVII Sub. Cela pourrait expliquer la permanence de pratiques rituelles, y compris la construction de la pyramide XXVII au-dessus de XXVII Sub, dans un geste d'entretien de la mémoire du défunt, une hypothèse « dynastico-funéraire » déjà évoquée par Michelet et Quiñonez Dardón (2014, p. 459).

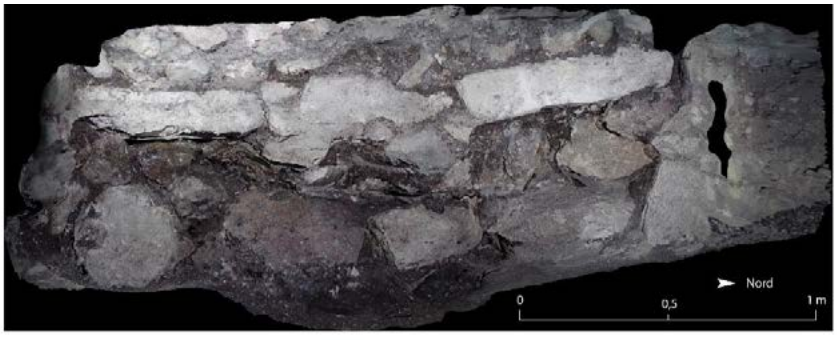
La Pyramide englobant XXVII Sub fut construite probablement assez rapidement après cette première étape, puisqu'elles sont toutes deux élevées sur le même sol de stuc. Cette structure XXVII a des côtés de moins de 20 m de long. On trouve, dans sa partie haute, une chambre funéraire pillée, qui n'a, selon ses fouilleurs, jamais été utilisée : aucune esquille, aucune perle ou tesselle, aucun tesson n'a été récupéré malgré le tamisage de l'ensemble du sédiment présent dans la chambre (Michelet, Quiñonez Dardón et Escobar Durand 2013, p. 154), ce qui ne serait pas le cas pour une tombe ayant été effectivement occupée (y compris dans l'hypothèse où elle aurait été ensuite vidée par les Mayas eux-mêmes).

La Structure XXVIIB, de taille modeste, pourrait éventuellement avoir servi d'annexe pour les cérémonies liées à la pyramide. Il a été émis l'hypothèse selon laquelle elle aurait été édifiée au même moment que la Structure XXVII même si, en profondeur, se trouvent différents niveaux de remblai et sols de stuc datés de Balam II (*ibid.*), que l'on ne retrouve plus à proximité de la pyramide. Le parement de la face nord du promontoire, juste au nord de la Structure XXVIIB, est très semblable à celui de la première version de la deuxième étape de la Structure XXVII (Michelet, Quiñonez Dardón et Escobar Durand 2013, p. 158 ; Michelet 2014a). L'ensemble est donc très cohérent d'un point de vue stylistique et la construction de chacun des éléments paraît contemporaine.

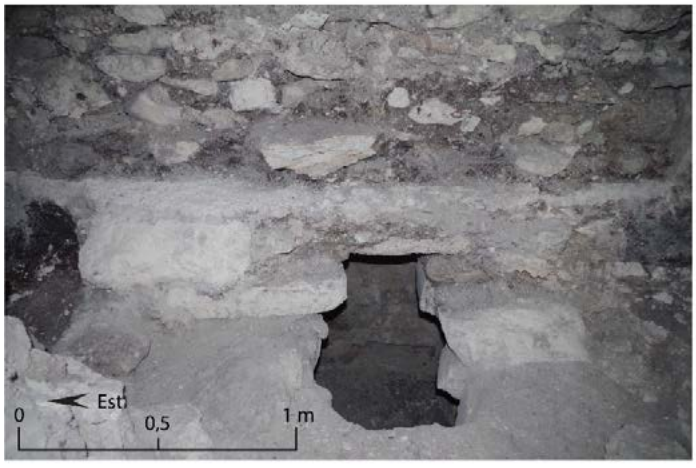
6.4.4.3 Synthèse pour Balam II

La séquence de construction est encore relativement incertaine, mais trois tendances semblent se dégager en Balam II. La construction monumentale dans l'Épicentre connaît un moment très dynamique, au moins en termes de quantité des projets menés à bien, même si nous avons vu que les structures les plus volumineuses semblent dater de Balam I. Par ailleurs, Balam II semble correspondre à un apogée de la construction de pyramides funéraires sans doute royales, avec plusieurs édifices de l'Acropole, peut-être la Structure XII (l'hypothèse émane d'Arredondo Leiva 2010), mais surtout les deux pyramides XXVII et *Perdida*. Enfin, les grandes structures publiques initiées en Balam I font encore l'objet de modifications substantielles, comme c'est le cas pour le Groupe de Type E, la Chaussée, la Place Ouest, la Place de l'Acropole, la Structure I.

Certaines structures dont la construction est entreprise en Balam I ou en Balam II ne sont pas menées à leur terme. D'autres sont, semble-t-il, démantelées, à un moment qu'il est, par définition, difficile d'évaluer. Parmi ces structures, on trouve la première étape de la Structure XIX, qui forme le côté sud de la Place Nord du Groupe A et dont le parement en talus a été démantelé avant la construction de la deuxième étape, deuxième étape qui, elle aussi, a été soit démantelée (Cotom Nimatuj 2014, p. 444), soit abandonnée en cours de construction. La Structure XXII, autel au centre de la Place Nord, pourrait être soit abandonnée avant d'être terminée, soit démantelée (Morales-Aguilar 2012b, p. 112), mais un pillage très destructeur complique singulièrement la compréhension des vestiges. La Structure XXIII, toujours sur la même place, est, sans le moindre doute, démantelée à un moment indéterminé, postérieur ou contemporain à Balam II (Morales-Aguilar 2012b, p. 113 ; Hiquet 2018, pp. 49, 54). La pyramide *La Perdida* est elle aussi démantelée d'après Michelet (2014b, p. 474), ce que nos propres observations menées en 2017 tendraient à confirmer (Hiquet 2018). Il en fut de même pour la Structure XIII du terrain de jeu de balle (Morales-Aguilar 2013 ; Hiquet 2018, p. 30).



a



b



c

Figure 103. Comparaison entre les pierres alignées sous la Structure XXVII Sub (a) et les dalles couvrant des sépultures du Classique ancien dans d'autres structures de Naachtun (b) Sépulture 98 (c) Extrémité sud de la Sépulture 97. (Photos : J. Hiquet).

6.4.5 La construction monumentale à Naachtun dans la seconde moitié du Classique ancien (sous-phase Balam III)

Les tendances mises en évidence pour la sous-phase Balam II ne semblent pas se prolonger en Balam III. Les projets d'architecture publique de grande ampleur furent rares (même s'il existe toujours la possibilité que certains soient mal datés) au cours des cent-cinquante à deux cents ans que dura la sous-phase.

6.4.5.1 Le Groupe C

La Structure V

Au sein de l'Épicentre, l'activité cible particulièrement la nécropole royale, Structure V, à une échelle qu'il est encore difficile d'évaluer. Il ne fait aucun doute que des modifications sont apportées, au moins à travers la construction de sols et de remblais. Rappelons aussi que la Stèle 21 y est érigée au début du VI^{e} siècle. L'activité constructive reste, malgré tout, en net retrait par rapport aux constructions des sous-phases précédentes, Balam I et Balam II (voir la discussion dédiée et la Figure 74).

La Structure I

Il est possible que la construction de la Structure Id, qui ferme le triadique au nord, et dans laquelle fut enterrée, par la suite, la Stèle 26, ait eu lieu au cours de la Sous-phase Balam III. Michelet (Michelet et Zeceña Chenal 2016, p. 440) émettait l'hypothèse d'une construction de la superstructure au cours du V^{e} siècle, avant une destruction au cours de la deuxième moitié du VI^{e} siècle. C'est à l'aplomb de la tombe associée à la structure sub Balam I, (Sépulture 98, déjà décrite), qu'a été déplacée et enterrée la Stèle 26 (à la fin du Classique ancien ou au début du Classique récent), un peu à la façon de l'autel Q de Copan, placé au-dessus de la tombe du fondateur Yax K'uk' Mo' (Sharer, Traxler *et al.* 1999, p. 10). Notons par ailleurs que la base de la Stèle 24 se trouve très exactement au nord de la même sépulture (Figure 104). Des déplacements de monuments en lien avec des célébrations dynastiques pourraient donc avoir lieu au cours du Classique ancien, y compris lors de la Sous-phase Balam III. Le PAN a daté un échantillon de charbon provenant d'un foyer censément associé au déplacement définitif de la Stèle 26 (Walker 2013, p. 110) : le résultat de la datation (95 %) correspond à l'intervalle 550-660 apr. J.-C. (*ibid.*, p. 110).

Les structures mineures du Groupe C

Toujours dans le Groupe C, il n'est pas exclu que la Structure 32, sondée par Sotz en 2014 (Garrido *et al.* 2014) présente un niveau de construction Balam III, mais l'évidence est encore trop limitée pour confirmer cette hypothèse. Un tesson érodé doté d'un bourrelet basal court et un fragment de lame prismatique d'obsidienne verte (que l'on trouve souvent, mais pas exclusivement, dans les niveaux de remblai Balam III) sont les indices qui suggèrent que le niveau N14-3976, qui est mal délimité, pourrait remonter à cette sous-phase. Il faudra donc des fouilles complémentaires pour préciser la datation. Quoi qu'il en soit, la structure, de taille modeste, ne représente pas un investissement énergétique lourd.
Non loin de là, l'abondante céramique retrouvés au pied de la Structure III (Garrido *et al.* 2014, Sondage 13 de l'Opération II.1) a pu être datée par nos soins de Balam III. L'un des aspects les plus frappants de cet édifice est la quantité des fragments d'obsidienne verte retrouvés dans les niveaux d'occupation, postérieurs à la construction, puisqu'au moins 26 fragments ont été récupérés autour du soubassement (Garrido *et al.* 2014 ; Garrido 2019). Il s'agit d'un total étonnamment élevé pour une structure de Naachtun (voir la Figure 52), qui plus est aussi peu fouillée : il est manifeste qu'un dépôt de matériel abondant, comprenant également quelques récipients importés de Teotihuacan, a été effectué en lien avec la structure, en Balam III. Une modification architecturale mineure pourrait avoir eu lieu à ce moment, mais elle est encore mal comprise.

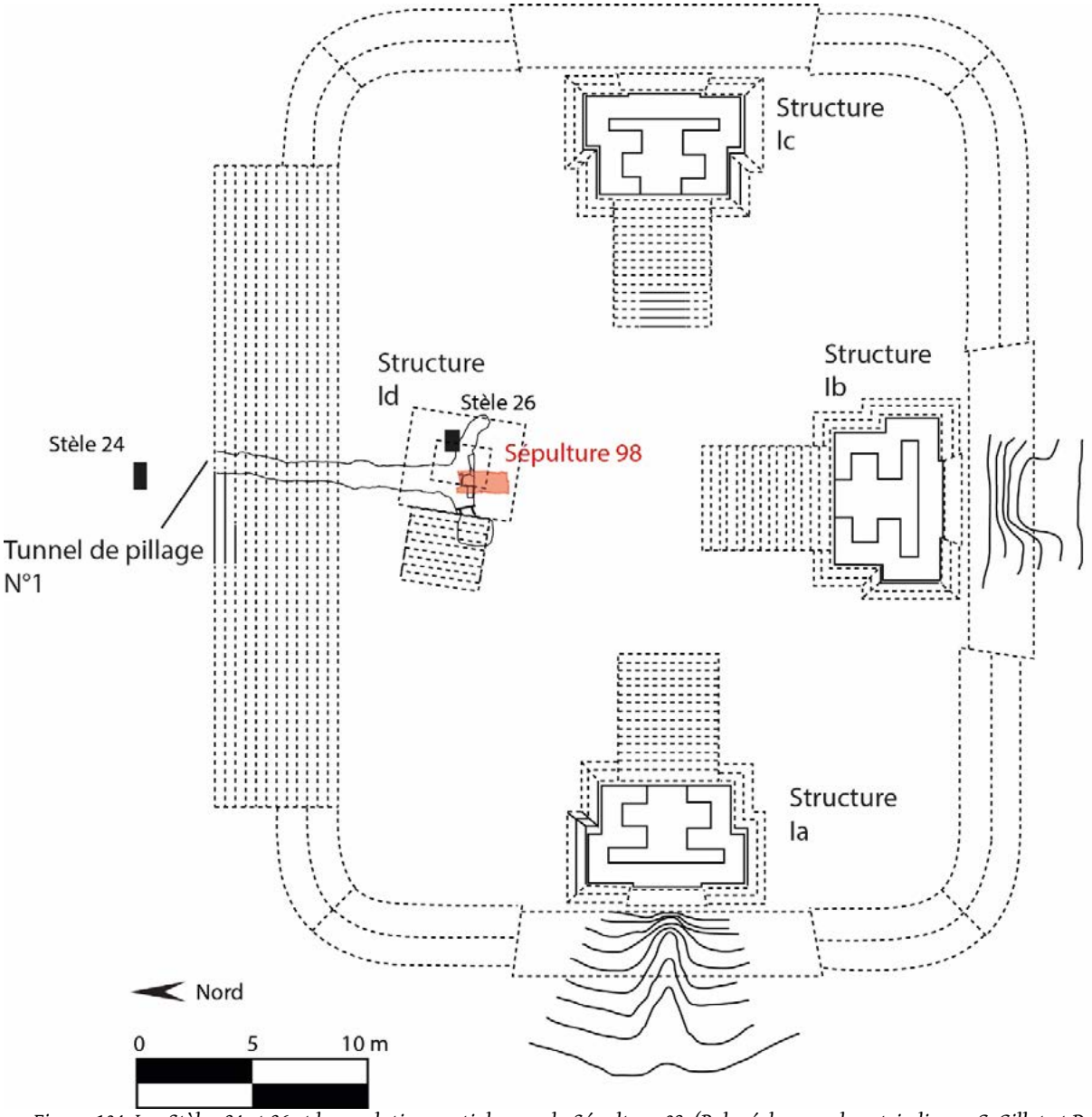


Figure 104. Les Stèles 24 et 26 et leur relation spatiale avec la Sépulture 98. (Relevé du complexe triadique : C. Gillot et D. Michelet, relevé du Tunnel de pillage N°1 : J. Hiquet).

6.4.5.2 Le Groupe A

Les niveaux potentiels de construction monumentale dans le Groupe A sont difficiles à identifier avec certitude, en particulier parce que plusieurs contextes remontant potentiellement à cette sous-phase ont été fouillés et datés avant la saison 2014, qui a vu la définition ferme des assemblages diagnostiques de la facette Balam III. Il est possible que l'activité dans le Groupe A soit concentrée autour du Complexe à enceinte, qui pourrait se doter, à ce moment-là, de la muraille qui le caractérisera par la suite. La séquence de construction de cet ensemble, depuis le début du Classique ancien, est synthétisée dans les paragraphes suivants.

Le secteur du Complexe à enceinte et sa séquence de construction

Au sud-ouest du Groupe A se trouve un groupe de monticules entourés par un mur d'enceinte (Figure 105). Il semble s'agir d'un lieu central du pouvoir jusqu'à la fin du Classique récent. Les édifices qui s'y trouvent n'ont pas été fouillés de manière exhaustive, mais il s'agissait sans doute de lieux de réception et de culte funéraire. Malgré la présence de dépotoirs, aucune structure résidentielle n'a pu être formellement identifiée parmi les structures visibles (des habitats antérieurs ou peu visibles ne sont pas exclus). Le doute persiste sur les raisons de la présence du mur d'enceinte, comme c'est souvent le cas pour ces aménagements en zone maya. Ce mur a-t-il été construit pour protéger les occupants du complexe contre une menace effective ? S'agissait-il d'une limite symbolique ? Arredondo Leiva (2010) a consacré sa thèse à l'étude de ce complexe, et n'a pas détecté d'indices de combat, ce qui n'est pas surprenant étant donnée la différence chronologique de plusieurs siècles entre la construction du mur et l'abandon du secteur. La séquence de construction du Complexe à enceinte manque encore de précision, mais il est manifeste, d'une part, que plusieurs des structures ont des antécédents remontant au Classique ancien et d'autre part, que le complexe a connu une longue histoire avant la construction du mur. La datation et les données sur la morphologie des édifices proviennent essentiellement de la thèse d'Arredondo Leiva (*ibid.*) et des fouilles complémentaires au pied de l'enceinte par Escobar Durand (2013) et Nondédéo (2014). L'enceinte mise à part, rares sont les structures de ce complexe à représenter un coût de construction substantiel à l'échelle des programmes architecturaux du site. En revanche, il s'agit d'un secteur clé pour la compréhension des dynamiques politiques du site au cours du Classique ancien. La séquence est présentée en trois grands moments : la phase antérieure à la construction de l'enceinte, une discussion sur le moment de construction de l'enceinte, et la phase postérieure à la construction du mur périphérique.

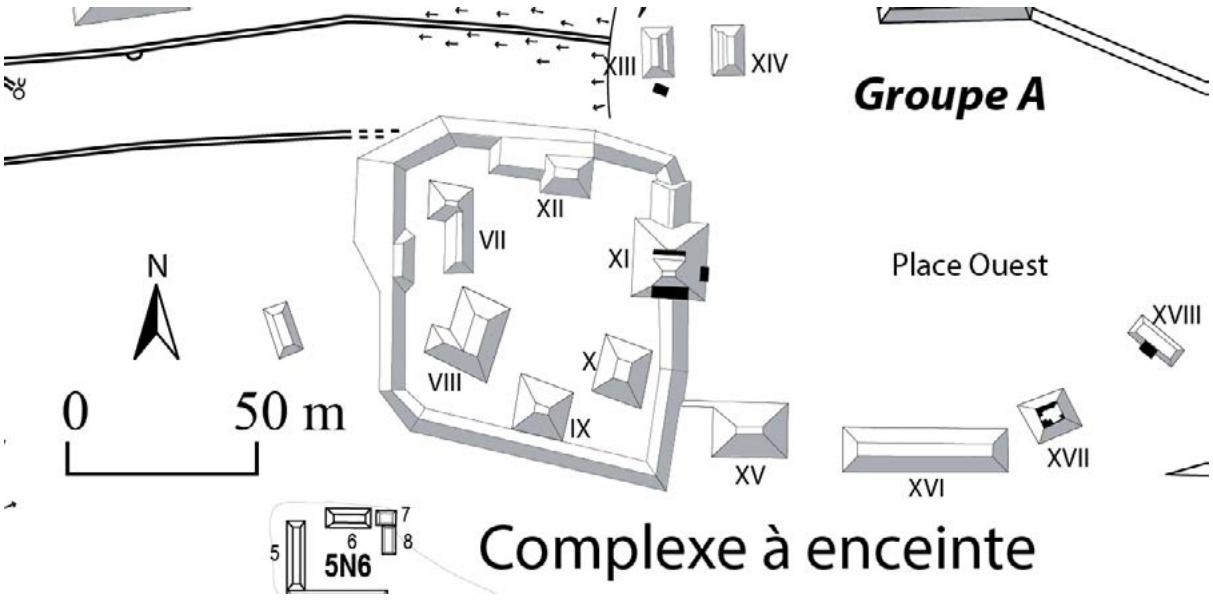


Figure 105. Plan du Complexe à enceinte de Naachtun dans son état final. Extrait du plan du site, PPNN.

Phase antérieure à la construction de l'enceinte

Dès le début du Classique ancien, en Balam I, les premières constructions, associées à des sols de circulation, sont édifiées dans ce secteur. Elles semblent témoigner de l'existence d'une occupation élitaire, si l'on en juge par la dimension des plates-formes sub et la qualité de la céramique retrouvée

dans les remblais. Les niveaux les plus profonds de certains sondages sont des nivellements d'argile ou de *sascab* riches en céramique polychrome Balam I de qualité. Le Sondage 11 de l'Opération II.1 (Escobar Durand 2013), ouvert au sud-ouest du Complexe, l'illustre à la perfection.
Dans l'angle sud-ouest, une plate-forme sub (Plate-forme sud-ouest Sub 2) dont les dimensions complètes sont encore inconnues est construite directement sur le substrat de calcaire (Nondédéo 2014, Tranchée 45 de l'Opération III.3). Dans ce secteur où la roche-mère s'enfonce et a été travaillée pour constituer un drainage (l'entaille en V dans la roche-mère est bien visible sur la Figure 107), le remblai est épais de plus de 2,5 m, mais il semblerait que la hauteur de la plate-forme soit moindre au niveau de ses bords. Sa construction est datée de Balam I par logique stratigraphique, car la rare céramique retrouvée dans son remblai ne semble pas avoir été étudiée. Une deuxième étape de cette plate-forme (Plate-forme sud-ouest Sub 1) vient la recouvrir entièrement et l'allonge vers l'ouest de plus de 7 m, pour autant que le Sol 4 de la Tranchée 45 (*ibid.*) soit bien la surface de la plate-forme en talus d'environ 1 m de haut dont le bord a été identifié par Escobar Durand (2013) dans le Sondage 11 de l'Opération II.1 (voir la Figure 60). Son remblai, qui n'a été que peu fouillé, était stérile, mais le remblai N12-1166, qui recouvre la base du talus et lui est donc postérieur, contient de la céramique datée de Balam I. C'est de ce niveau que provient l'exemplaire de tesson du type *Dos Arroyos Naranja Policromo, var. Dos Arroyos* présenté par Patiño (2013, p. 99), illustré en Figure 44. Il est tout à fait diagnostique des céramiques polychromes de la facette Balam I. Le mode de construction (une plate-forme étendue mais relativement basse) et la pauvreté en tessons du remblai sont autant d'indices de l'ancienneté de la construction, même si à ce jour il est impossible d'exclure totalement l'hypothèse de la construction en Balam II, parce que le remblai de nivellement N14-1166 n'a été fouillé que sur une superficie très réduite.



Figure 106. Tessons d'un plat du type Dos Arroyos Naranja Policromo, var. Dos Arroyos, provenant du lot N14-1166. (Photo : A. Patiño).

Des plates-formes liées aux activités quotidiennes des occupants du complexe (cuisine, production d'outils et autres objets, sans que cela implique nécessairement que le complexe ait eu une fonction résidentielle) sont associées aux constructions qui viennent d'être mentionnées, dès Balam I, mais leur fonction fait qu'elles perdurent, avec quelques aménagements, tout au long de la durée d'occupation du complexe. La succession de sols au niveau de l'angle sud-est du complexe correspond probablement en partie à l'un de ces secteurs d'activités, et ce dès le début du Classique ancien (Arredondo Leiva 2010, p. 314). Plus au nord, le *sacbe* qui unit le Groupe C au Groupe A débouche sur cette zone bien avant la construction du mur, et un bord de plate-forme d'une cinquantaine de centimètres de hauteur est construit par-dessus cette étape de la chaussée, en Balam I (Morales-Aguilar 2014b, p. 389). Il se peut

que de tels aménagements aient aussi existé au niveau de l'angle nord-ouest de l'enceinte : ce secteur, mal connu, dissimulerait encore de nombreux vestiges architecturaux (Arredondo Leiva 2010, p. 303).
La structure la plus visible de ce quart nord-ouest de l'espace intérieur est un petit édifice pyramidal, VII c, construit en quatre phases. Comme les subs ne sont visibles que dans un tunnel de pillage, on ne peut qu'inférer leurs dimensions, à partir de celles de l'étape finale classique récente, avec ses côtés d'environ 10 m de long et une hauteur de 2,6 m. VII c Sub 3 n'est probablement pas postérieure à Balam II, même si aucun pillage ni aucune fouille n'a pénétré dans son remblai. Cette sub serait orientée vers le nord-ouest (Arredondo Leiva 2010, p. 302), dans la direction de la *Perdida*, qui n'existait pas en Balam I, ou alors seulement sous la forme d'une structure sub encore non identifiée. Et par la suite, l'enceinte vint rompre cette association. VIIc Sub 2, de dimensions totalement inconnues, recouvre partiellement VIIc Sub 3, probablement en Balam II (*ibid.*, p. 303).
La moitié sud du complexe est aujourd'hui occupée par trois structures encadrant un espace central. A l'ouest, se trouve la Structure VIII, interprétée par Arredondo Leiva (*ibid.*) comme un possible palais (il s'agirait, selon cette interprétation, d'un lieu de réception, plutôt que d'habitat). D'après Arredondo Leiva (*ibid.*, p. 292), il est possible que la version finale de la Structure VIII soit construite au début du Classique récent, ou à la transition entre Classique ancien et Classique récent. La Structure VIII Sub 1 date, elle, très probablement de Balam II (*ibid.*, p. 293), même si une datation de Balam III n'est pas tout à fait exclue. Elle a été construite sur le même sol que la déjà mentionnée VII c Sub 2 (*ibid*., p. 303). Or un échantillon de charbon provenant du remblai de ce sol a été daté par radiocarbone de l'intervalle 220-400 apr. J.-C. (voir *supra* la sous-section 6.3.1). Les fouilles de Nondédéo (2014) suggèrent que le sol le plus récent entre les Structures VIII, IX et X (Sondage 30 de l'Opération III.3) date probablement de Balam II. Il recouvre une plate-forme basse et un remblai de terre compactée datant d'un moment indéterminé du Classique ancien. Dans ce secteur, la roche-mère a été atteinte très rapidement. Les Structures IX (au centre) et X (à l'est) sont deux soubassements pyramidaux de taille modeste qui n'ont pas été fouillés. L'observation de leurs tunnels de pillage n'aurait donné aucune information d'ordre chronologique et très peu d'indices de la présence de structures sub (Arredondo Leiva 2010, p. 299). Au vu de leur association spatiale avec la Structure VIII, on peut toutefois supposer avec Arredondo Leiva (*ibid.*, p. 311) que l'étape finale date du début du Classique récent, ou de la transition entre Classique ancien et Classique récent, mais qu'il existe des subs du Classique ancien, remontant sans doute à Balam II si le sol de l'espace central date bien de cette sous-phase.
Une autre des structures principales du Complexe, la Pyramide XII, située au nord du secteur, pourrait avoir été construite au cours de la phase Naachtun 4 de la séquence du PAN (*ibid.*, p. 306), une phase qui correspond à Balam II et III. Cette datation concerne quelques tessons provenant d'un pillage, mais aussi le matériel retrouvé, en fouille, sur les marches inférieures de l'escalier d'accès (Arredondo Leiva 2005). Plus important encore, Arredondo Leiva (2010, p. 307) suggérait à partir de la séquence des sols associés que la construction de cette pyramide probablement funéraire avait eu lieu avant la construction de l'enceinte. Le caractère funéraire de cet édifice était supposé par Arredondo Leiva *(ibid.)* en raison de la qualité de tessons récupérés dans une tranchée de pillage. Il n'existe cependant pas de discussion plus précise de ces vestiges. Provenaient-ils d'une sépulture pillée, comme on croit le comprendre à partir du commentaire succinct d'Arredondo Leiva *(ibid.)* ? Un nettoyage approfondi du pillage serait à même de résoudre définitivement la question.
D'après Arredondo Leiva *(ibid.,* p. 302) c'est toujours peu avant la construction de l'enceinte que VII c Sub 1 serait construite, au cours de la phase Naachtun 5, qui couvre l'intervalle 554-652 apr. J.-C. Comme on le verra par la suite, il est plus probable que cet épisode de construction date en réalité de Balam III, s'il est bien antérieur à l'édification de l'enceinte.

La construction de l'enceinte

La date de construction du mur entourant le complexe à enceinte n'est pas établie avec une grande clarté, malgré des fouilles effectuées sur deux segments, nord et ouest, appuyées par l'observation de tunnels de pillage par Arredondo Leiva (2010). La muraille a manifestement été construite en plusieurs

étapes, accroissant progressivement sa hauteur, et présente, dans son état final classique récent, une hauteur assez irrégulière, comprise entre 3 et 6 m selon les secteurs (Arredondo Leiva 2010, p. 317 ; Morales-Aguilar 2012b, p. 114). Cette situation peut s'expliquer à la fois par l'écroulement différentiel de pans du mur et par de réelles disparités dans ses dimensions. Sa largeur est plus constante, entre 3 et 4 m environ. Dans l'attente d'un relevé précis de sa morphologie, l'enceinte a été considérée comme un enclos à quatre côtés dans le cadre du calcul de coût de main-d'œuvre, mais sa forme était en réalité beaucoup plus complexe : Arredondo Leiva (2010, p. 317) comptait au minimum treize segments successifs, que l'on distingue les uns des autres par leur orientation.

Dans sa thèse, Arredondo Leiva *(ibid.,* pp. 318-319) consacre plusieurs paragraphes à la discussion de la date de construction de l'enceinte. Il a fouillé le mur dans sa partie nord-est. La céramique retrouvée dans le remblai interne du mur datait de Naachtun 4 *(ibid.),* c'est-à-dire l'intervalle 297-554 apr. J.-C. dans la séquence du PAN. C'est, à peu de choses près, l'équivalent des sous-phases Balam II et Balam III. Arredondo Leiva *(ibid.,* p. 319) rapportait aussi que le sol sur lequel cette section de la muraille a été construite contenait du matériel Naachtun 5, qui correspond à l'intervalle 555-652 apr. J.-C. La logique stratigraphique imposerait donc de dater du Classique récent la construction de l'enceinte (tout au moins dans ce secteur). Toutefois, comme nous l'avons déjà précisé (voir la sous-section 6.2.2.5), il est possible d'assimiler, dans certains cas, la céramique Naachtun 5 à Balam III. Ainsi, notre propre révision du matériel de cette fouille du PAN, entreposé à la céramothèque de l'IDAEH à Guatemala, nous a permis d'établir que les lots Op.4C10 et Op.4C15 (Arredondo Leiva 2005, pp. 65-66) pouvaient être assignés à Balam III. Or, selon Arredondo Leiva (2010, p. 318), le matériel retrouvé dans 4C10 datait de Naachtun 5. Rappelons qu'au début du PPNN, la céramique Balam III était parfois datée du tout début du Classique récent (voir *supra).* La même dynamique pourrait être ici à l'œuvre. Le lot 4C10 pourrait être antérieur à la construction du mur (il se trouve en-dessous du niveau du sol sur lequel le mur a été construit, mais comme il est éloigné de la base du mur, sa position dans la séquence de construction n'est pas claire, et il peut être également postérieur à la construction du mur). Quant à 4C15, ce niveau est clairement postérieur à la construction de l'enceinte (voir la Figure 107). Il semble donc bien possible que la construction du mur dans ce secteur nord remonte à Balam III. Lors de la révision du matériel à l'IDAEH, il ne nous a pas été possible de dater fermement le matériel provenant du remblai du sol sur lequel le mur a été construit. Les quelques tessons appartenant au lot 4C12 (Arredondo Leiva 2005, p. 65) se trouvaient en effet dans un état d'érosion très avancé.

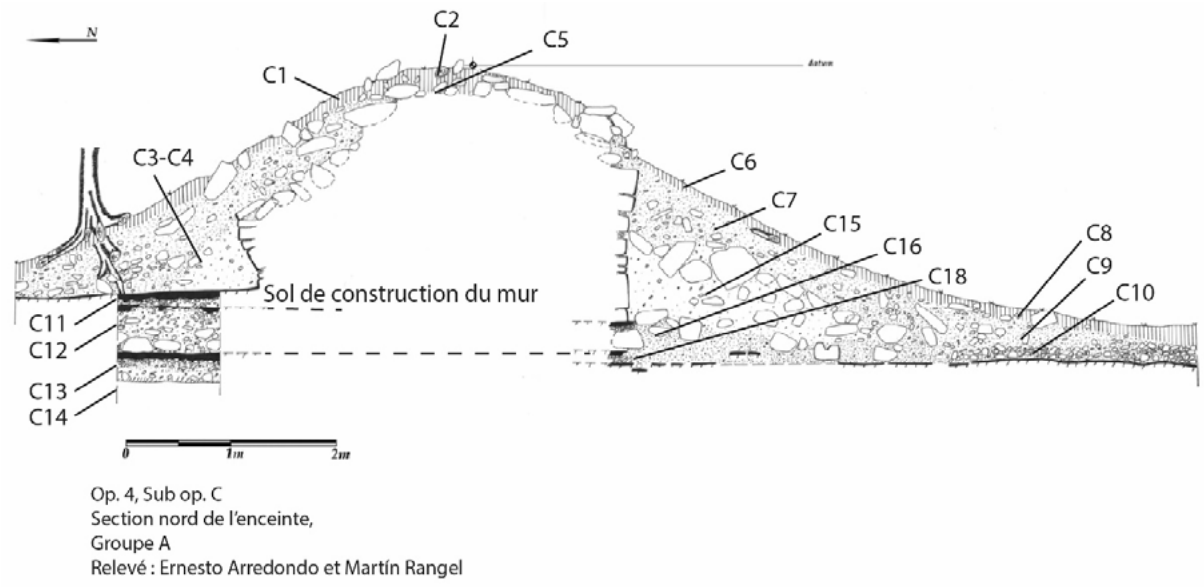


Figure 107. Coupe nord/sud de la section nord de l'Enceinte du Groupe A. Relevé de E. Arredondo et M. Rangel.

Le PPNN a concentré son effort de datation du mur à l'exact opposé du secteur fouillé par Arredondo : l'angle sud-ouest. Ici, le remblai interne du mur n'a pas été sondé, ce sont seulement les sols associés qui ont été fouillés, de part et d'autre de l'enceinte (Escobar Durand 2013 ; Nondédéo 2014). Dans ce secteur, le mur est construit directement sur une plate-forme Balam I (Nondédéo 2014, p. 360). Toutefois, du côté extérieur (ouest), fouillé par Escobar Durand (2013), il prend appui sur un remblai de fondation intrusif, creusé dans les plates-formes existantes *(ibid.,* p. 47). Cet aménagement étonnant (partout ailleurs, le mur est construit sans fondation, à même le sol inférieur) traverse un remblai datant clairement de Balam II (UE N13-990) mais n'a, lui-même, pas pu être daté. Il empêche de corréler la construction de l'enceinte et les sols et remblais extérieurs, compliquant toute tentative de datation. En revanche, du côté intérieur, la stratigraphie est plus claire : on distingue parfaitement la succession des sols, y compris celui sur lequel le mur s'appuie directement, ainsi que ceux, postérieurs, qui viennent s'appuyer sur sa base. Toutefois, la céramique des niveaux associés à la construction n'a pu être datée avec une grande précision : il a seulement pu être établi que deux sols (N14-2134 et 2135) datant du Classique ancien s'appuyaient sur le mur, après sa construction. Il a heureusement été possible de dater par radiocarbone un dépôt intrusif (le Dépôt 18, voir la Figure 60) probablement associé à la construction du plus ancien de ces sols (N14-2134) : l'intervalle obtenu (HPD à 95 %) est 400-538 apr. J.-C. Le *Mode A Posteriori* se trouve en 425, la moyenne en 471 et la médiane en 474 apr. J.-C.

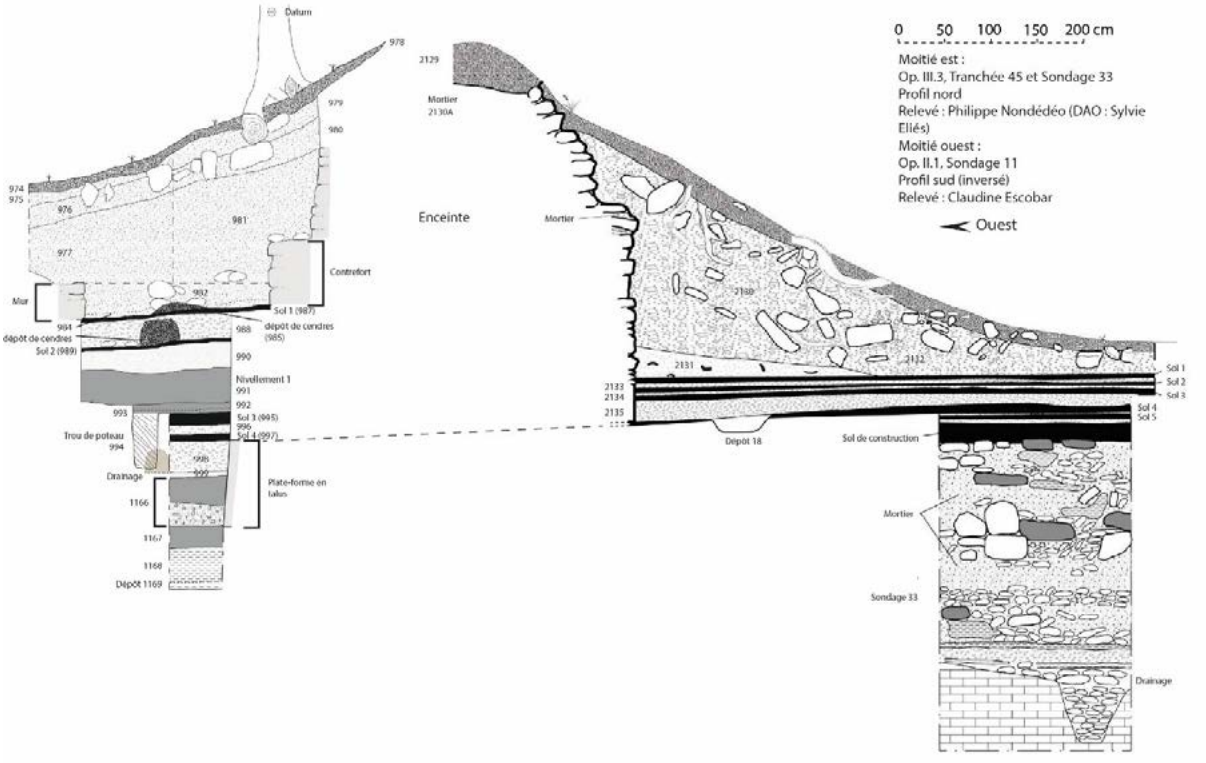


Figure 108. Coupe est/ouest du mur d'enceinte et des niveaux associés au sud-ouest du Complexe. Relevés de C. Escobar et P. Nondédéo.

Le fait que des tessons Naachtun 5 (555-652 apr. J.-C., mais on sait aussi que Naachtun 5 peut correspondre à Balam III) aient été trouvés dans le remblai du sol sur lequel l'enceinte a été construite, que le remblai interne ait contenu des tessons Naachtun 4 (378-554 apr. J.-C.) et qu'un foyer postérieur à sa construction ait été daté de l'intervalle 400-538 apr. J.-C. semble indiquer que la date la plus probable pour la construction de l'enceinte se trouve en Balam III. Mentionnons également qu'il existe

un secteur d'activités légèrement surélevé dans l'angle sud-est de l'enceinte, où ont été fouillés une structure construite en matériaux périssables ainsi qu'un dépotoir. Ce dernier a pu être daté de Naachtun 4B (Arredondo Leiva 2010, p. 315), qui couvre l'intervalle 378-554 apr. J.-C. dans la séquence du PAN. Un aspect très intéressant de ce dépotoir est que d'après Arredondo Leiva *(ibid.,* p. 315), le sol sur lequel l'enceinte a été construite le recouvrirait directement, ce qui contribuerait encore à renforcer la datation de l'enceinte de Balam III.
Nous supposons ici que dès la construction de la première étape, l'enceinte entourait complètement le secteur circonscrit. S'il y a bien eu une succession de plusieurs étapes, jusqu'au Classique récent, elles concernent l'élévation verticale de cet aménagement. Il nous paraît fort improbable que les différents segments aient été construits de manière successive.
Plusieurs accès à l'espace clos existaient. Nondédéo (2014) a mis en évidence l'existence d'un passage voûté du côté ouest, mais une entrée bien plus théâtrale et monumentale existait à l'est. La Structure XIa, avec ses deux escaliers de part et d'autre du mur, fut probablement construite en relation directe avec l'enceinte, de manière à filtrer les entrées - M.-C. Arnauld (2001), décrit un certain nombre de ces structures de gestion des accès aux palais mayas - et à servir de scène pour les apparitions solennelles des gouvernants. La rare céramique associée à son remblai et provenant d'un contexte contrôlé, a seulement pu être datée du large intervalle 292-554 apr. J.-C. (Arredondo Leiva 2010, p. 262), mais il semble probable que la structure date de Balam III (par son association avec l'enceinte), dans sa version antérieure à la modification de l'escalier oriental qui vit l'inclusion de la Stèle 27, un fragment de monument du Classique récent.

Phase postérieure à la construction de l'enceinte

Nous avons eu l'occasion de l'évoquer, il a été possible d'identifier une série de dépôts intrusifs au sommet de la Plate-forme sud-ouest Sub 1, au pied de l'enceinte (Nondédéo 2014). Ces dépôts semblent avoir été effectués après la construction de l'enceinte, à l'occasion de la construction du sol suivant. Ils consistent en des fosses creusées dans le sol et son remblai. L'une contenait les restes d'un foyer, les autres étaient des dépôts secondaires contenant des os de membres humains regroupés et, dans un cas, un bras complet, en connexion : voir la description précise de ces dépôts par Barrientos Juarez (2014)
Toujours dans le même secteur, mais, cette fois, du côté extérieur de l'enceinte (Escobar Durand 2013, Sondage 11, Opération II.1), notons que le remblai du Sol 1 ainsi que le matériel du dépôt cendreux contenant des ossements, intrusif dans ce même Sol 1, comprennent des tessons diagnostiques de Balam III (en particulier, des tessons du type *Dos Arroyos Naranja Policromo, var. sin especificar #2*) même si une datation du début du Classique récent est proposée par Patiño. Certains indices suggèrent de ne pas écarter une datation de Balam III pour ce niveau. Tout d'abord, l'analyse de ce matériel a été effectuée avant la définition ferme de la facette Balam III (comme on l'a déjà indiqué, le matériel Balam III était alors parfois attribué au Classique récent). De plus, notre propre analyse de la céramique du Sondage 1G du PAN (Rangel 2005), effectué à proximité, montre sans ambiguïté que le secteur a été aménagé en Balam III, avec la construction de plusieurs sols successifs. Si le Sol 1 du Sondage 11 de l'Opération II.1 datait bien de Balam III, alors il serait probable que le contrefort à la base extérieure de l'enceinte ainsi qu'un mur bas parallèle à l'enceinte (à deux mètres à l'ouest de celle-ci) et mis au jour dans le même sondage datent également de cette sous-phase. Cela contribuerait à renforcer la tendance détectée à l'échelle de l'Épicentre d'une architecture élitaire de peu d'ampleur, dédiée à des modifications concernant l'espace privé réservé à l'aristocratie dirigeante. Ici, par exemple, c'est l'un des accès au Complexe à enceinte qui pourrait être restreint. On a déjà mentionné que Nondédéo (2014, pp. 359-360) a mis au jour une entrée voûtée ménagée dans l'enceinte dans le segment de mur révélé par le Sondage 11 et la Tranchée 45. Cette entrée a, par la suite, été condamnée. Le mur extérieur apparu dans le Sondage 11 pourrait constituer un premier moyen de filtrer l'accès à l'intérieur du Complexe, que cet accès se fasse par le passage voûté traversant le mur, ou bien par le contrefort contemporain du mur extérieur, dont le profil ressemble fortement à un escalier : observer les Fig. 5 et 7 *in* Escobar Durand (2013).

Comme on l'a vu, il est encore difficile de dater avec précision les structures entourées par l'enceinte, et il n'est pas exclu que de futures fouilles révèlent que certaines étapes datent de Balam III. Dans tous les cas, rappelons qu'il ne s'agirait que d'investissements modérés en main-d'œuvre.

Le Réservoir

Toujours dans le Groupe A, le Réservoir est encore entretenu en Balam III, et son architecture est peut-être même modifiée. En effet, une sorte de terrasse de terre légèrement inclinée et délimitée par un mur de contention semble être construite à la transition entre le Classique ancien et le Classique récent, au moins du côté ouest de l'*aguada* (Parry 2007, p. 112, 114). Une telle modification a probablement eu pour effet de diminuer la superficie du réservoir, même si, encore une fois, on ne peut généraliser l'existence de cet épisode aux autres côtés. Par la suite, le secteur du Réservoir a fait l'objet d'un entretien et de modifications constantes au cours du Classique récent.

La Structure XXVII et ses alentours

Enfin, dans le même secteur, il sera peut-être souhaitable de persister dans l'étude de la Structure XXVII, de son promontoire, de la Stèle 5 et des murs qui entourent cet espace, parce qu'il est tout de même probable qu'une certaine activité ait eu lieu en Balam III[143].
La pyramide fut modifiée, soit au cours de la sous-phase Balam II, soit en Balam III (Figure 109). Le corps inférieur fut élargi de 120 cm, au moins du côté ouest (le remblai interne de l'extension n'a pas été fouillé à l'heure actuelle). Un nouveau sol de stuc, directement superposé au sol principal, fut construit, au contact du nouveau soubassement élargi (Michelet, Quiñonez Dardón et Escobar Durand 2013, p. 155). Aucune fouille n'a été réalisée pour vérifier l'existence de cette extension sur les corps supérieurs ou sur les autres faces de l'édifice. Il a en revanche été vérifié que le deuxième sol n'existe pas du côté nord de la pyramide *(ibid.,* p. 156), ce qui laisse penser que la modification n'a pas concerné l'ensemble de l'édifice.

143 Suite à l'acquisition récente de dates radiocarbone, nous penchons désormais pour l'hypothèse d'une construction de la pyramide, et même de sa sub, en Balam III.

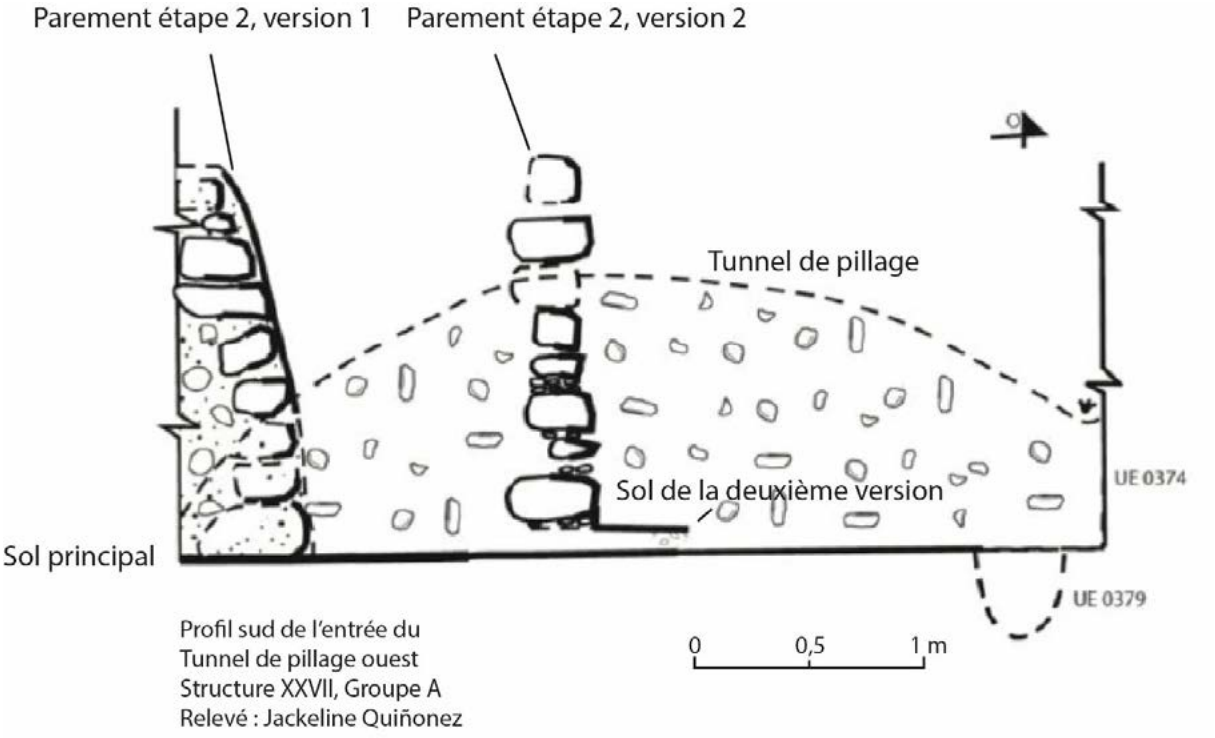


Figure 109. Relevé de l'entrée du tunnel de pillage ouest de la Structure XXVII, montrant l'extension du parement ouest.

L'hypothèse que le système d'imposants murs qui bordent la Pyramide XXVII au sud et au nord-est (Figure 110) date également du Classique ancien a été émise par Michelet et Quiñonez Dardón (2014). Il est vrai qu'il serait logique que ces murs soient contemporains de la construction de la pyramide, mais les fouilles pratiquées autour du mur sud (Structure XXVIII S) montrent qu'il date, au moins en ce qui concerne la partie en talus au nord, du Classique récent, une datation en accord avec les dynamiques architecturales à l'ouest du Groupe B au cours du VII^{e} siècle. Les datations les plus probantes viennent de la Tranchée 23-24, prolongée par le Sondage 15 de l'Opération III.7 (Michelet et Quiñonez Dardón 2014). Il a été démontré que du côté nord, le mur de contention en talus adossé au mur principal, ainsi que les marches de mortier qui font partie de la même étape architecturale, contenaient de la céramique du Classique récent, de même que les remblais des deux premiers sols, par-dessus lesquels sont construites les marches de mortier. En revanche, le Sol 3 et son remblai, dans le même Sondage 15, date de Balam III (avec la présence de tessons du type *Dos Arroyos Naranja Policromo, var. sin esp. #2*). Quant au remblai du Sol 4, il n'a pas pu être daté avec précision. Il n'est donc pas impossible que la partie centrale du mur ait été construite au Classique ancien, sur le Sol 3 ou 4, puis que des murs et remblais de contention aient été ajoutés par la suite, au Classique récent. La possibilité que le mur ait été construit en Balam III suscite nécessairement la comparaison avec le mur du complexe à enceinte, probablement construit au cours de la même sous-phase (voir *supra*). Une telle contemporanéité dans la mise en place de ces systèmes de fermeture serait sans doute un témoin éloquent des changements de pratiques dans l'architecture monumentale de la fin du Classique ancien. Des fouilles complémentaires seront toutefois nécessaires pour déterminer le moment de construction du mur, et son association avec les différents sols de place, puisqu'il est également possible que l'ensemble date du Classique récent.

De nouvelles fouilles seront également nécessaires pour mieux comprendre la Structure XXVIIA (Figure 110), qui est un mur de morphologie semblable à celui qui vient d'être décrit, mais qui se trouve directement au nord-est de la Pyramide XXVII. Selon Michelet et Quiñonez Dardón (*ibid.*, p. 462), le mur pourrait avoir été construit au même moment que le promontoire de la Structure XXVII, puisque le sol de place ne semble pas passer sous le mur, mais viendrait plutôt buter contre une sorte de renfort de

mortier qui se trouve à sa base (rappelons qu'un élément comparable existe au pied de XXVIIIS). Ce seul indice devra toutefois être confirmé par des fouilles plus amples, d'autant plus qu'aucun matériel n'a été récupéré dans les niveaux de construction. Il conviendrait, en particulier, de déterminer si les sols retrouvés à la base ouest du mur correspondent bien à ceux que l'on pourrait retrouver en relation avec la pyramide. Il faudra également déterminer si la Structure XXVI (Figure 110), dans le prolongement de XXVIIA, mais en contrebas, au niveau de la Place sud, fait également partie du même système, ainsi que le long monticule (plus de 100 m) visible au sud du réservoir sur l'image LiDAR (Figure 110). Aucune de ces deux dernières constructions n'a fait l'objet de recherches à ce jour. Enfin, précisons que le long monticule parallèle au mur nord-sud, qui borde la Place Est, n'est pas un mur mais une structure longue composée d'une seule pièce aux accès multiples depuis la place, datant du Classique récent (Quiñonez Dardón 2014).

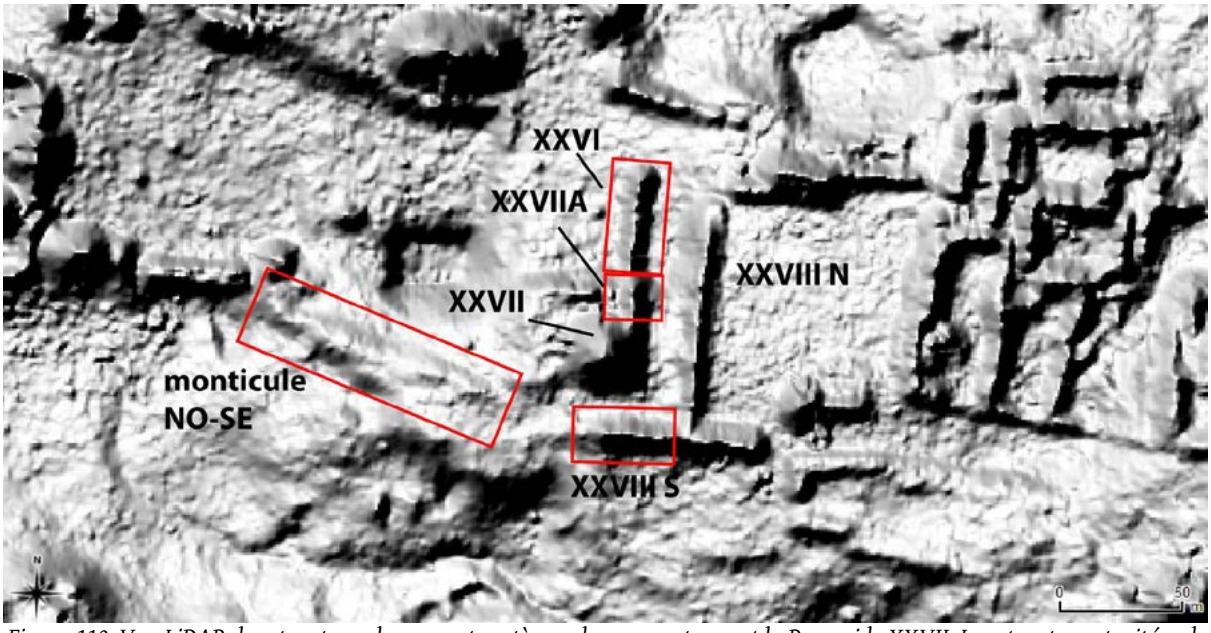


Figure 110. Vue LiDAR des structures longues et systèmes de murs entourant la Pyramide XXVII. Les structures traitées dans la simulation du coût de construction des murs entourant la Structure XXVII sont encadrées en rouge.

A la limite entre les Groupes A et B, le palais royal (Structure 5O-5) qui borde la Place Est sur son côté nord date du Classique récent (les Stèles 1 et 2, qui se trouvent au pied de l'édifice, datent du VII^{e} siècle) dans sa version visible, mais il possède sans aucun doute des antécédents classiques anciens sous la forme de structures sub profondément enfouies et mal connues (Nondédéo 2012, p. 337). A proximité, une plate-forme sub volontairement détruite et recouverte d'une couche cendreuse riche en tessons du Classique ancien a été mise au jour par Escobar Durand *et al.* (2012). Non loin de là, plusieurs plates-formes sub et remblais du Classique ancien (ces vestiges semblent dater principalement des Sous-phases Balam II et III) témoignent d'une occupation importante du Classique ancien sous les structures du Classique récent du Complexe Ouest du Groupe B (Nondédéo, Sion, Belches *et al.* 2011). Rappelons que c'est dans ce secteur que le sceau porteur d'un glyphe calendaire de Teotihuacan (Figure 53) a été mis au jour. Remarquons aussi que le bord de plate-forme sub révélé par le Sondage 5 de l'Opération 18 du côté est de la Place Est (Rangel, Bonnafoux *et al.* 2011, pp. 28-29 et Fig. 20) est particulièrement semblable, dans sa technique constructive et ses dimensions, à la plate-forme XXIII Sub 2 (Hiquet 2018), qui remonte à Balam I. Il a donc existé des antécédents du Classique ancien et du Préclassique récent au Groupe B, mais on considère qu'il s'agissait surtout d'architecture résidentielle. Cette occupation résidentielle a pu concerner tous les niveaux de la société (on trouve de modestes lignes de pierres du tout début du Classique ancien dans le Patio 33 du Complexe Sud du Groupe B [Nondédéo, Sion, Belches

et al. 2011, pp. 62-63 ; Hernández *et al*. 2012, pp. 273-274]), y compris l'élite royale. En termes volumétriques, cependant, cette architecture encore très mal connue ne semble pas avoir rivalisé avec les constructions des Groupes A et C.

6.4.5.3 Synthèse pour Balam III

Il semble bel et bien que la construction monumentale dans l'épicentre connaisse en Balam III une réorientation vers des constructions moins volumineuses qu'en Balam I et en Balam II, permettant une vie rituelle et politique des dirigeants visiblement fermée et moins accessible. La construction de systèmes de fermeture ou l'aménagement de la zone centrale de l'Acropole, probablement peu accessible pour l'ensemble de la population, semble être privilégiée, au détriment des grands temples publics et des places caractéristiques de Balam I et, dans une moindre mesure, de Balam II. Les recherches les plus récentes suggèrent que le seul grand temple funéraire construit pourrait être la Structure XXVII. Il est possible, en parallèle, que la construction ait été très dynamique dans la Zone résidentielle, avec des projets de grande ampleur au sein des unités résidentielles, 6M22 en tête. Parmi les structures de cet espace étudiées et datées à l'heure actuelle, les épisodes de construction les plus coûteux sur le plan énergétique sont la construction du soubassement du patio ouest de 6M22, encadré par les Structures 6M-21 à 6M-24 (Sondage 12, Opération II.2), la plate-forme (circulaire ?) 6M-100 (Sondage 68), ainsi que, sans doute, la chaussée partant de l'Unité résidentielle 6M74 vers le nord-est, sondée par Lemonnier (2016). Ces trois lieux se trouvent dans le même secteur de la zone résidentielle. Se pourrait-il que ces constructions aient été en partie permises par le démantèlement des structures monumentales du Groupe A ? On a vu que dans plusieurs cas, les pierres de parement ont été prélevées, y compris sur des pyramides funéraires et des temples aussi importants que l'étaient *La Perdida* ou la Structure XXIII. Il est, bien entendu, difficile de s'en assurer de façon définitive, mais il est vrai que le remblai du soubassement 6M-100 contenait un grand nombre de pierres de parement encore stuquées (Hiquet, Schwendener *et al*. 2016, p. 92 et Fig. 73 et 74).

6.4.6 Commentaires sur la séquence de la construction monumentale

Il est important de souligner, avant toute tentative de synthèse, la grande complexité de la datation précise des épisodes de construction à partir de la céramique retrouvée dans les remblais. La Structure XX est un exemple de cette difficulté, qui concerne également les autres éléments du Groupe de Type E, mais aussi la Structure XXVII ou encore l'Acropole du Groupe C. Ce travail est effectué à partir des données disponibles à la fin de la saison 2018 du PPNN, et la séquence synthétisée dans la Figure 111 pourrait être amenée à évoluer au gré de futures découvertes.

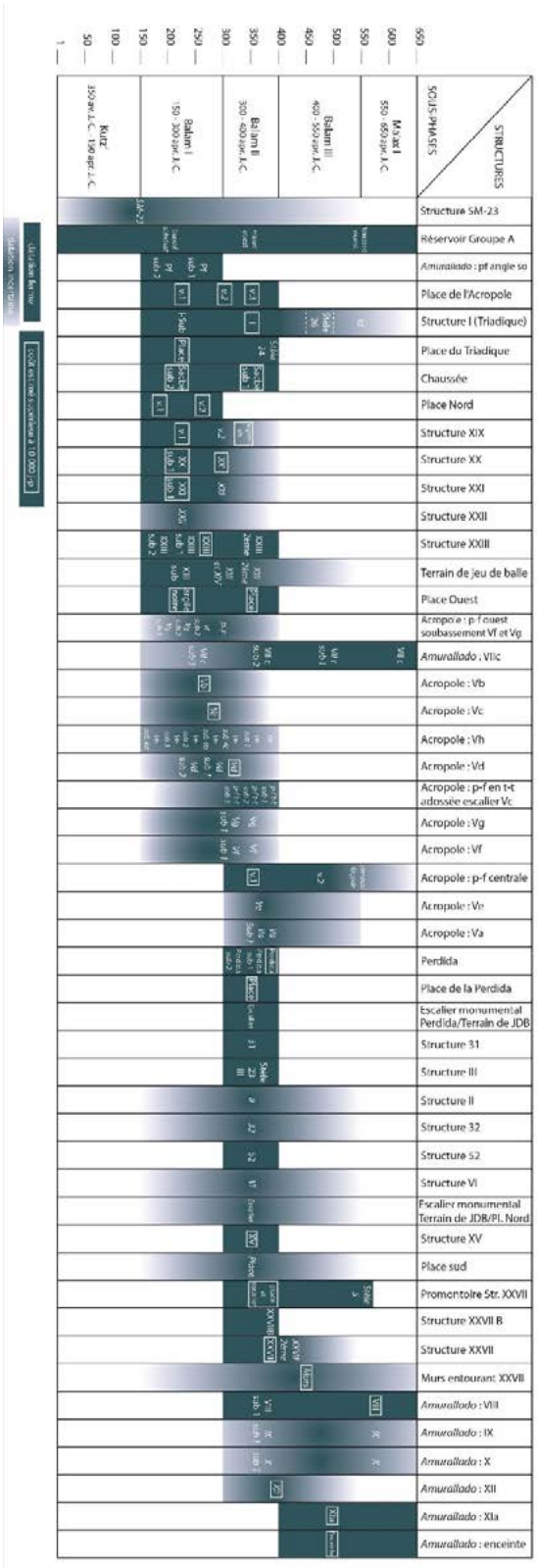


Figure 111. Séquence de construction publique et monumentale de l'Épicentre de Naachtun.

6.5 Conclusion

Nous disposons de données riches et détaillées sur les dynamiques internes au Classique ancien dans plusieurs domaines. Comme c'est souvent le cas, quelques paradoxes et contradictions peuvent émerger de la confrontation des séquences des différents domaines.
La séquence de l'architecture monumentale publique et des tombes (vraisemblablement) royales appuie l'hypothèse d'une histoire politique plus ancienne et complexe que celle que les épigraphistes déchiffrent sur les monuments sculptés. Par ailleurs, le traitement bayésien nuance la séquence céramique, aux bornes nécessairement simplifiées. Ces quelques paradoxes[144] demandent des éclaircissements quant à l'emploi qui sera fait, par la suite, de la séquence de Naachtun : on considère que des dirigeants se sont succédé à la tête de la cité, de manière peut-être (mais pas nécessairement) héréditaire, avant 325 apr. J.-C. et la fondation revendiquée de la dynastie. Il est possible que cette date ne soit qu'une manipulation historique, ce qui serait loin d'être un cas isolé dans le registre épigraphique maya, mais il se peut aussi qu'un dirigeant particulièrement charismatique ait été choisi, *a posteriori*, pour marquer le point de départ de la dynastie, ce qui n'exclut aucunement que des dirigeants aient existé auparavant. Les tombes (pillées) très élaborées que l'on trouve sous le Triadique et l'Acropole semblent témoigner de leur existence en ces temps anciens de l'histoire de Naachtun. Il est évidemment très difficile (et prématuré) de situer dans le temps l'installation de ces dirigeants, dont la démarcation du reste de la société fut probablement progressive. Toujours est-il qu'ils existaient en Balam I. La fouille de la Structure 5M-23 pourrait éventuellement apporter des indices sur les élites politiques du Préclassique, si notre hypothèse est correcte.
L'autre point de discussion majeur est celui des bornes des sous-phases de la séquence chrono-céramique. Nous tendrions à privilégier les résultats nuancés apportés par le traitement bayésien des datations radiocarbones par rapport au schéma plus rigide de la séquence céramique. Il semble logique que la transition entre les sous-phases ait été progressive. Même dans le cas où l'introduction de nouveaux éléments de culture matérielle peut être subite et ne pas obéir aux modèles d'introduction progressive, il est en revanche fort peu probable que l'abandon d'éléments culturels soit aussi subit. On préfère donc un modèle de transitions progressives entre sous-phases. Néanmoins, pour de nombreux traitements des données chiffrées d'occupation et de construction, il est souvent nécessaire, comme nous le verrons dans les chapitres suivants, de travailler à partir de dates fermes et de durées précises pour les sous-phases. C'est la raison pour laquelle nous avons fréquemment eu recours aux bornes publiées de la séquence céramique. Notons que dans l'ensemble, elles présentent l'avantage de correspondre à un point médian des moments de chevauchement à la transition entre sous-phases, ce qui les rend d'autant plus acceptables à nos yeux. Toujours à propos de la séquence céramique, il peut paraître audacieux de faire commencer le Classique ancien à 150 apr. J.-C. (quand certains chercheurs le font débuter autour de 300 apr. J.-C.). Balam I peut être considérée comme une sous-phase de transition, mais la céramique de cette sous-phase comprend déjà les caractéristiques de la céramique classique ancienne, avec la polychromie, les engobes brillants, la base annulaire, le bourrelet basal et l'angle aigu en Z, autant d'aspects inexistants au Préclassique. La prise en compte du contexte régional et du Collapse des cités préclassiques autour de 150 apr. J.-C. nous semble également un argument valable pour placer le tout début du Classique ancien à ce moment de l'histoire de Naachtun (Walker, Reese-Taylor et P. Mathews 2006). Nous pensons avoir suffisamment appuyé dans ce chapitre le fait que la construction de séquences avec leurs sous-phases aux limites strictes est plus un outil permettant de donner un cadre aux dynamiques et de les quantifier qu'une modélisation réelle des changements culturels advenus.

144 Un autre paradoxe, qui n'est pas traité dans ce chapitre mais que nous retrouvons à plusieurs reprises dans les discussions de la présente recherche, est celui qui pourrait exister entre les datations de la séquence céramique et de la séquence d'architecture résidentielle, en Balam III : il nous semble, mais la question méritera une étude approfondie, que les résidences datant de Balam III suivent un modèle de construction et d'organisation plus proche de celui du Classique récent que de celui du Classique ancien.

Nous disposons donc de la méthodologie de calcul et d'un cadre chronologique permettant de mener à bien nos estimations, dont les résultats sont exposés et discutés dans les prochains chapitres : Chapitre 7 pour la population du site au Classique ancien, Chapitre 8 pour le coût énergétique de la construction monumentale.

Chapitre 7 : Estimation quantifiée de la population de Naachtun au Classique ancien

Nous poursuivons notre travail d'établissement des séquences dans ce chapitre avec celle qui permet d'estimer la population classique ancienne de la Zone résidentielle du site. La première section (7.1) du présent chapitre est donc consacrée à l'établissement et à la discussion de la séquence d'occupation de la Zone résidentielle. Nous consacrons une longue partie à la question du traitement statistique des contextes archéologiques à la datation imprécise. La deuxième section (7.2) détaille le taux d'occupation des patios et le nombre d'habitants estimé pour chaque sous-phase du Classique ancien, toujours à l'échelle de la Zone résidentielle. Des approches alternatives pour estimer cette population sont proposées aux Sections 7.3 et 7.4. La première part de la densité d'occupation, la deuxième de la modélisation de la croissance naturelle. Enfin, dans une cinquième section (7.5), nous discutons la question de l'occupation de l'arrière-pays et proposons une estimation, nécessairement exploratoire, du nombre d'habitants qui l'occupaient.

7.1 Exploitation des données du programme de sondages dans la Zone résidentielle

Cette première section est consacrée à l'exploitation des données obtenues au cours des travaux de terrain dans la Zone résidentielle de Naachtun. Une fois traitées de manière en prendre en compte le problème méthodologique majeur et à notre sens, sous considéré, des datations indéterminées, ces données permettent d'aboutir à notre estimation de la population du site, exposée à la section suivante (7.2).

7.1.1 Résultats bruts du programme de sondage

Les résultats bruts du programme de sondages[145] à l'échelle des patios, c'est-à-dire le nombre minimal de patios (sous-unités) occupés (présence/absence d'occupation) pour chaque sous-phase, sont présentés dans le Tableau 21 et en Figure 112 (ainsi que dans l'Annexe C *in* Hiquet 2020). Un problème méthodologique majeur demeure présent : celui de l'imprécision de certaines datations. Il fait l'objet d'un long traitement par la suite.

Tableau 21. Nombre et proportion de patios de l'échantillon occupés au cours de chaque sous-phase.

Sous-phase	**Patios occupés, sur un échantillon de 89**	
	N	**%**
Muuch	36	40,4
Ma'ax III	48	53,9
Ma'ax II	16	18
Ma'ax I	12	13,5
Balam III	18	20,2
Balam II	32	36
Balam I	25	28,1
Kutz'	6	6,7

145 Cela inclut les données obtenues de l'étude des tranchées de pillage indiquant la présence de sépultures correctement datées, mais ces données concernent essentiellement le Classique récent et terminal, marginaux dans notre étude.



Figure 112. Nombre de patios de l'échantillon occupés au cours de chaque-sous phase, US à datation indéterminée exclues.

Ces résultats mettent en évidence des tendances parfois très contrastées dans la proportion de patios occupés au cours des sous-phases. On constate, ainsi, une occupation minimale très basse au Préclassique récent (Phase Kutz'), une hausse marquée de la proportion des patios occupés au début du Classique ancien, en Balam I, hausse qui se poursuit, quoique de manière moins brutale, en Balam II. Vient ensuite une chute nette du taux d'occupation en Balam III, qui se prolonge, au début du Classique récent, en Ma'ax I. La tendance ne s'inverse que légèrement en Ma'ax II. On observe une très forte hausse de l'occupation en Ma'ax III, qui correspond à un net apogée en termes de proportion de patios occupés. L'occupation diminue au Classique terminal (Muuch), mais on remarque qu'avant l'abandon de la cité, une proportion encore élevée de patios a connu une certaine occupation.
La courbe qui vient d'être décrite correspond, il est capital de le rappeler, au nombre de patios occupés, et non à un nombre d'habitants (on verra dans la section suivante que le taux d'occupation ne traduit pas nécessairement l'évolution du nombre d'habitants). Insistons également sur le fait que seules les unités stratigraphiques bien datées ont été prises en compte à ce stade de l'étude. Dès lors, non seulement l'occupation réelle est ici obligatoirement sous-estimée, mais il faut, encore, considérer la possibilité que les dynamiques observées soient faussées par la non-prise en compte de certaines US. La sous-section suivante détaille les traitements statistiques effectués pour remédier à cette lacune.

7.1.2 Traitement statistique des datations indéterminées

Les sondages n'apportent pas toujours l'information chronologique désirée. Certains niveaux sont stériles et à Naachtun, dans de très nombreux cas (38,09 % des contextes, soit 235 sur 617), la datation fournie par la céramique est trop imprécise pour atteindre le degré de finesse requis, qui se trouve à l'échelle de la sous-phase : parfois, seule la phase est déterminée (114 cas), alors que dans d'autres cas, même la phase est indéterminée (121 cas).
Apportons tout d'abord une précision d'ordre terminologique. Nous raisonnons, dans cette section, à l'échelle des contextes, et non des unités stratigraphiques (US en français, UE en espagnol) ou des lots. Ces contextes (nous employons parfois aussi le terme de composantes) correspondent à des niveaux culturels ou naturels cohérents, alors que les US ou les lots (au moins dans l'utilisation qui en est faite dans la nomenclature du PPNN) sont plutôt des outils de terrain permettant à l'archéologue ou au céramologue de garder un contrôle sur le matériel en cours de fouille, mais n'ont pas nécessairement de signification culturelle et peuvent être délimités de manière arbitraire. Les contextes (dont

l'équivalent -toujours dans la nomenclature du PPNN- sont les couches, *capa* en espagnol) renvoient à des moments cohérents d'occupation, de construction (éventuellement, de destruction), d'abandon ... La précision est nécessaire parce qu'il arrive fréquemment qu'un contexte soit composé de plusieurs US (par exemple, un sol de mortier et son remblai, ou un niveau de remblai particulièrement épais que l'archéologue aurait divisé arbitrairement en US pour un meilleur contrôle du matériel). Seul le niveau d'analyse du contexte permet un traitement homogène et cohérent de l'imprécision des données issues de nos sondages.
Il est donc indispensable de travailler à l'inclusion dans les calculs de ces très nombreux contextes mal datés, sans quoi l'estimation de la population au cours de chaque sous-phase serait très fortement sous-estimée, puisque ce sont ces datations qui permettent de quantifier l'occupation au cours du temps. L'une des approches les plus intuitives pour la prise en compte de ces contextes est de les distribuer de façon à respecter les écarts et les dynamiques observés par ailleurs à partir des contextes datés de manière satisfaisante. C'était la méthodologie employée par le Projet Tikal (Culbert, Kosakowsky *et al.* 1990, p. 105) :

« *We therefore base our analysis on a division by ceramic complex, a procedure that necessitated apportioning between complexes those samples for which only period dating was possible. This was done in a proportion determined by the relative frequency of the complexes in samples where dating by complex was possible*[146] ».

Sous la plume de Culbert, Kosakowsky *et al.* (1990), les *periods* désignent les grandes périodes de la séquence d'occupation du site (Préclassique moyen, récent, Classique ancien, Classique récent, etc.) et les *complex* sont les complexes céramiques, Cauac, Manik, Ik, Imix etc. Les complexes Ik, Imix et Eznab correspondent à la période du Classique récent. Cette méthode suppose, a priori, que l'imprécision dans la datation touche toutes les unités stratigraphiques de manière aléatoire. Or, on peut aussi émettre l'hypothèse qu'elle n'est pas aléatoire, et concerne certaines sous-phases plus que d'autres, pour des raisons taphonomiques ou méthodologiques. Par exemple, il se peut que l'identification de la céramique d'une période donnée soit difficile parce qu'elle se conserve moins bien que la céramique d'autres périodes, ou parce que les critères diagnostiques sont plus visibles pour certaines catégories de matériaux (la céramique polychrome) que pour d'autres (la céramique monochrome, plus abondante). Ou encore, il se peut que l'implantation des sondages soit inadaptée à la mise au jour des vestiges architecturaux de telle ou telle période (c'était l'observation de A. F. Chase et D. Z. Chase 2005 pour les vestiges du début du Classique ancien à Caracol). Dans ces cas, la distribution de l'imprécision ne se fait pas de manière aléatoire et homogène, et extrapoler les dynamiques obtenues à partir des seules datations fiables ne ferait que reproduire l'erreur en l'accentuant.
Une autre possibilité consiste à multiplier les scénarios possibles au vu de la logique stratigraphique en attribuant à telle ou telle phase les niveaux non datés, afin de comparer les différents résultats obtenus. Cette option était employée par Tourtellot (1990, p. 94 et *Table* 4.2) pour une estimation de la population de Ceibal. Dans ce type d'approche, il n'est pas supposé que l'incertitude soit nécessairement distribuée de manière aléatoire et d'autres options sont explorées.
Il a été choisi, pour cette recherche, de procéder à plusieurs traitements statistiques simples permettant de mesurer l'influence des contextes à la datation indéterminée sur une séquence d'occupation, à défaut de l'éliminer (certains de ces traitements se rapprochent des stratégies mentionnées précédemment). La comparaison des courbes d'occupation obtenues à partir des différents traitements permet de déterminer s'il est probable que la courbe des données brutes (dates imprécises exclues) soit modifiée de manière significative par la prise en compte des contextes à datation indéterminée. Ces traitements

146 « Par conséquent, nous fondons notre analyse sur une division par complexes céramiques, une procédure qui a demandé la répartition entre les complexes de ceux des échantillons pour lesquels seule une datation à l'échelle des périodes avait été possible. Cette répartition s'est faite à partir des proportions déterminées par la fréquence relative des complexes dans les échantillons pour lesquels la datation à l'échelle du complexe avait été possible ».

permettent, de plus, de travailler à partir de données complètes (puisqu'ils incluent les contextes mal datés, au contraire du Tableau 21), ce qui est indispensable pour l'estimation de la population.

7.1.2.1 Tests statistiques

Le traitement de l'incertitude dans la séquence d'occupation employé dans cette thèse est inspiré des outils et méthodologies développés par les archéologues médiévistes travaillant en contexte urbain, en particulier par Léa Hermenault, qui a soutenu une thèse d'archéologie urbaine médiévale et moderne, et Bruno Desachy, qui a développé un outil d'analyse des probabilités d'occurrence au sein d'un pas de temps des événements archéologiques (Desachy 2018, Logiciel « Chronophage »).
Dans un travail sur le parcellaire parisien au XV^{e} siècle, Hermenault (2017) a été confrontée à un problème d'imprécision chronologique assez comparable à celui qui nous occupe. On pourrait croire que le degré d'imprécision du travail sur une période historique relativement récente est bien moindre que dans la présente recherche, puisque l'ensemble des événements pris en compte remonte à la deuxième moitié du XV^{e} siècle. Ce n'est pourtant pas le cas, parce qu'il s'agit, pour Hermenault, de dater les événements à l'année près (soit une incertitude de 1 pour 50). Dans notre cas, l'occupation s'étend, certes, sur 1 200 ans et n'est pas attestée par des données écrites, mais on ne cherche à situer les événements qu'au sein de sous-phases longues, en moyenne, d'un peu plus d'un siècle, soit un rapport beaucoup moins ambitieux, de 1 pour 12. Voilà qui démontre que la méthodologie employée est tout à fait adaptée à nos problématiques. Dans sa publication de 2017, Hermenault proposait quatre tests statistiques pour le traitement des événements à datation indéterminée : « la détermination de points moyens, l'utilisation des bornes inférieures puis supérieures des intervalles, et enfin la méthode consistant à déterminer la probabilité d'occurrence de chacune des transactions par année » (Hermenault 2017, p. 1). On présentera ces quatre tests par ordre croissant de complexité ; il se trouve que le quatrième test est aussi le plus utile pour traiter les problèmes qui nous occupent dans l'estimation de la population de Naachtun. Il faut préciser, avant tout, que dans le cadre de notre travail, ces tests s'appliquent à l'estimation du nombre de patios occupés à chaque sous-phase du Classique ancien.
Il a donc été nécessaire de passer par plusieurs étapes. Dans un premier temps, nous avons recensé toutes les occupations **cumulées** pour chaque patio (Hiquet 2020 : Annexe C, Tableau C.1). Puis, dans un deuxième temps, pour chaque patio et chaque unité résidentielle nous avons déterminé la présence (1) ou absence (0) d'une occupation pour chaque sous-phase de la séquence (Hiquet 2020 : Annexe C, Tableaux C.2 et C.3). Pour les patios ayant fait l'objet de plusieurs sondages (un cas rare mais pas inexistant), nous avons fonctionné de la même manière, en combinant les données de présence ou absence d'occupation pour chaque sous-phase tirées des différents sondages à l'échelle du patio. Les traitements statistiques visant à l'intégration des contextes à datation indéterminée fonctionnent à partir de ces tableaux d'effectifs en présence / absence, de même que l'estimation de la population du site. Dans ce contexte, l'intensité de la construction n'est pas prise en compte. Qu'il y ait une succession de trois sols et remblais au cours d'une même sous-phase, ou un simple niveau d'occupation, le résultat est le même (1, présence) dans le décompte en présence / absence des occupations. Les données cumulées sont en revanche très utiles pour analyser les dynamiques de la construction résidentielle, et ne sont donc pas laissées de côté. Nous y reviendrons donc par la suite.

7.1.2.2 Assignation à la borne inférieure

Le premier test consiste à affecter pour datation sa borne inférieure permise par la logique stratigraphique à chaque contexte à la datation indéterminée (Tableau 22). Ainsi, pour un niveau de construction « Balam indéterminé », on considérera qu'il remonte à Balam I. En suivant cette méthode, on obtient une courbe trimodale pour l'occupation des patios (Figure 113). Le premier pic se trouve logiquement en Balam I. Il correspond en grande partie à toutes les couches en début de séquence dont la datation est « Balam indéterminé » ou « totalement indéterminé », quand elles ne sont pas stériles :

en effet, les tessons préclassiques (complexe Kutz'), même très érodés, sont reconnaissables grâce à leur dégraissant de céramique broyée, tout à fait spécifique à la période. Il est donc possible d'exclure une datation préclassique lorsque l'on est face à un lot de tessons érodés à la datation complètement indéterminée qui ne présentent pas ce type de dégraissant. En revanche, une datation du Préclassique est possible pour une couche stérile, quand la logique stratigraphique le permet, ce qui explique le taux d'occupation préclassique relativement élevé. Le deuxième mode correspond à Ma'ax I, pour la même raison qu'il existe un mode en Balam I. Toutefois, même grâce à l'apport des nombreux niveaux Ma'ax indéterminés, Ma'ax I regroupe moins de patios que les deux autres modes, ce qui est assez révélateur de la faiblesse de l'occupation au cours de cette sous-phase. Enfin, le dernier mode correspond à la sous-phase Ma'ax III. Il regroupe le plus de patios, mais un très grand nombre des occupations assignées à cette sous-phase correspondent aux niveaux supérieurs post-abandon (décombres et humus), à la céramique souvent érodée, pour lesquels on hésite entre une datation de la fin du Classique récent et du Classique terminal, un cas qui est virtuellement présent dans la majorité des sondages[147].

Tableau 22. Nombre et proportion de patios de l'échantillon occupés au cours de chaque-sous phase, en assignant aux contextes à datation indéterminée leur borne inférieure.

Sous-phase	**Patios occupés, sur un échantillon de 89**	
	N	**%**
Muuch	36	40,4
Ma’ax III	50	56,2
Ma’ax II	17	19,1
Ma’ax I	41	46,1
Balam III	18	20,2
Balam II	34	38,2
Balam I	46	51,7
Kutz’	21	23,6

147 Ce problème démontre que la méthodologie des sondages est peu adaptée à l'identification des occupations du Classique terminal, qu'il convient de fouiller par décapage.



Figure 113. Nombre de patios de l'échantillon occupés au cours de chaque-sous phase, en assignant aux contextes à datation indéterminée leur borne inférieure.

7.1.2.3 Assignation à la borne supérieure

On procède à la manipulation inverse pour le deuxième test, en affectant à chaque contexte à la datation indéterminée sa borne supérieure, la date la plus récente possible (Tableau 23). Pour le même niveau de construction Balam indéterminé, on considère donc qu'il remonte à Balam III. Ici, la courbe (Figure 114) est bimodale, avec une forte augmentation entre Kutz' et Balam I, qui se poursuit ensuite régulièrement jusqu'en Balam III, qui est logiquement le premier pic de la courbe (grâce à la contribution de tous les « Balam indéterminé »). Le nombre de patios occupés connaît alors une chute très marquée en Ma'ax I et II, pour ensuite augmenter brutalement en Ma'ax III (grâce à la contribution des « Ma'ax indéterminé », qui s'ajoutent à une occupation déjà majoritaire) et poursuivre sa hausse, de manière plus modérée, en Muuch (grâce à la contribution des niveaux à la datation complètement indéterminée).

Tableau 23. Nombre et proportion de patios de l'échantillon occupés au cours de chaque-sous phase, en assignant aux contextes à datation indéterminée leur borne supérieure.

Sous-phase	**Patios occupés, sur un échantillon de 89**	
	N	**%**
Muuch	74	83,1
Ma'ax III	66	74,2
Ma'ax II	17	19,1
Ma'ax I	12	13,5
Balam III	38	42,7
Balam II	32	36
Balam I	25	28,1
Kutz'	6	6,7

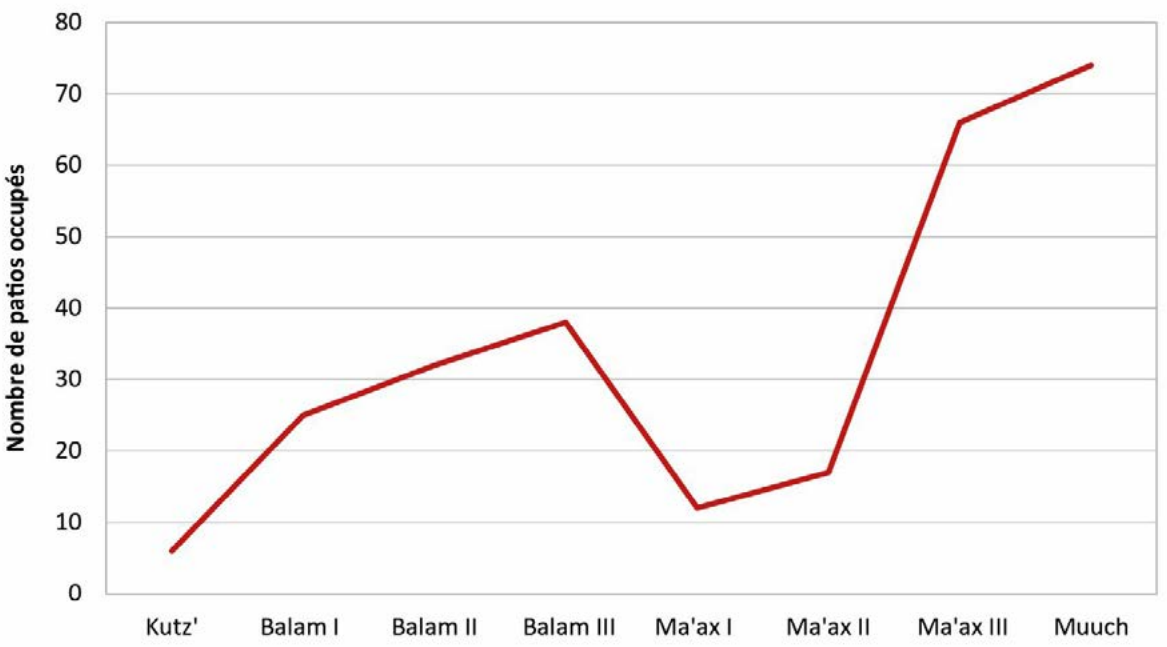


Figure 114. Nombre de patios de l'échantillon occupés au cours de chaque-sous phase, en assignant aux contextes à datation indéterminée leur borne supérieure.

7.1.2.4 Assignation à un point moyen

Le troisième test consiste à affecter à chaque contexte à datation indéterminée la datation correspondant à son point moyen (Tableau 24). On calcule la moyenne entre la date minimale et la date maximale possible pour un événement (= contexte), puis on attribue la datation à la sous-phase à laquelle appartient ce point moyen. Dans le cas de l'étude d'Hermenault (2017, p. 7), cette méthode s'est avérée plus intéressante et nuancée que les deux premières, et c'est aussi le cas dans notre étude. On obtient une courbe bimodale (Figure 115) avec un premier pic très net en Balam II, résultat d'une forte augmentation du nombre de patios occupés entre Balam I et Balam II. Par la suite, en Balam III puis Ma'ax I, le nombre de patios occupés diminue fortement, avant de repartir à la hausse à partir de Ma'ax II et jusqu'à un pic correspondant au Classique terminal.

Tableau 24. Nombre et proportion de patios de l'échantillon occupés au cours de chaque-sous phase, en assignant aux contextes à datation indéterminée leur point moyen.

Sous-phase	**Patios occupés, sur un échantillon de 89**	
	N	**%**
Muuch	63	70,8
Ma'ax III	54	60,7
Ma'ax II	44	49,4
Ma'ax I	27	30,3
Balam III	36	40,4
Balam II	49	55,1
Balam I	27	30,3
Kutz'	17	19,1

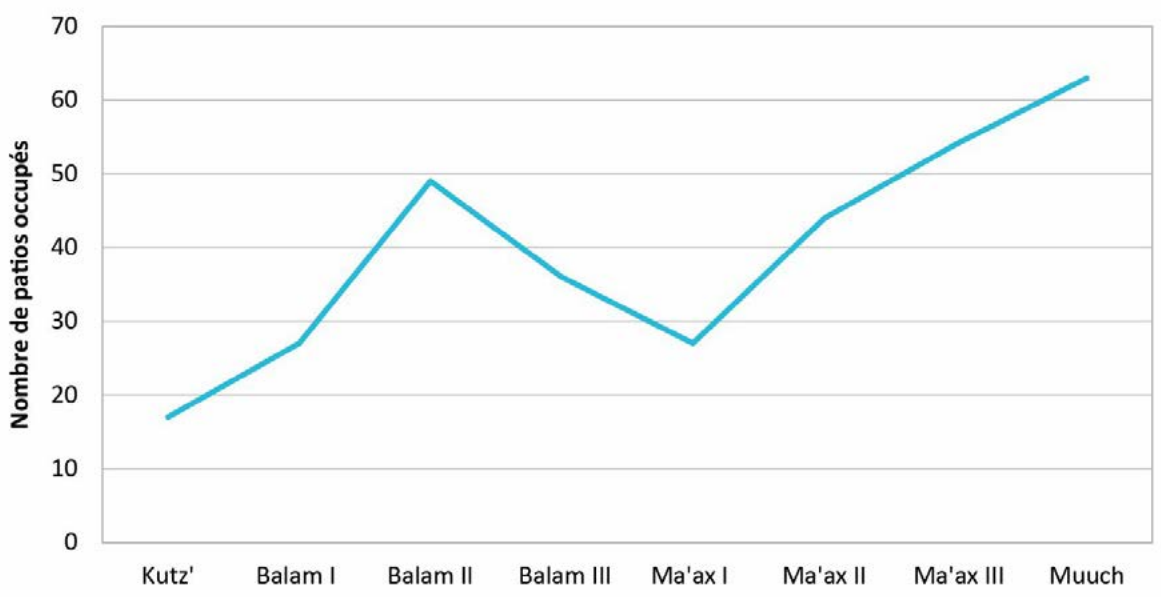


Figure 115. Nombre de patios de l'échantillon occupés au cours de chaque-sous phase, en assignant aux contextes à datation indéterminée leur point moyen.

7.1.2.5 Probabilité d'occurrence au cours d'un pas de temps

Considérations méthodologiques

Le quatrième test prend en compte la probabilité d'occurrence d'un événement au cours d'un intervalle de temps décidé par le chercheur. Cet intervalle peut-être d'une année, dans le cas des recherches historiques, mais dans le cas qui nous concerne, il peut s'agir de la sous-phase. C'est la méthode qui s'est avérée, selon Hermenault (qui travaillait sur des probabilités d'occurrence à l'année près), la plus efficace et nuancée. En effet, elle permet d'obtenir des séries de données continues (Hermenault 2017, p. 7). C'est-à-dire que pour un niveau Balam indéterminé, il existe une égale probabilité (sauf biais méthodologique dans la datation) qu'il remonte au premier, au deuxième ou au troisième tiers de la phase Balam. Selon cette approche statistique, au lieu d'attribuer la couche à une sous-phase ou à une autre, on calcule la probabilité que la couche appartienne à chaque sous-phase, en fonction de la durée de celle-ci. Au lieu d'attribuer 1 (« présence ») à une sous-phase et 0 (« absence ») aux autres, comme c'était le cas avec les méthodes précédentes, on attribue 0,33 à chaque sous-phase, puis on additionne les scores de toutes les sous-phases. En réalité, comme les sous-phases du Classique ancien ne sont pas d'égale durée, la répartition ne serait pas d'un tiers par sous-phase, mais de 0,375 pour Balam I, 0,25 pour Balam II et 0,375 pour Balam III[148]. En effet, si la phase Balam dure 400 ans, de 150 à 550, et que le pas de temps choisi est de 10 ans, alors une couche de datation Balam indéterminé aura 1 chance sur 40 d'appartenir à chaque pas de temps. Dans le contexte de notre séquence chrono-céramique du PPNN, on considère que Balam I représente quinze 40èmes, Balam II, dix 40èmes et Balam III, quinze 40èmes également. Notons donc que cette technique (qui suppose, au contraire des trois précédentes, une distribution aléatoire de l'imprécision des datations) donne un poids plus important aux phases longues. Cette méthode est plus fine parce qu'elle évite les nombreux hiatus provoqués par les deux

148 On suppose, ici, que Balam I a duré 150 ans, de 150 à 300 apr. J.-C., Balam II, 100 ans, de 300 à 400 apr. J.-C., et Balam III, 150 ans, de 400 à 550 apr. J.-C. Ces bornes sont celles de la séquence chrono-céramique la plus récente (Perla, Sion et Patiño 2016). On a vu au Chapitre 6 qu'elles peuvent être remises en question.

premières méthodes présentées, en particulier pour les sous-phases intermédiaires (Balam II et Ma'ax II) qui sont sous-représentées par les méthodes prenant en compte les bornes inférieures et supérieures. De fait, si l'on fait le compte du nombre de composantes (les « présences » dans le calcul des occupations en présence / absence), on obtient seulement 263 composantes avec l'approche partant de la borne inférieure, 270 composantes en partant de la borne supérieure, mais 317 composantes en utilisant l'approche du point moyen et 316 avec l'approche probabiliste, ce qui montre bien à quel point ces deux dernières méthodes sont plus riches et nuancées. La méthode de calcul des probabilités d'occurrence au sein d'un pas de temps est évidemment la plus lourde à mettre en œuvre, mais un outil informatique, intitulé « Chronophage », a été développé à cette fin par Desachy (2018). Il fonctionne sur le tableur LibreOffice Calc.

Dans cette approche, il convient normalement d'établir une distinction entre les événements ponctuels, comme des épisodes de construction, qui ne peuvent avoir eu lieu qu'à un moment précis, et les événements dotés d'une durée, comme les niveaux d'occupation, qui peuvent s'étendre sur de longs intervalles couvrant plusieurs phases ou sous-phases. Cette différence a, bien entendu, des conséquences dans le traitement des probabilités. Un événement ponctuel ne peut advenir qu'une fois au cours de l'histoire d'un site, c'est pourquoi il est considéré en fractions de 1 au sein de chaque pas de temps, entre 0 (si l'on sait que l'événement n'a pas eu lieu au cours du pas de temps) et 1 (si l'on sait que l'événement a eu lieu au cours du pas de temps, ce qui implique alors qu'il n'a pas eu lieu au cours des autres pas de temps). En revanche, un contexte doté d'une durée peut tout à fait s'étaler sur plusieurs pas de temps. Dans le cas de l'approche en présence / absence qui a été privilégiée, on considère toute occupation comme un événement instantané, alors que toutes ne l'étaient pas nécessairement en réalité. Il ne s'agit, toutefois, que d'un problème très marginal, qui ne se pose que dans le cas d'une même couche (par exemple, un dépotoir) dont la durée de formation s'étendrait sur plusieurs sous-phases, sans qu'il ne soit possible de distinguer de division stratigraphique.

Dans le cas de la superposition directe de plusieurs couches correspondant à des niveaux culturels distincts dont la datation est indéterminée (par exemple, plusieurs sols de stuc avec remblai qui se succèdent), il faut tout de même (et c'est ce que permet le logiciel développé par Desachy) pondérer le calcul en indiquant combien de couches à la datation indéterminée se succèdent : c'est la fonction « poids », voir Desachy (*ibid.*). Pour poursuivre avec l'exemple de deux sols avec leur remblai, de datation complètement indéterminée : ici, l'intervalle d'incertitude ne doit pas être de 0 (absence d'occupation) à 1 (occupation), mais de 0 à 2. La probabilité d'occurrence de l'événement au sein de chaque pas de temps ne sera alors plus une fraction de 1, mais de 2.

Dans Chronophage, les pas de temps utilisés doivent être d'égale durée. Il faut donc adapter cette contrainte à l'irrégularité des sous-phases de la séquence de Naachtun. Cela se fait simplement en adoptant un pas de temps de durée inférieure à la sous-phase la plus courte et multiple de toutes les durées de phases, par exemple 10 ans. Il faut ensuite additionner les résultats obtenus pour chaque pas de 10 ans au sein d'une même sous-phase pour arriver à la probabilité d'occurrence de l'événement au sein de la sous-phase.

Autre adaptation à mener dans le cadre de la problématique spécifique qui est la nôtre, il ne faut pas perdre de vue que seule la présence ou l'absence d'une occupation par sous-phase est acceptable pour la construction de la séquence d'occupation des patios. Dès lors, il faut penser à éliminer de la fiche de résultat les doublons correspondant aux occupations attestées. Pour utiliser un exemple concret, imaginons qu'un niveau Balam indéterminé succède à un niveau Balam II. Dans ce cas, il est nécessaire d'éliminer manuellement (car le cas n'est pas prévu dans le fonctionnement du logiciel) la probabilité d'occurrence correspondant à la sous-phase Balam II dans le résultat du niveau Balam indéterminé, sans quoi la probabilité d'occupation en Balam II serait supérieure à 1, ce qui est impossible dans le cadre d'une analyse en présence/absence. On renvoie à Hiquet (2020 : Annexe E) pour les résultats détaillés du traitement.

Résultats

En employant cette méthode, on obtient une courbe d'occupation des patios (Tableau 25, Figure 116, et Figure 117) assez similaire à celle obtenue grâce au point moyen (Figure 115). La courbe est bimodale, avec un premier pic en Balam II, un creux en Ma'ax I et II et un nouveau pic en Ma'ax III-Muuch, pour lesquels le nombre de patios occupés est très proche. La différence avec la courbe obtenue par le point moyen tient à l'intensité des dynamiques. Dans la courbe probabiliste, l'augmentation du nombre de patios occupés est plus forte entre Kutz' et Balam I qu'entre Balam I et Balam II (c'était l'inverse avec la courbe de la méthode du point moyen). Deuxième différence : avec la courbe probabiliste, l'occupation en Ma'ax II reste basse, proche de celle de Ma'ax I. La forte hausse du nombre de patios occupés a donc lieu en Ma'ax III, et non plus en Ma'ax II comme le suggérait la courbe obtenue avec le point moyen (ce qui s'expliquait par la contribution des Ma'ax indéterminés à Ma'ax II). Enfin, la courbe obtenue avec Chronophage montre une stabilisation, avec une très légère diminution du nombre de patios occupés, entre Ma'ax III et Muuch, alors que celle qui était obtenue avec le point moyen montrait une augmentation en Muuch par rapport à Ma'ax III. Cette différence s'explique en partie par le fait que Muuch est une sous-phase plus longue (avec 120 ans) que Ma'ax III (80 ans). Dès lors, dans le cas des nombreux contextes post-abandon à la datation indéterminée Ma'ax III-Muuch, l'occupation tombait systématiquement en Muuch avec le calcul du point moyen. Dans le calcul probabiliste, elle est répartie entre ces deux moments (toujours avec une prépondérance pour Muuch, mais moins systématique que celle qui est obtenue par le calcul du point moyen).
Dans toutes les courbes obtenues par les différents traitements (Figure 117), à part celle partant de l'assignation de la borne inférieure aux contextes à datation indéterminée, on observe une augmentation du nombre de patios occupés au cours du Classique ancien, suivie d'un déclin, avant une reprise à la fin du Classique récent. Quand on compare la courbe probabiliste à la courbe brute des occupations attestées, qui exclut les contextes à datation indéterminée, on obtient dans les deux cas des dynamiques assez proches. Augmentation du nombre de patios occupés entre Kutz' et Balam I puis entre Balam I et Balam II, diminution entre Balam II et Balam III puis entre Balam III et Ma'ax I, légère augmentation entre Ma'ax I et Ma'ax II puis plus forte augmentation entre Ma'ax II et Ma'ax III. La diminution des occupations entre Ma'ax III et Muuch est observée dans les deux cas, mais elle est moins forte dans la courbe probabiliste que dans la courbe des chiffres bruts. Il faut, en revanche, remarquer une différence importante entre les deux courbes : le creux en milieu de courbe (Balam III Ma'ax I-Ma'ax II) est atténué avec l'approche probabiliste. Même s'il reste bien visible, il n'est pas aussi marqué que dans la courbe brute. Grâce aux traitements par le point moyen et par la probabilité d'occurrence au cours de pas de temps, on obtient aussi un ordre de grandeur pour le nombre de patios occupés, plus valable que celui qui se limite aux résultats attestés et qui sous-estime systématiquement l'occupation.

Tableau 25. Nombre et proportion de patios de l'échantillon occupés au cours de chaque-sous phase, en assignant aux contextes à datation indéterminée leur probabilité d'occurrence au cours d'un pas de temps.

Sous-phase	**Patios occupés, sur un échantillon de 89**		**Patios occupés, chiffres arrondis**	
	N	**%**	**N**	**%**
Muuch	56,14	63,1	56	62,9
Ma'ax III	57,8	64,9	58	65,2
Ma'ax II	34,67	39	35	39,3
Ma'ax I	30,75	34,5	31	34,8
Balam III	38,92	43,7	39	43,8
Balam II	43,11	48,4	43	48,3
Balam I	37,54	42,2	38	42,7
Kutz'	16,73	18,8	17	19,1

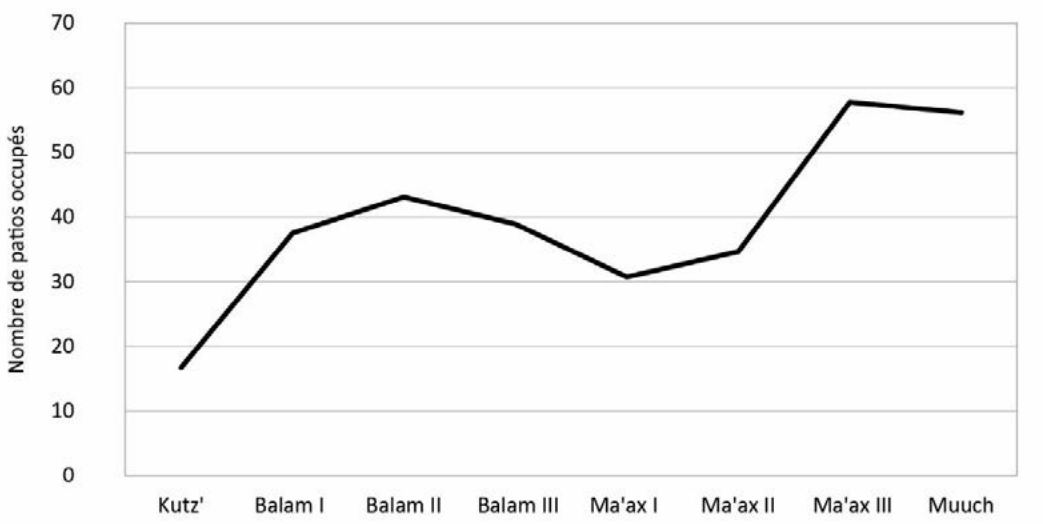


Figure 116. Nombre de patios de l'échantillon occupés au cours de chaque-sous phase, en assignant aux contextes à datation indéterminée leur probabilité d'occurrence au cours d'un pas de temps.

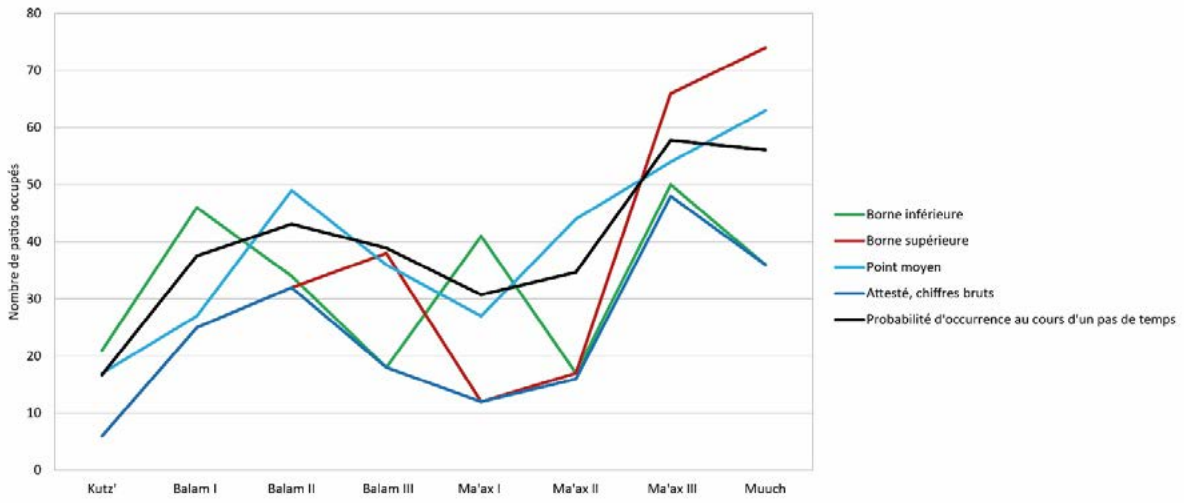


Figure 117. Nombre de patios de l'échantillon occupés au cours de chaque-sous phase : comparaison des différents traitements statistiques pour les couches à datation indéterminée.

Nous disposons donc, grâce à cet outil statistique, du nombre de patios le plus probablement occupés au cours de chaque sous-phase de la séquence de Naachtun[149]. C'est ce traitement probabiliste que nous utiliserons pour calculer le nombre de patios de chaque type (Typologie des Patios) occupés dans chaque type de la Typologie de Croissance des unités résidentielles à chaque sous-phase du Classique ancien, afin d'estimer le nombre d'habitants de la cité (en multipliant le nombre de patios occupés par une moyenne d'occupants par patio de ce type). Rappelons bien, en effet, que les chiffres, tendances et courbes obtenus dans cette section ne concernent pas le nombre d'habitants. Ce n'est pas

149 Il demeure toujours la possibilité théorique d'un biais méthodologique : maîtrise insuffisante des assemblages céramiques diagnostiques, inadéquation de l'implantation des sondages.

nécessairement parce que plus de patios étaient occupés en Balam II qu'en Balam III que la population était obligatoirement supérieure en Balam II qu'en Balam III, cela parce que les patios et les unités résidentielles ne sont pas de taille similaire, et parce que de nouveaux systèmes d'agglomération et de logement pourraient avoir été introduits à partir de la fin du Classique ancien. C'est pour cette raison que les typologies des unités résidentielles et des patios sont nécessaires, afin de passer de cette étape intermédiaire du nombre de patios occupés au cours de chaque sous-phase à l'estimation finale du nombre d'habitants par sous-phase.

7.1.3 Analyse des dynamiques d'occupation et de construction résidentielle

7.1.3.1 Traitement cumulé des probabilités d'occurrence au cours d'un pas de temps

Il est possible de mener le traitement par probabilité d'occurrence au cours d'un pas de temps non pas en présence/absence, mais en comptabilisant tous les événements (nomenclature de Chronophage), toutes les composantes cumulées (voir le Tableau 26 et la Figure 118). Dans cette configuration, la répartition probabiliste obtenue avec Chronophage ne permet en aucun cas d'établir une séquence démographique, puisque plusieurs composantes peuvent s'additionner au sein d'une même sous-phase, ce qui conduit à surestimer l'importance quantitative des sous-phases les plus dynamiques en termes de construction. Prenons l'exemple concret du Sondage 59 : sur un remblai Balam I, on trouve une succession de sept niveaux de remblai Balam II. L'information que l'on va tirer de cette donnée[150], c'est que l'on construisait et refaisait beaucoup plus les sols en Balam II qu'en Balam I, et non pas qu'il y avait sept fois plus d'habitants en Balam II qu'en Balam I. C'est une donnée digne d'intérêt, d'autant plus qu'elle est pondérée par la durée des sous-phases. Elle est donc prise en compte dans cette recherche, mais pour déterminer les dynamiques de construction des espaces résidentiels, et non pas pour estimer la population. Ajoutons que la qualité des résultats obtenus grâce à cette méthode peut dépendre de la stratégie de sondage (qui favorise l'identification des modifications architecturales du Classique ancien au détriment de celles du Classique récent).

Tableau 26. Nombre cumulé de composantes par sous-phase, en assignant aux contextes à datation indéterminée leur probabilité d'occurrence au cours d'un pas de temps.

Sous-phase	Composantes
Muuch	126
Ma'ax III	131
Ma'ax II	49,7
Ma'ax I	47,6
Balam III 79,7	79,7
Balam II	113,5
Balam I	53,1
Kutz'	20,5

150 Au-delà du fait que l'échantillon céramique était peut-être trop réduit pour une datation pleinement satisfaisante.

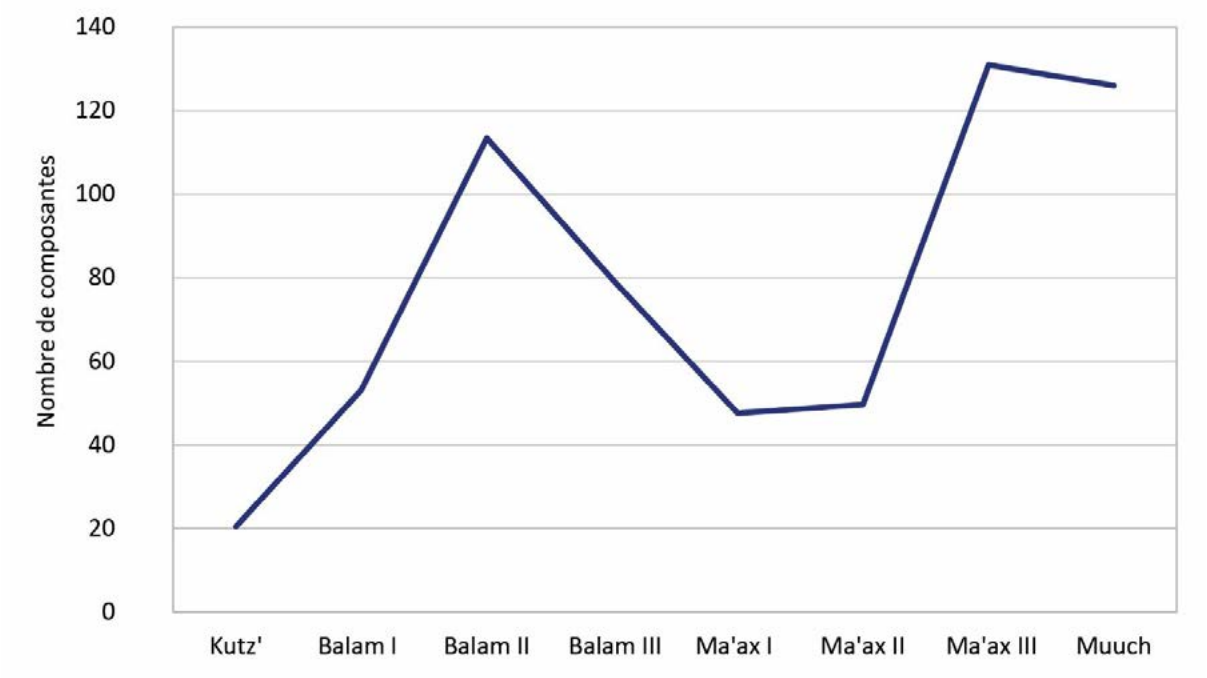


Figure 118. Nombre de composantes au cours de chaque-sous phase : probabilité d'occurrence au cours d'un pas de temps.

7.1.3.2 *Time Weighed Lot Indice*

Inomata, Triadan, MacLellan *et al.* (2017) proposent également, à partir de l'étude de cas de Ceibal, un indice permettant de pondérer les dynamiques de construction et d'occupation observées dans les sondages en fonction de la durée des sous-phases. Il s'agit de l'indice TWLI (« *Time Weighed Lot Indice* »), qui correspond à la formule suivante, pour chaque sous-phase : années d'occupation du site × nombre de lots assignés à la sous-phase / nombre d'années de la sous-phase[151] × nombre de lots assignés à UNE sous-phase quelle qu'elle soit. Si l'on applique cette méthodologie à la Zone résidentielle de Naachtun (sur les contextes, et non pas simplement sur les lots, qui sont parfois arbitraires et n'ont pas toujours de cohérence stratigraphique, comme nous l'avons déjà précisé), on obtient les résultats synthétisés dans le Tableau 27.

151 Pour appliquer ce calcul au cas de Naachtun, on utilise, encore une fois, les bornes proposées dans la séquence chrono-céramique du site, qu'il est toujours possible de discuter par ailleurs, en particulier sur les longues périodes de transition entre sous-phases.

Tableau 27. Calcul de l'indice TWLI (Inomata, Triadan, MacLellan et al. 2017) pour la Zone résidentielle de Naachtun.

Phase ou Sous-phase	Durée totale de l'occupation de Naachtun	Nombre de couches assignées à la sous-phase	Durée de la sous-phase	Nombre de couches assignées à une sous-phase	TWLI
Muuch	1350	33	120	312	1,19
Ma'ax III	1350	57	80	312	3,08
Ma'ax I-II	1350	33	200	312	0,71
Balam III	1350	40	150	312	1,15
Balam II	1350	101	100	312	4,37
Balam I	1350	39	150	312	1,13
Kutz'	1350	9	550	312	0,07

Comme le rappellent Inomata et ses collègues (*ibid*., p. 1294), cet indice ne permet pas de calculer une population, mais seulement d'exposer des dynamiques d'activité de construction. Un indice TWLI supérieur à 1 indique une activité de construction supérieure à la moyenne, alors qu'un résultat inférieur à 1 indique une activité inférieure à la moyenne (notons tout de même que l'erreur potentielle occasionnée par la présence de nombreuses couches à la datation indéterminée n'est pas corrigée dans ce calcul TWLI : c'est pour cette raison que l'utilisation de Chronophage est à conseiller quand de nombreuses couches sont mal datées). Lorsque l'on pondère les données des sondages effectués dans la zone résidentielle de Naachtun, la plupart des dynamiques identifiées pour le Classique ancien s'en trouvent accentuées. Le Préclassique récent/terminal est une période très longue, et les occupations et constructions préclassiques ne forment qu'une occupation très diluée, une fois réparties sur le demi millénaire que dure cette phase. En revanche, Balam II, qui ne dure qu'un siècle (selon les paramètres choisis pour la durée des sous-phases, la question a déjà été discutée), mais au cours de laquelle les constructions s'accumulent, ressort clairement comme la période la plus dynamique de toute l'histoire de Naachtun (voir Tableau 27). La multiplication des remblais successifs en Balam II attire nécessairement l'attention. On observe également la fréquence des dépôts de construction en Balam II : onze d'entre eux ont été identifiés dans l'ensemble des fouilles de la Zone résidentielle. C'est une augmentation très substantielle de la pratique par rapport aux autres sous-phases, pour lesquelles il n'a pas été possible de recenser, dans le meilleur des cas, plus de trois dépôts. On pourrait objecter que le dynamisme de Balam II pourrait s'expliquer par la localisation des sondages, qui n'étaient pas en contact avec les structures et visaient à mettre au jour les épisodes de construction du Classique ancien. Dès lors, des changements architecturaux plus récents effectués sur les structures pourraient passer inaperçus. Leur prise en compte aurait peut-être nuancé la domination Balam II, même si des modifications architecturales effectuées en Balam II sont, également, susceptibles de nous avoir échappé. Il en est de même pour les dépôts. La localisation des sondages correspondrait-elle à celle des dépôts rituels de construction de cette sous-phase (mais pas à la localisation privilégiée des dépôts

rituels au cours des autres sous-phases de l'histoire de Naachtun) ? L'activité rituelle liée à la construction était-elle réellement plus intense à ce moment ?
En termes de nombre de composantes, Balam I et Balam III sont équivalentes, et sont légèrement supérieures à la valeur moyenne 1, mais leurs dynamiques sont complètement inversées, puisque Balam I est un moment d'expansion et de création d'unités résidentielles, alors que Balam III semble correspondre à un moment de contraction, avec des modifications parfois substantielles de quelques unités résidentielles déjà existantes, mais pas (ou très peu) de création d'unité ou même de patios (Hiquet, Sion *et al.* 2023). Il faut, tout de même, nuancer ce résultat par le nombre de fondations de patios à un moment indéterminé du Classique ancien : elles pourraient se répartir sur les trois sous-phases et modifier légèrement les tendances.

7.2 Taux d'occupation et nombre d'habitants à chaque sous-phase du Classique ancien

Nous arrivons ici au bout du cheminement méthodologique aboutissant à l'estimation du nombre d'habitants de la Zone résidentielle de Naachtun au Classique ancien. Nous disposons (Tableau 11) du nombre moyen minimal et maximal d'habitants par patio de chaque type de la Typologie des Patios croisée avec la Typologie de Croissance des unités résidentielles, pour chaque sous-phase. A partir des résultats de notre programme de sondages dans la Zone résidentielle, et du logiciel Chronophage, il nous est possible de déterminer le nombre probable de patios de chaque type de nos typologies occupés au cours de chaque sous-phase. Munis de la liste des ajustements à appliquer aux effectifs de certains types de patios à certaines sous-phases (Tableau 16), nous pouvons donc multiplier le nombre moyen d'habitants par type de patio par le nombre de patios de chaque type occupés à chaque sous-phase et obtenir, ainsi, le nombre d'habitants de la Zone résidentielle, auquel nous ajoutons le nombre d'habitants du Groupe B pour aboutir au nombre d'habitants du site en son entier (hors arrière-pays, traité par la suite). Le détail de ces calculs se trouve in Hiquet (2020 : Annexe G). Dans la présente section, nous indiquerons les taux d'occupation des patios et des unités résidentielles pris dans leur ensemble (hors typologies) ainsi que le nombre d'habitants de la Zone résidentielle pour chaque sous-phase de la séquence, Classique récent compris.

7.2.1 Phase Kutz' (350 av. J.-C.-150 apr. J.-C.) : taux d'occupation et nombre d'habitants

Cette recherche porte sur le Classique ancien, mais pour comprendre les dynamiques de peuplement à cette période, et identifier d'éventuels transferts de population, il est indispensable d'estimer la population préclassique. Il ne fait pas le moindre doute que l'estimation du nombre d'habitants au Préclassique récent souffre de nombreux problèmes méthodologiques : elle est la moins solide des quantifications proposées ici.
La question de la sous-représentation des contextes préclassiques se pose avec insistance. En effet, il n'est pas rare de retrouver une poignée de tessons du groupe Sierra (diagnostique du Préclassique récent) dans des remblais postérieurs. La méthodologie de l'analyse céramique utilisée par le PPNN écarte donc ces tessons dans le cadre de la datation des lots. Un point de réflexion doit être abordé à ce propos. Il arrive que des tessons anciens soient retrouvés, en proportions variables, dans des remblais postérieurs. Il peut s'agir des « corbeilles » (en anglais, « *basketloads* »), qui correspondent à des chargements de matériaux extraits de dépotoirs, déposés dans un remblai postérieur. Il peut aussi s'agir de la conséquence de l'amendement des sols avec des déchets d'occupation. La question du caractère symbolique de l'inclusion de tessons anciens dans les remblais a été soulevée à plusieurs reprises (pour Naachtun, Patiño et Forné 2012, p. 401 ; pour Río Bec, Taladoire *et al.* 2013, p. 360) : il n'est pas exclu que des tessons anciens aient été sciemment placés dans des niveaux de construction, de manière à créer un certain lien avec le passé, avec par exemple les ancêtres (M.-C. Arnauld, Dzul *et al.* 2010, pp. 139-140). Si tel était le cas, cela signifierait bel et bien que la présence de céramique du Préclassique récent ou du Classique ancien dans des remblais postérieurs n'impliquerait pas toujours une occupation ancienne *in situ*, c'est-à-dire à l'échelle de l'unité résidentielle. Comme nous avons eu l'occasion de l'exposer

(discussion sur l'Unité résidentielle 6M100 au Chapitre 5), nous considérons fermement que des transferts de matériaux, intentionnels ou non, entre unités résidentielles différentes et *a fortiori* entre patios différents ont bien eu lieu à Naachtun.
Il est par ailleurs normal (mais pas systématique) que les niveaux et remblais correspondant à la première occupation d'un site soient moins riches en matériaux culturels divers que les niveaux postérieurs. Certains niveaux terreux en fond de fouille, généralement pauvres en tessons voire stériles, pourraient donc correspondre à des occupations anciennes difficiles à caractériser dans le cadre d'un simple sondage. Enfin, il existe la possibilité, déjà évoquée, de la destruction quasi-totale de niveaux préclassiques pour permettre une occupation sur la roche-mère à la période classique. A Tikal, Culbert, Kosakowsky *et al.* (1990, p. 114) font l'hypothèse qu'un secteur bâti (aujourd'hui vide de tout vestige), se trouvant au sud du Temple IV, ait été complètement détruit afin de récupérer du matériel de construction pour les remblais du temple. Il n'est pas impossible que de telles manœuvres, concernant des secteurs habités au Préclassique récent ou au Classique ancien, aient eu lieu à Naachtun, par exemple à proximité du Groupe B, où il est évident qu'un vaste espace a été consacré à l'extraction du calcaire pour la construction (Annexe C). De potentielles unités résidentielles anciennes pourraient avoir totalement disparu dans ce secteur.
L'ensemble de ces indices suggère que l'occupation du Préclassique récent à Naachtun pourrait être sous-estimée, dans une proportion qu'il est difficile d'établir. Toutefois, cette sous-estimation ne doit pas occulter un autre problème méthodologique, aux implications strictement inverses : celui de la longueur de la phase, qui pourrait commencer en 350 ou 250 av. J.-C. pour ne prendre fin qu'en 150 apr. J.-C. Il est donc nécessaire de prendre en compte la très forte probabilité de la non-contemporanéité des unités résidentielles occupées au cours de cette très longue période (400 à 500 ans, contre 80 à 150 ans pour toutes les sous-phases suivantes) : c'est pourquoi le nombre de patios occupés durant la phase Kutz' est systématiquement divisé par deux lors de l'évaluation du nombre d'habitants (Tableau 16). Autant que la possibilité d'abandons périodiques après occupation (qui ne sont pas particulièrement suggérés par la stratigraphie mais qui sont probables au vu de la durée de la phase), la probabilité que toutes les unités résidentielles n'aient pas été fondées simultanément au début de la phase Kutz' semble exiger la correction du chiffre brut. A Tikal, Haviland (2003, p. 118), qui disposait de données plus riches que celles de Naachtun sur la séquence céramique préclassique, observait de nets décalages dans le moment de fondation des unités résidentielles du Préclassique récent, avec une tendance à l'augmentation des fondations à la fin de la phase. Notre connaissance de l'occupation préclassique de Naachtun est malheureusement encore beaucoup trop lacunaire pour procéder à des ajustements aussi fins. La fouille de dépotoirs préclassiques pourrait permettre d'établir de manière plus ferme l'existence ou non d'une continuité dans l'occupation des unités résidentielles préclassiques. Pour de plus amples développements, on peut consulter la discussion de cette question par Tourtellot (1990, pp. 91, 96-98), qui envisageait une continuité de l'occupation au cours des très longues sous-phases du Préclassique à Ceibal. Rappelons tout de même que l'occupation préclassique de Ceibal était probablement bien plus dense que celle de Naachtun. Il s'agit, en tous cas, d'un site où les vestiges d'occupation préclassiques sont bien plus nombreux et accessibles qu'à Naachtun.

Tableau 28. Nombre et proportion de patios occupés au cours de la phase Kutz'.

		Nombre	**%**
Sur l'échantillon de 89 patios sondés	Occupation avérée	6	6,7
	Occupation probable (arrondie à l'unité la plus proche)	17	19,1
	Occupation maximale	21	23,6
Extrapolation à l'ensemble des patios (N=226)	Occupation probable (arrondie à l'unité la plus proche)	44	19,5
Extrapolation à l'ensemble des patios et correction	Occupation probable (arrondie à l'unité la plus proche)	56	

Six patios sur les 89 sondés ont révélé une occupation attestée pour le Préclassique récent (Tableau 28), dans six unités résidentielles différentes (il s'agit des chiffres d'occupation minimale, excluant les contextes mal datés). Cette dispersion est une donnée qu'il ne faut pas négliger. Il est probable que les unités résidentielles du Préclassique récent aient été morphologiquement très simples, loin des complexes à patios multiples du Classique récent, ce qui expliquerait qu'un seul patio par unité résidentielle occupée remonte au Préclassique récent.

Si l'on tient compte des contextes à datation indéterminée (Figure 119), le nombre maximal de patios susceptibles d'avoir été occupés au sein de l'échantillon est de 21. Quant à l'approche probabiliste, elle suggère qu'entre 16 et 17 patios (16,73) étaient occupés, toujours au sein de l'échantillon de 89. Ce chiffre, élevé au regard de la rareté des vestiges préclassiques en contextes scellés peut s'expliquer par la longueur de la phase. Le traitement probabiliste sur Chronophage tend en effet à donner, logiquement, plus de poids aux phases les plus longues. En extrapolant le taux d'occupation (après traitement par Chronophage) de l'échantillon à l'ensemble des patios de la Zone résidentielle, on obtient un total de 44 patios probablement occupés sur 226. Une fois toutes les corrections effectuées (prise en compte de patios invisibles, ajout de 5 % de patios par sous-phase pour tenir compte des contextes non mis au jour par les sondages, voir le Tableau 16), on aboutit à un chiffre total de 56 patios occupés sur l'ensemble de la Zone résidentielle. C'est ce chiffre qui est divisé par deux pour tenir compte de la non-contemporanéité.

Le traitement de ces données (comprenant, donc, la division par deux du nombre de patios de chaque type occupé pour tenir compte des problèmes de contemporanéité) aboutit à une estimation de 168 à 315 habitants au Préclassique récent (Tableau 29 et Figure 119) à l'échelle du site en son entier, secteur de l'épicentre monumental compris. Cela correspondrait bien à l'image d'un hameau dispersé qui ressort des sondages. Ce panorama pourrait éventuellement changer, toutefois, si des fouilles dédiées mettaient au jour des secteurs d'occupation plus concentrée.

Tableau 29. Estimation du nombre d'habitants de Naachtun à chaque sous-phase du Classique ancien.

Sous-phase	Nombre d'habitants estimé	
	Minimum	Maximum
Kutz'	168	315
Balam I	582	1 051
Balam II	630	1 167
Balam III	597/760	1 103/1 282



Figure 119. Estimation du nombre d'habitants de Naachtun au cours de la phase Kutz'.

7.2.2 Sous-phase Balam I (150 apr. J.-C.-300 apr. J.-C.) : taux d'occupation et nombre d'habitants

Au moins 25 patios étaient occupés en Balam I, dans 22 unités résidentielles (Figure 121). Au total (au sein de l'échantillon), en tenant compte des niveaux à la datation indéterminée, ce sont au maximum 55 patios qui pourraient avoir été occupés, dans 40 unités résidentielles. Selon le traitement probabiliste par Chronophage, entre 37 et 38 patios (37,54) de l'échantillon étaient occupés, dans 28 unités résidentielles (voir le Tableau 25). Si l'on extrapole ces chiffres à l'ensemble de la Zone résidentielle, on obtient une occupation probable de 90 patios occupés, dans 60 unités résidentielles (Tableau 30 et Tableau 31). L'ensemble des corrections appliquées porte le total de patios occupés à 104.

Tableau 30. Nombre et proportion de patios occupés au cours de la sous-phase Balam I.

		Nombre	**%**
Sur l'échantillon de 89 patios sondés	Occupation avérée	25	28,1
	Occupation probable (arrondie à l'unité la plus proche)	38	42,7
	Occupation maximale	55	61,8
Extrapolation à l'ensemble des patios (N=226)	Occupation probable (arrondie à l'unité la plus proche)	90	39,8
Extrapolation à l'ensemble des patios et correction	Occupation probable (arrondie à l'unité la plus proche)	104	

Le nombre d'habitants du site (secteur du Groupe B compris) est évalué à l'intervalle 582-1 051 (Tableau 29 et Figure 120). Cela exclut l'ensemble des Groupes C et A, et leur éventuelle population, élitaire ou non. Mais rappelons qu'à la fin de la Sous-phase Balam I, les places principales des Groupes A et C existent déjà, de même que beaucoup de structures publiques majeures, telles que le Groupe de Type E, la chaussée ou des sub dans les secteurs du Triadique (Structure I) et de l'Acropole funéraire (Structure V). Il est donc très peu probable que le secteur ait accueilli une occupation résidentielle, à part peut-être royale. Cette population estimée pour la Zone résidentielle représente une hausse très substantielle par rapport à la population préclassique, sans doute expliquée par un apport de population à l'échelle régionale. Ces mouvements de population pourraient être à placer dans le contexte du Collapse du Préclassique terminal (discuté à la Sous-section 2.2.1), qui aurait approximativement coïncidé avec le début de la Sous-phase Balam I. Dans cette hypothèse, les habitants pourraient venir des environs d'El Mirador, mais aussi du site de Kunal, un centre préclassique doté d'architecture monumentale se trouvant à moins de cinq kilomètres à l'est de Naachtun. Les premières fouilles, très préliminaires puisqu'elles ne concernent que la place principale du site, n'y ont pas révélé d'épisode de construction pour le Classique ancien, alors que des vestiges du Préclassique moyen, du Préclassique récent et du Classique récent ont pu être identifiés (Morales-Aguilar, Nondédéo *et al.* 2018[152]). Cette séquence interrompue par un hiatus au Classique ancien est tout à fait typique des sites de la région de Mirador touchés par le Collapse.

[152] Des fouilles récentes viennent quelque peu nuancer cette vision des choses et indiquent une certaine occupation à Kunal au Classique ancien.

Tableau 31. Nombre et proportion d'unités résidentielles occupées au cours de la sous-phase Balam I.

		Nombre	%
Sur l'échantillon de 55 unités résidentielles sondées	Occupation avérée	22	40
	Occupation probable (arrondie à l'unité la plus proche)	28	50,9
	Occupation maximale	40	72,7
Extrapolation à l'ensemble des unités résidentielles (N=119)	Occupation probable (arrondie à l'unité la plus proche)	60	50,4

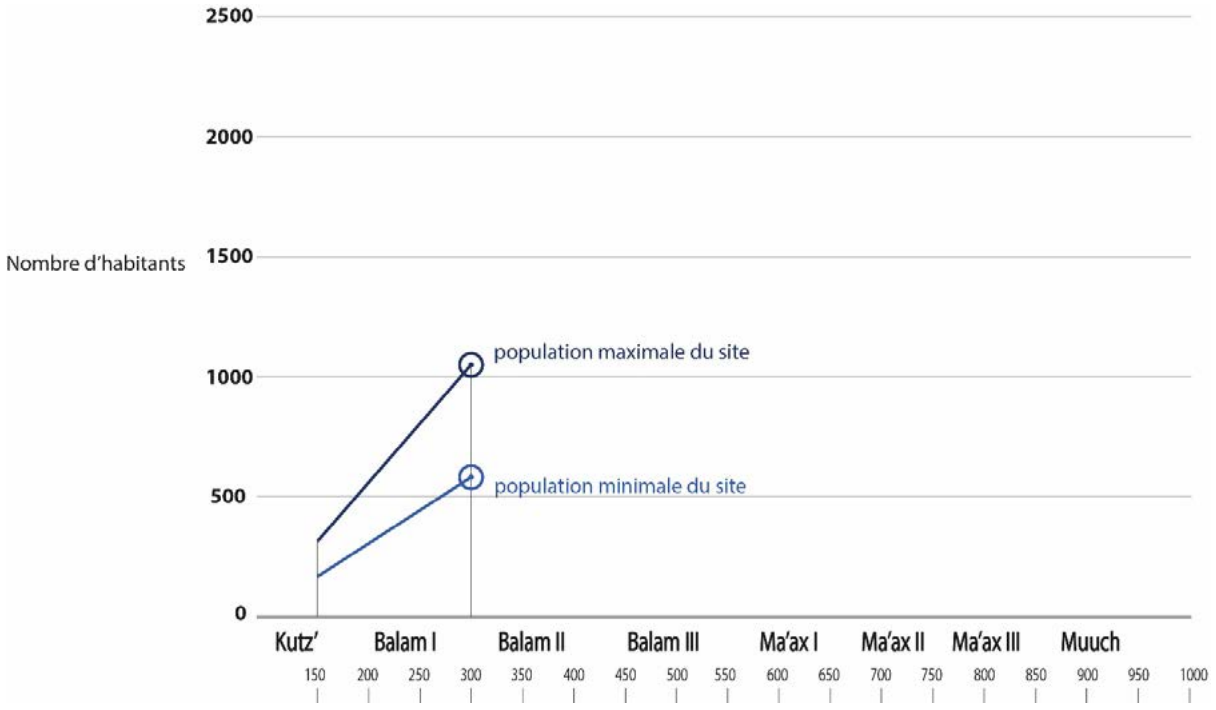


Figure 120. Estimation du nombre d'habitants de Naachtun au cours de la sous-phase Balam I.

7.2.3 Sous-phase Balam II (300 apr. J.-C.-400 apr. J.-C.) : taux d'occupation et nombre d'habitants

Quel que soit l'angle d'approche adopté, Balam II semble représenter un moment d'apogée dans les séquences du site. A l'échelle de notre échantillon, 32 patios sont occupés, dans 27 unités résidentielles (chiffres minimaux des occupations attestées). En tenant compte des niveaux à la datation indéterminée (Figure 123), ce sont, en tout, 64 patios qui pourraient avoir été occupés, dans 48 unités résidentielles (Tableau 32 et Tableau 33). Selon le traitement probabiliste par Chronophage, entre 43 et 44 patios

(43,11) de l'échantillon étaient occupés, dans 35 unités résidentielles. Si l'on extrapole ces proportions obtenues via Chronophage à l'ensemble de la Zone résidentielle, on arrive à 95 patios occupés, dans 76 unités résidentielles, et à 113 patios après correction.

Tableau 32. Nombre et proportion de patios occupés au cours de la sous-phase Balam II.

		Nombre	**%**
Sur l'échantillon de 89 patios sondés	Occupation avérée	32	36
	Occupation probable (arrondie à l'unité la plus proche)	43	48,3
	Occupation maximale	64	71,9
Extrapolation à l'ensemble des patios (N=226)	Occupation probable (arrondie à l'unité la plus proche)	95	42
Extrapolation à l'ensemble des patios et correction	Occupation probable (arrondie à l'unité la plus proche)	113	

Tableau 33. Nombre et proportion d'unités résidentielles occupées au cours de la sous-phase Balam II.

		Nombre	**%**
Sur l'échantillon de 55 unités résidentielles sondées	Occupation avérée	27	49,1
	Occupation probable (arrondie à l'unité la plus proche)	35	63,6
	Occupation maximale	48	87,3
Extrapolation à l'ensemble des unités résidentielles (N=119)	Occupation probable (arrondie à l'unité la plus proche)	76	63,9

La population totale de la cité (Zone résidentielle et secteur du Groupe B) est évaluée à l'intervalle 630-1 167 habitants (Figure 121), une hausse relativement modérée par rapport à la sous-phase Balam I, qui peut tout à fait s'expliquer par une croissance naturelle sur place.

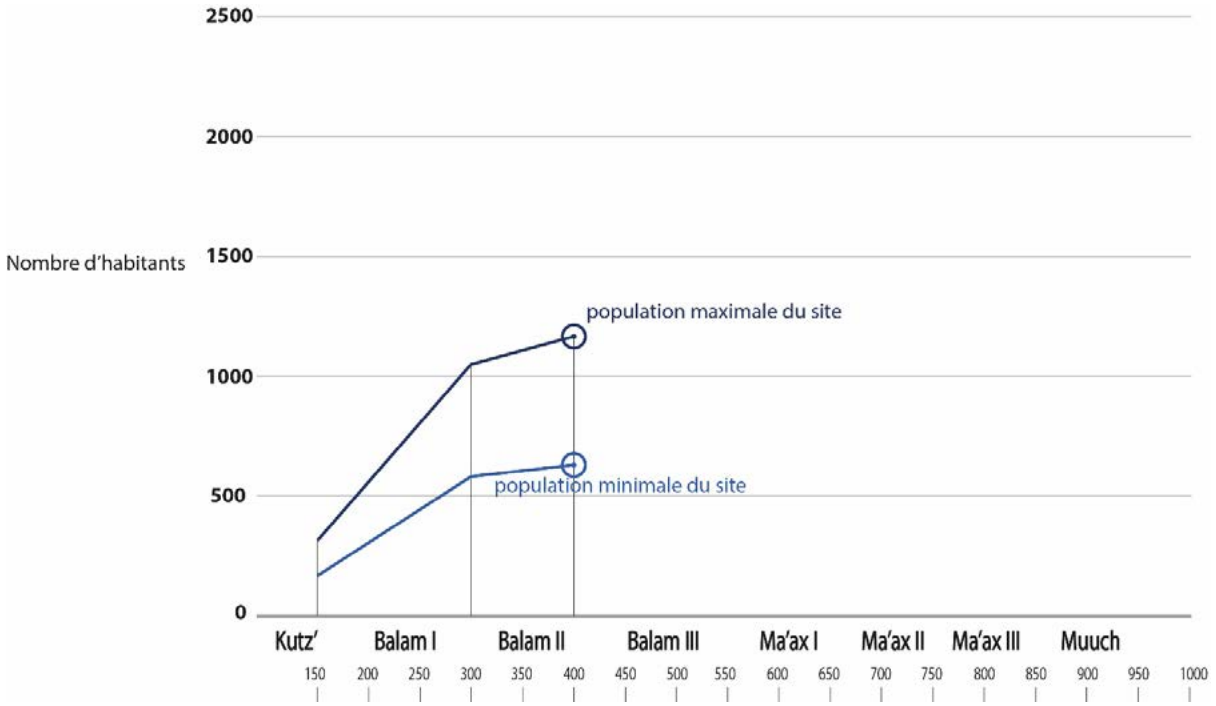


Figure 121. Estimation du nombre d'habitants de Naachtun au cours de la sous-phase Balam II.

7.2.4 Sous-phase Balam III (400 apr. J.-C.-550 apr. J.-C.) : taux d'occupation et nombre d'habitants

Le nombre brut de patios occupés diminue très fortement en Balam III, puisque seuls 18 patios de 16 unités résidentielles de l'échantillon ont une occupation attestée pour cette sous-phase (Figure 125). Au maximum, 55 patios, appartenant à 42 unités résidentielles de cet échantillon, sont susceptibles d'avoir été occupés en Balam III, en tenant compte des contextes mal datés (Tableau 35, Tableau 36). C'est pour cette Sous-phase Balam III que la différence entre les chiffres bruts (occupation minimale, contextes mal datés exclus) et le traitement probabiliste par Chronophage est la plus conséquente au cours du Classique ancien, puisque selon ce traitement, entre 38 et 39 patios (38,92) de l'échantillon étaient en réalité occupés, soit une augmentation de 116,7 % par rapport au nombre de patios dont l'occupation est avérée (Tableau 34). L'extrapolation à l'ensemble du site donne une occupation probable de 93 patios (116 après correction). On observe donc des résultats très contrastés pour l'occupation en Balam III. Alors que les résultats bruts des sondages suggèrent une très forte diminution de l'occupation au cours de cette sous-phase, un certain nombre d'indices tendent à la nuancer. On peut même aboutir, comme on le verra par la suite, à une légère augmentation du nombre d'habitants par rapport à Balam II.
Il n'est pas exclu que la datation d'une quantité non négligeable de contextes Balam III ait échoué, et ce pour plusieurs raisons. On a déjà évoqué une moindre maîtrise de l'assemblage céramique diagnostique de la période par rapport à celui de Balam II. On a aussi émis l'hypothèse (qui reste à tester) que l'implantation des sondages pourrait être défavorable à l'identification des niveaux Balam III : les structures de cette sous-phase, strictement recouvertes par les édifices postérieurs, pourraient être indétectables par le biais d'un sondage implanté dans le patio, au contraire des structures Balam II, à l'orientation très différente. Il existe une autre possibilité à explorer, avec de plus fortes conséquences sur la quantification de la population. Il semblerait qu'en Balam III, de nouveaux modèles d'organisation de l'habitat voient le jour et commencent à se généraliser. Bien que les sondages de notre programme ne soient pas le type de fouille indiqué pour comprendre l'organisation résidentielle, des indices suggèrent une tendance au regroupement de la population dans des unités résidentielles plus

complexes, à patios multiples[153]. Cette tendance pourrait être initiée en Balam III et se développer plus pleinement au début du Classique récent, moment probable de la construction des places qui caractérisent les unités résidentielles du Type VI de la typologie morphologique).

Tableau 34. Différence entre le nombre de patios dont l'occupation est avérée et le nombre de patios suggéré par le traitement probabiliste Chronophage.

	Kutz'	**Balam I**	**Balam II**	**Balam III**	**Ma'ax I**	**Ma'ax II**	**Ma'ax III**	**Muuch**
Occupation avérée (échantillon de 89)	6	25	32	18	12	16	48	36
Occupation selon le traitement Chronophage (échantillon de 89)	17	38	43	39	31	35	58	56
Différence (en %)	183,3	52	34,4	116,7	158,3	118,8	23,4	55,6

Tableau 35. Nombre et proportion de patios occupés au cours de la sous-phase Balam III.

		Nombre	**%**
Sur l'échantillon de 89 patios sondés	Occupation avérée	18	20,2
	Occupation probable (arrondie à l'unité la plus proche)	39	43,8
	Occupation maximale	55	61,8
Extrapolation à l'ensemble des patios (N=226)	Occupation probable (arrondie à l'unité la plus proche)	93	41,2
Extrapolation à l'ensemble des patios et correction	Occupation probable (arrondie à l'unité la plus proche)	116	

153 Reconnaissons que bien peu de patios furent fondés en Balam III : observer, néanmoins, le nombre élevé de fondations à une date complètement indéterminée ou Balam indéterminée (respectivement 16 et 15 patios sur un échantillon de 89).

Tableau 36. Nombre et proportion d'unités résidentielles occupées au cours de la sous-phase Balam III.

		Nombre	**%**
Sur l'échantillon de 55 unités résidentielles sondées	Occupation avérée	16	29,1
	Occupation probable (arrondie à l'unité la plus proche)	31	56,4
	Occupation maximale	42	76,4
Extrapolation à l'ensemble des unités résidentielles (N=119)	Occupation probable (arrondie à l'unité la plus proche)	67	56,3

C'est pour cette raison que l'on considère que les unités résidentielles de la Typologie de Croissance qui sont supposées n'avoir pas d'occupation au Classique ancien (Classes C1 et D1, voir la Sous-section 5.1.2) avaient tout de même une occupation en Balam III. Des tessons Balam III récupérés dans les déblais de tranchées de pillage des Unités résidentielles 5N1 et 6M10, où aucun autre vestige du Classique ancien n'a été découvert, tendraient à appuyer cette interprétation. Dans le même ordre d'idée, il est possible qu'en Balam III, les habitants de Naachtun aient privilégié une architecture plus durable et monumentale, avec de profondes modifications architecturales et la construction de soubassements plus imposants. Il est même possible que les premières structures voûtées de la Zone résidentielle datent de Balam III, mais il manque encore des recherches ciblées pour vérifier cette hypothèse. L'exemple le plus frappant de cette dynamique est sans aucun doute l'Unité résidentielle 6M22, avec la construction d'un soubassement de plus de deux mètres de haut pour le patio principal (Sondage 12 de l'Opération II.2). On remarque, par ailleurs, que les patios occupés en Balam III ont tendance à être plus vastes (dans leur état final) que ceux qui sont occupés en Balam II et en Balam I (voir le Tableau 37[154]). Cette tendance se poursuit en Ma'ax I et en Ma'ax II. En Ma'ax III, en revanche, l'omniprésence de l'occupation dans l'ensemble de la Zone résidentielle fait que la surface médiane des patios occupés diminue de manière marquée. Il faudrait multiplier les fouilles plus extensives pour confirmer l'hypothèse, mais la nécessité de mieux prendre en compte dans l'estimation de la population la structure de l'habitat en complément du taux d'occupation ne fait guère de doute. Tourtellot (1990, p. 87) introduisait la question dans sa contribution à *Precolumbian Population History in the Maya Lowlands*, mais ne s'y attardait malheureusement pas. Nous tentons, dans cette recherche, de pousser plus avant cette logique.

Autre aspect notable des nouvelles dynamiques caractéristiques dans l'organisation de l'habitat en Balam III : dans la Zone résidentielle de Naachtun, les structures résidentielles encore visibles les plus anciennes datent de cette sous-phase. Certes, l'Opération II.2 bis n'avait pas pour objectif d'étudier l'architecture des structures résidentielles, toutefois, il a pu arriver, pour diverses raisons, que des éléments des structures dans leur état final (murs et plates-formes) soient mis au jour dans les sondages,

154 Ce tableau, nécessairement construit à partir des résultats bruts des sondages (c'est-à-dire, avant traitement par Chronophage), est sensible aux datations incertaines. Il est par exemple probable que la surface médiane des patios occupés au cours de la sous-phase Ma'ax II serait supérieure si certains grands patios avec une occupation Ma'ax indéterminée, comme 6M22-G, la grande place de l'Unité résidentielle 6M22, étaient assignés à cette sous-phase.

sans compter de nombreuses structures sub qui se trouvaient dans les patios. Par ailleurs, les Opérations II.2 (Sondages systématiques des patios de la Zone résidentielle) et II.5 bis (l'étude par Goudiaby et ses collègues de l'Unité résidentielle 5N6) portaient bien sur les vestiges résidentiels. Au total, il est possible de se prononcer sur la date de construction de 44 structures dans leur étape finale, et 37 structures sub ont été identifiées, parfois seulement sous la forme de trous de poteau.

Tableau 37. Surface moyenne et médiane des patios occupés au cours de chaque sous-phase de Naachtun.

	Kutz'	**Balam I**	**Balam II**	**Balam III**	**Ma'ax I**	**Ma'ax II**	**Ma'ax III**	**Muuch**
Surface médiane (en m²)	653,49	440,99	712,13	814,29	814,29	692,7	563,32	646,75
Surface moyenne (en m²)	840,76	659,67	784,92	839,15	1102,06	626,71	715,42	781,18
Écart-type	579,13	502,33	498,77	653,2	1381,82	366,95	779,72	486,88

Dans la mesure où l'intérieur des structures dans leur étape finale n'a que rarement été fouillé (sauf dans le cas de l'Opération II.5 bis), c'est la connexion entre le sol et la base de la structure ou de sa plate-forme qui est généralement connue. Bien entendu, une datation fondée sur cette seule relation stratigraphique n'est pas idéale. Le sol ne constitue qu'un *terminus post quem*, et l'on peut toujours imaginer qu'un long laps de temps s'est écoulé entre la construction d'un sol et celle d'une structure par-dessus (un nouveau sol de patio n'était pas forcément construit lors de chaque construction ou modification de structure). En tenant compte de cette incertitude méthodologique, on remarque tout de même (Tableau 38) qu'une seule des 44 structures finales datées remonte à Balam II (l'oratoire familial 6N-10 de l'Unité résidentielle 6N10, Sondage 20), contre six à huit structures remontant probablement à Balam III. Toutes les autres datent du Classique récent ou terminal. On écarte deux structures à la datation complètement indéterminée. En revanche, des 37 structures sub (Tableau 39), six sont de datation indéterminée, une remonte au Préclassique récent, une autre à Balam I, quatorze à Balam II et seulement quatre à Balam III. Douze datent d'un moment indéterminé du Classique ancien.

Tableau 38. Phase de construction des structures de la Zone résidentielle de Naachtun dans leur état final.

Phase	Nombre de structures
Muuch	6
Ma'ax III	11
Ma'ax II	2
Ma'ax I	3
Ma'ax indéterminé	11
Balam indéterminé	[0-2]
Balam III	[8-6]
Balam II	1
Balam I	0
Kutz'	0
Indéterminé	2
Total	44

Tableau 39. Phase de construction des structures sub de la Zone résidentielle de Naachtun.

Phase	Nombre de structures
Muuch	0
Ma'ax III	0
Ma'ax II	0
Ma'ax I	0
Ma'ax indéterminé	0
Balam indéterminé	12
Balam III	3
Balam II	14
Balam I	1
Kutz'	1
Indéterminé	6
Total	37

Bien que le nombre de patios et d'unités résidentielles occupés en Balam III soit nettement inférieur aux chiffres obtenus pour Balam II, il n'est en réalité pas certain que la population ait diminué. Il se pourrait même que la population ait augmenté, ce qui est le cas si l'on attribue à chaque patio occupé en Balam III la population moyenne des patios au Classique récent, pour tenir compte de l'émergence du nouveau modèle d'organisation de l'habitat déjà évoqué (voir le Tableau 11). Nous travaillons, pour la quantification de la population, à partir de deux hypothèses : selon la première, Hypothèse A, on considère que les dynamiques et l'organisation de l'habitat caractéristiques du Classique récent commencent en Balam III. On applique donc le même nombre moyen d'habitants par patio que pour le Classique récent (Tableau 11). Selon cette hypothèse, qui est celle que l'on privilégie, on obtient un nombre d'habitants compris entre 760 et 1 282 pour l'ensemble du site, c'est-à-dire Zone résidentielle et secteur du Groupe B. Dans cette optique, il y aurait donc, malgré la diminution du nombre de patios et d'unités résidentielles occupés, une augmentation de la population entre Balam II et Balam III. Même si c'est l'Hypothèse A qui est privilégiée, parce que plusieurs indices semblent suggérer un habitat plus complexe et durable en Balam III, il existe aussi une Hypothèse B selon laquelle les tendances à l'œuvre en Balam III sont plus conformes aux pratiques en cours en Balam II qu'au Classique récent. Dans ce cas, on considère que le nombre d'habitants par patio est, comme en Balam I et Balam II, inférieur au nombre

moyen d'habitants calculé pour le Classique récent (en revanche, les tessons Balam III retrouvés à proximité des tranchées de pillage de deux unités résidentielles de Classe D1, 5N1 et 6M10, font que l'on persiste à considérer que la fondation de ces unités a pu avoir lieu en Balam III). On aboutit, alors, à un nombre d'habitants en Balam III pour l'ensemble Zone résidentielle et secteur du Groupe B compris entre 597 et 1 103, en diminution par rapport au nombre d'habitants estimé pour Balam II.

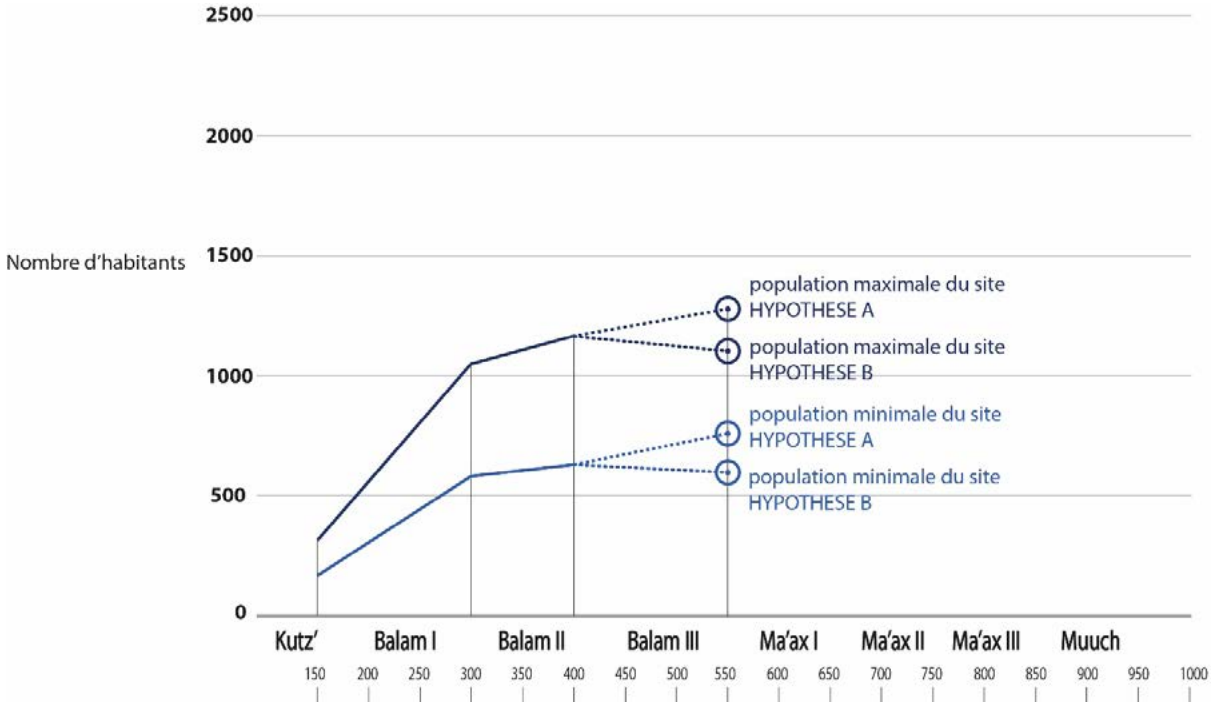


Tableau 40. Estimation du nombre d'habitants de Naachtun au cours de la sous-phase Balam III.

Wilk (1988, p. 141) rappelait que des études ethnologiques menées dans les Hautes Terres mayas montrent que les unités résidentielles tendent à se complexifier, avec des regroupements plus nombreux, lorsque la pression démographique se fait forte sur les terres agricoles. Il en est de même dans le cadre d'une économie fortement axée sur les échanges et les marchés. Si cette tendance se vérifiait à Naachtun, la situation en Balam III ne correspondrait pas à une crise marquée par une baisse de la population ou un isolement économique. Ajoutons qu'à l'échelle régionale, la fin du Classique ancien est une période dynamique en termes de démographie. A Tikal, Fry (1990, p. 293) considérait que c'est au cours de la deuxième moitié de la phase Manik que la population a commencé à augmenter de manière notable. L'interprétation des données archéologiques pour Balam III pose des questions méthodologiques et théoriques fondamentales, qui demanderont dans le futur des travaux approfondis. Une meilleure compréhension des dynamiques de cette sous-phase passera sans doute par une distinction plus fine de la céramique utilitaire du Classique ancien. Pour l'heure, il reste complexe de proposer une évaluation du nombre d'habitants, qui pourrait avoir, ou non, diminué après Balam II.

7.2.5 La population du site au Classique récent et terminal

Bien que cette étude porte sur le Classique ancien, il n'est pas inutile d'évoquer rapidement le cas du Classique récent : cela permettra, par la suite, de croiser les estimations de population pour le Classique ancien obtenues à partir de différentes méthodes. En effet, plusieurs approches dérivent la population du Classique ancien de la population maximale du Classique récent, dont l'estimation est *a priori* plus facile dans la mesure où les vestiges sont plus accessibles.

Nous passerons rapidement sur les deux premières sous-phases du Classique récent, Ma'ax I et Ma'ax II, dont les dynamiques sont encore assez mal comprises et qui ne permettent pas de remonter à la population du Classique ancien. On note une forte diminution du taux d'occupation en Ma'ax I, avec 12 patios occupés dans 11 unités résidentielles de l'échantillon (chiffres attestés, minimaux). Pour Ma'ax II, les fouilles ont donné un chiffre minimal de 16 patios occupés dans 12 unités résidentielles sur 55. Il faut noter, et cela explique très probablement en partie la faiblesse des chiffres d'occupation pour Ma'ax I et II, que la céramique diagnostique de ces deux sous-phases a longtemps posé des problèmes d'identification. De fait, il existe un grand nombre de contextes simplement datables du Classique récent, sans qu'il soit possible de déterminer la sous-phase : au sein de l'échantillon, le chiffre maximal pour Ma'ax I est de 61 patios appartenant à 40 unités résidentielles, 64 patios dans 41 unités résidentielles pour Ma'ax II (Tableau 41, Tableau 42, Tableau 43, Tableau 44).

Tableau 41. Nombre et proportion de patios occupés au cours de la sous-phase Ma'ax I.

		Nombre	**%**
Sur l'échantillon de 89 patios sondés	Occupation avérée	12	13,5
	Occupation probable (arrondie à l'unité la plus proche)	31	34,8
	Occupation maximale	61	68,5
Extrapolation à l'ensemble des patios (N=226)	Occupation probable (arrondie à l'unité la plus proche)	70	31
Extrapolation à l'ensemble des patios et correction	Occupation probable (arrondie à l'unité la plus proche)	86	

Tableau 42. Nombre et proportion d'unités résidentielles occupées au cours de la sous-phase Ma'ax I.

		Nombre	**%**
Sur l'échantillon de 55 unités résidentielles sondées	Occupation avérée	11	20
	Occupation probable (arrondie à l'unité la plus proche)	24	43,6
	Occupation maximale	40	72,7
Extrapolation à l'ensemble des unités résidentielles (N=119)	Occupation probable (arrondie à l'unité la plus proche)	52	43,7

Comme pour Balam III, l'augmentation du nombre d'occupations suggérée par le traitement statistique probabiliste est particulièrement substantielle pour Ma'ax I et II (Tableau 34), avec des hausses de 158 et 119 % du nombre de patios occupés. Même ainsi, on observe toujours une diminution du taux d'occupation. L'occupation probable était de 31 patios, appartenant à 24 unités résidentielles, en Ma'ax I, et de 35 patios appartenant à 25 unités résidentielles en Ma'ax II, le tout au sein de l'échantillon. Si l'on extrapole ces taux à l'ensemble de la Zone résidentielle, on obtient un nombre probable de 70 patios appartenant à 52 unités résidentielles en Ma'ax I, et 79 patios appartenant à 54 unités résidentielles en Ma'ax II. Une fois toutes les corrections effectuées, on aboutit à un total de 86 patios occupés en Ma'ax I et 94 en Ma'ax II. Cela permet d'évaluer la population de la Zone résidentielle à l'intervalle 578-952 habitants en Ma'ax I et 647-1 054 en Ma'ax II (Figure 122, Figure 123).

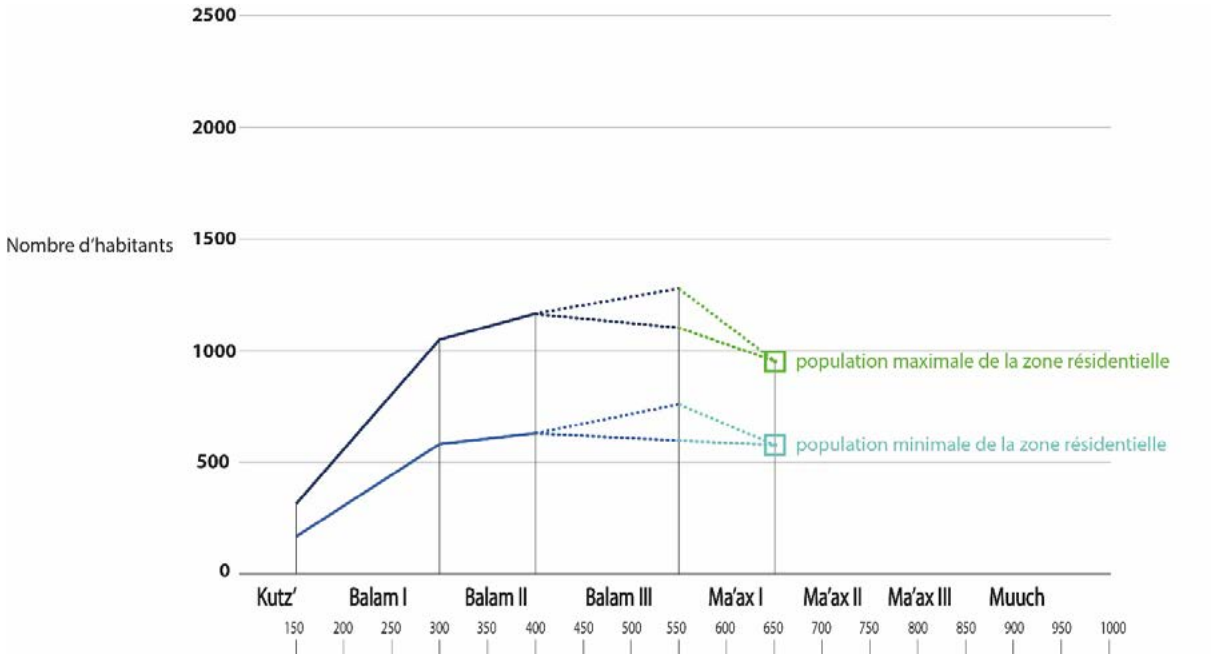


Figure 122. Estimation du nombre d'habitants de la Zone résidentielle de Naachtun au cours de la sous-phase Ma'ax I.

Insistons sur le fait que les chiffres pour Ma'ax I et II ne concernent pas le site dans son ensemble mais seulement la Zone résidentielle dans sa définition stricte, c'est-à-dire sans le secteur du Groupe B, qui commence, à cette époque, son évolution progressive vers la morphologie qui est la sienne au cours du Classique récent. Aucune estimation du nombre d'habitants du Groupe B n'est à ce jour disponible pour les sous-phases Ma'ax I et II. Pour conclure sur cette période de l'histoire du site, remarquons que la diminution du nombre d'habitants du site doit être nuancée, malgré la baisse des taux d'occupation. En effet, il est possible que les unités résidentielles principales de la Zone résidentielle (en particulier, 6L13, 6M10, 6M74 et 6M22) aient alors connu un essor marqué, nourri par l'inclusion des habitants des unités résidentielles voisines de moindre ampleur, un processus discuté par Hiquet, Sion *et al.* (2023).

Tableau 43. Nombre et proportion de patios occupés au cours de la sous-phase Ma'ax II.

		Nombre	%
Sur l'échantillon de 89 patios sondés	Occupation avérée	16	18
	Occupation probable (arrondie à l'unité la plus proche)	35	39,3
	Occupation maximale	64	71,9
Extrapolation à l'ensemble des patios (N=226)	Occupation probable (arrondie à l'unité la plus proche)	79	35
Extrapolation à l'ensemble des patios et correction	Occupation probable (arrondie à l'unité la plus proche)	94	

Tableau 44. Nombre et proportion d'unités résidentielles occupées au cours de la sous-phase Ma'ax II.

		Nombre	%
Sur l'échantillon de 55 unités résidentielles sondées	Occupation avérée	12	21,8
	Occupation probable (arrondie à l'unité la plus proche)	25	45,5
	Occupation maximale	41	74,5
Extrapolation à l'ensemble des unités résidentielles (N=119)	Occupation probable (arrondie à l'unité la plus proche)	54	45,4

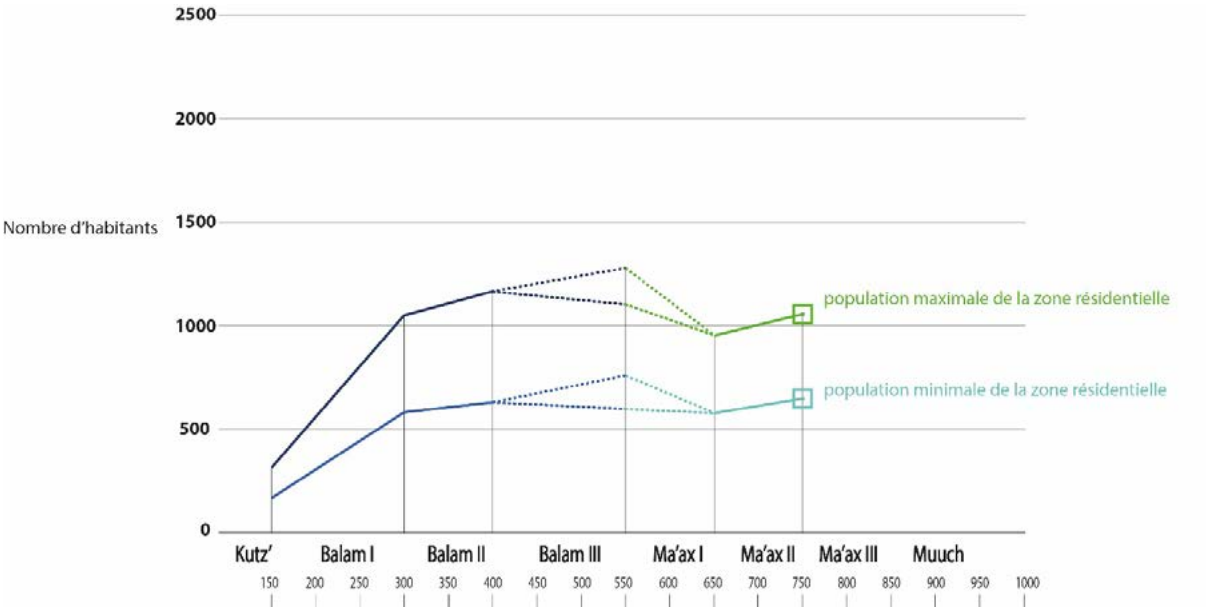


Figure 123. Estimation du nombre d'habitants de la Zone résidentielle de Naachtun au cours de la sous-phase Ma'ax II.

C'est en Ma'ax I que la surface moyenne et médiane des patios occupés est (de loin) la plus élevée (Figure 128, Tableau 37). On ne retrouve pas cette dynamique en Ma'ax II à partir des données disponibles, mais il est très probable que de vastes patios mal datés (en particulier, les grands patios semblables à des places que l'on trouve dans les unités mentionnées *supra),* aient été alors occupés dans ces groupes principaux de Naachtun (Figure 129). L'inclusion de ces patios dans le calcul de surface moyenne replacerait Ma'ax II au niveau de Ma'ax I en termes de surface des patios.

L'apogée de l'occupation de Naachtun a sans doute eu lieu à la fin du Classique récent, au cours de la Sous-phase Ma'ax III. Une majorité de patios de toutes tailles étaient alors occupés. Au minimum, ce sont 48 patios de 32 unités résidentielles de l'échantillon qui ont été occupés. En tenant compte des niveaux mal datés, le chiffre pourrait monter à un maximum de 78 patios occupés dans 46 unités résidentielles. Quant au résultat de la distribution probabiliste, il est de 58 patios occupés dans 39 unités résidentielles de l'échantillon. Extrapolée à l'ensemble de la Zone résidentielle, l'occupation probable est de 145 patios, appartenant à 84 unités résidentielles (Tableau 45, Tableau 46). Après corrections, on obtient un total de 166 patios, pour une population comprise entre 1 032 et 1 734 habitants (Figure 124). Ici encore, c'est uniquement la population de la Zone résidentielle qui est exprimée.

Toutefois, Sion (2016) a entrepris une estimation du nombre d'habitants en Ma'ax III d'un secteur du Groupe B, le Complexe Sud. On a déjà présenté (Section 5.6) l'extrapolation nous permettant d'arriver à une approximation du nombre d'habitants pour les deux autres complexes du Groupe B.

Tableau 45. Nombre et proportion de patios occupés au cours de la sous-phase Ma'ax III.

		Nombre	%
Sur l'échantillon de 89 patios sondés	Occupation avérée	48	53,9
	Occupation probable (arrondie à l'unité la plus proche)	58	65,2
	Occupation maximale	78	87,6
Extrapolation à l'ensemble des patios (N=226)	Occupation probable (arrondie à l'unité la plus proche)	145	64,2
Extrapolation à l'ensemble des patios et correction	Occupation probable (arrondie à l'unité la plus proche)	166	

Tableau 46. Nombre et proportion d'unités résidentielles occupées au cours de la sous-phase Ma'ax III.

		Nombre	%
Sur l'échantillon de 55 unités résidentielles sondées	Occupation avérée	32	58,2
	Occupation probable (arrondie à l'unité la plus proche)	39	70,9
	Occupation maximale	46	83,6
Extrapolation à l'ensemble des unités résidentielles (N=119)	Occupation probable (arrondie à l'unité la plus proche)	84	70,6

Au total, nous estimons sa population en Ma'ax III à l'intervalle de 621-754 habitants. Cela donne une population maximale pour le site en son entier (sauf éventuels résidents dans les Groupes A et C, quantitativement négligeables) comprise entre 1 653 et 2 488 à la fin du Classique récent.

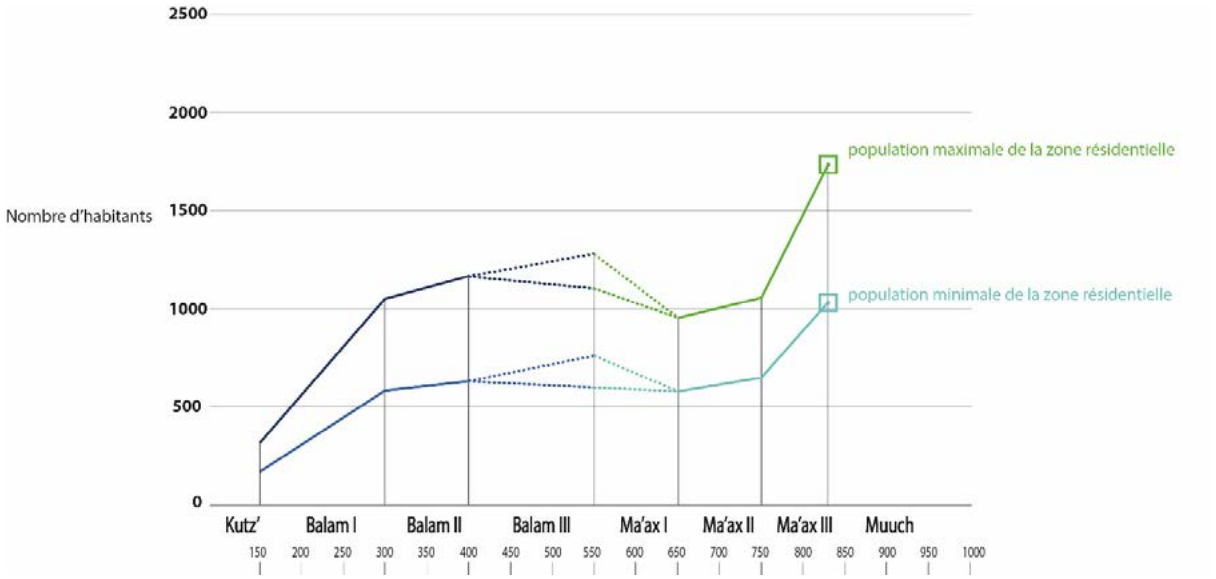


Figure 124. Estimation du nombre d'habitants de la Zone résidentielle de Naachtun au cours de la sous-phase Ma'ax III.

La question de la population du site au Classique terminal, en plus d'être très mal maîtrisée, nous éloigne du sujet. En effet, au contraire de la population en Ma'ax III, elle n'est pas utile pour remonter à la population classique ancienne. Il est très difficile d'inférer une population classique terminale des résultats des sondages, particulièrement inadaptés à la mise au jour d'occupations superficielles ; Haviland (2003, p. 118) évoquait ce problème pour Tikal. Il est évident que seule l'ouverture de plus vastes surfaces permet d'identifier les secteurs d'occupation résidentielle. Dans les sondages, on ne peut généralement récupérer que quelques tessons tardifs dans les niveaux d'humus, qu'il est impossible de lier fermement à des occupations permanentes. On observe d'ailleurs de très forts taux d'occupation maximale possible pour les patios et les unités résidentielles, parce que la céramique des niveaux d'humus et de décombres est généralement peu identifiable, mais presque toujours potentiellement classique terminale, par logique stratigraphique. A toutes fins utiles, on rapporte tout de même les taux d'occupation (quelle qu'elle soit) par patio et par unité résidentielle (Tableau 47 et Tableau 48). Si l'on suppose que chaque patio ayant livré des tessons du Classique terminal était occupé selon les mêmes modalités qu'un patio occupé au Classique récent (on l'aura compris, l'hypothèse est hautement spéculative), on obtient pour la phase Muuch une population comprise entre 1 016 et 1 729 habitants pour la Zone résidentielle (Figure 125). Le Groupe B était encore largement habité mais sa population n'est pas estimée ici.

Tableau 47. Nombre et proportion de patios occupés au cours de la phase Muuch.

		Nombre	%
Sur l'échantillon de 89 patios sondés	Occupation avérée	36	40,4
	Occupation probable (arrondie à l'unité la plus proche)	56	62,9
	Occupation maximale	75	84,3
Extrapolation à l'ensemble des patios (N=226)	Occupation probable (arrondie à l'unité la plus proche)	147	65
Extrapolation à l'ensemble des patios et correction	Occupation probable (arrondie à l'unité la plus proche)	166	

Tableau 48. Nombre et proportion d'unités résidentielles occupées au cours de la phase Muuch.

		Nombre	%
Sur l'échantillon de 55 unités résidentielles sondées	Occupation avérée	27	49,1
	Occupation probable (arrondie à l'unité la plus proche)	38	69,1
	Occupation maximale	50	90,9
Extrapolation à l'ensemble des unités résidentielles (N=119)	Occupation probable (arrondie à l'unité la plus proche)	81	68

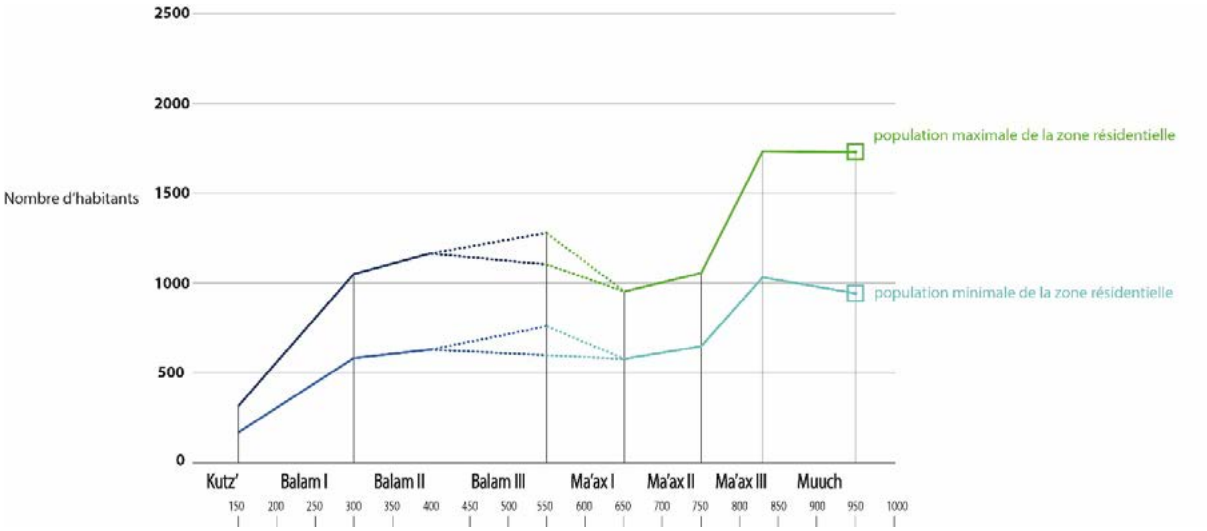


Figure 125. Estimation du nombre d'habitants de la Zone résidentielle de Naachtun au cours de la phase Muuch.

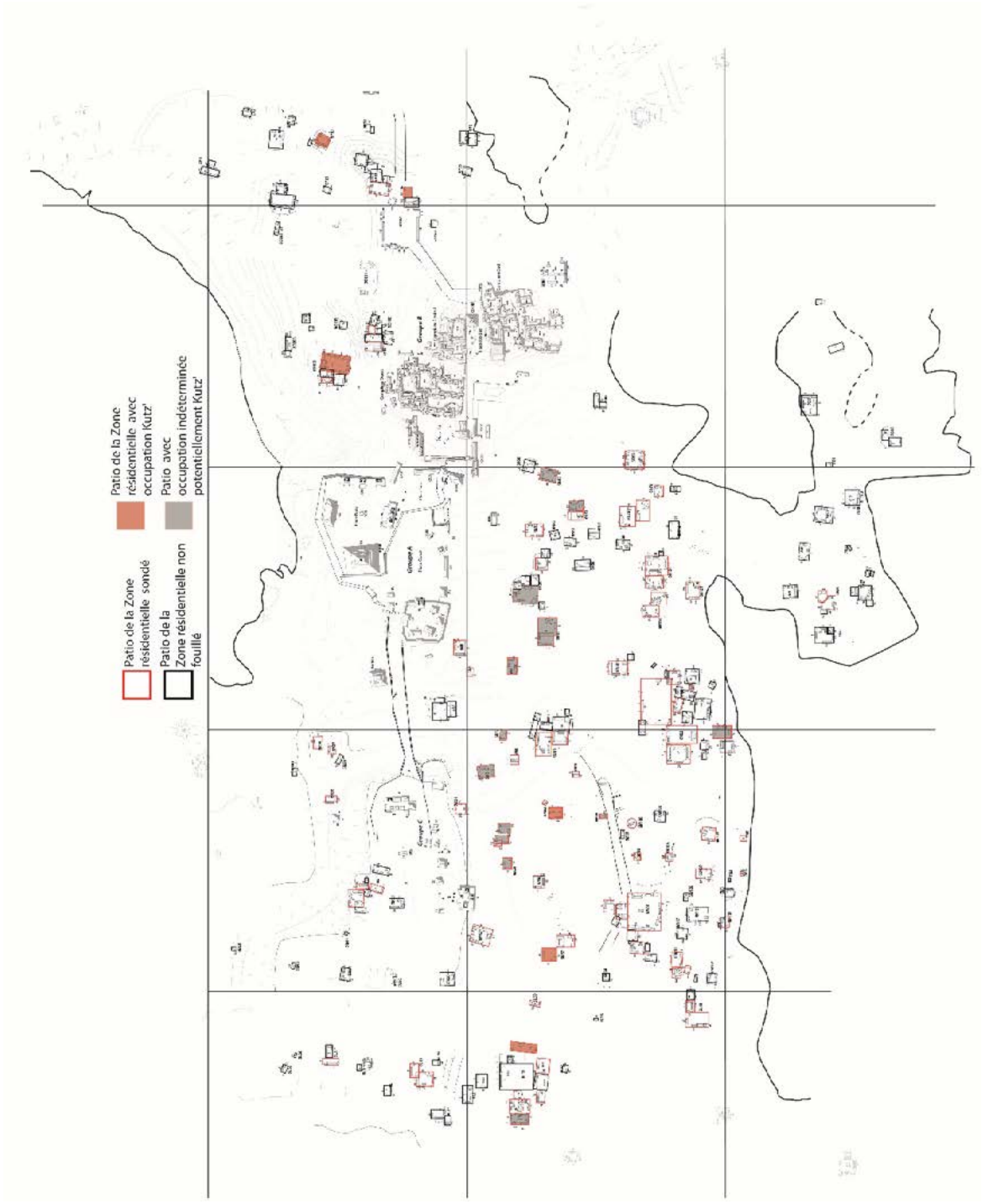


Figure 126. Patios occupés au cours de la Phase Kutz'.

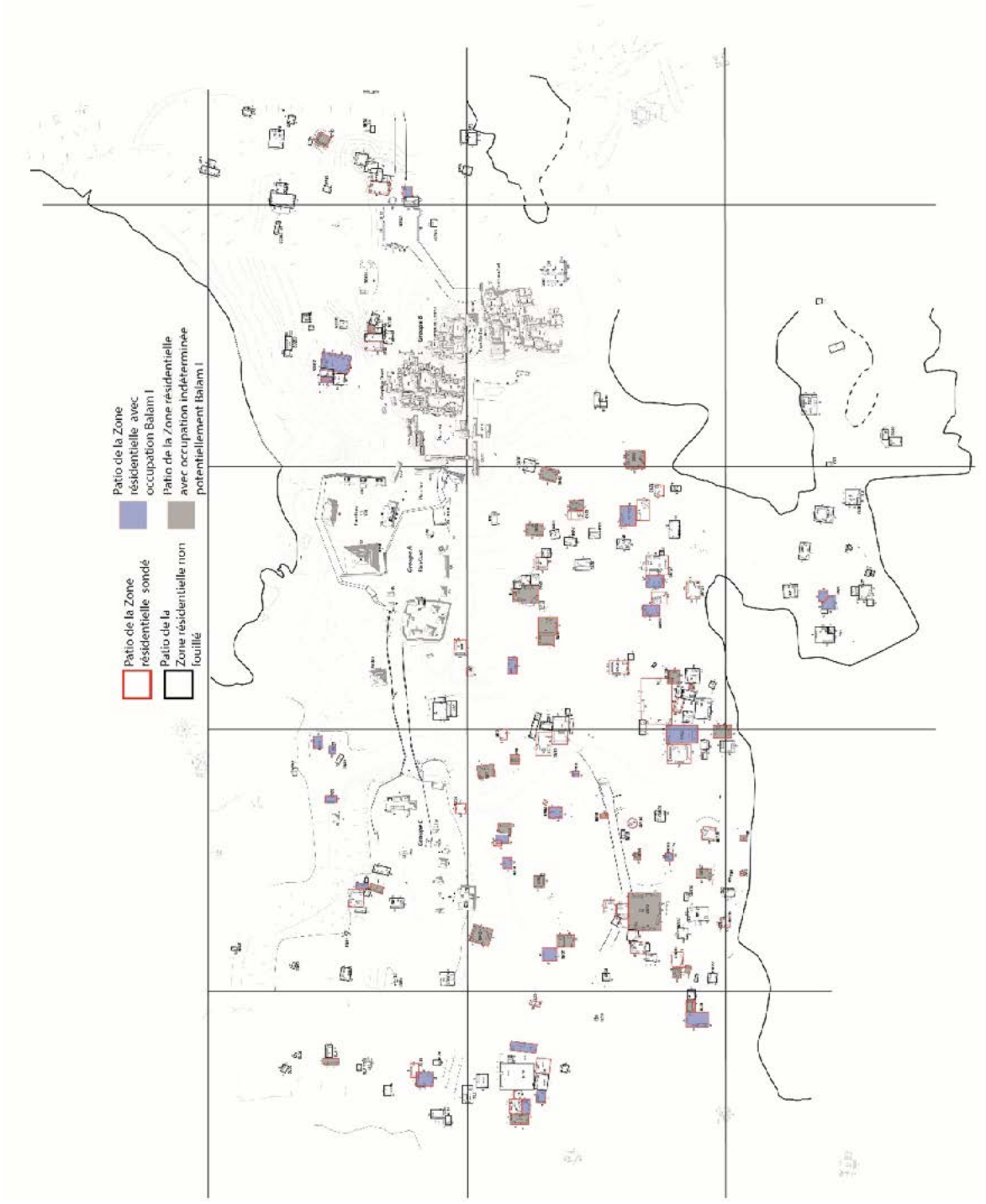


Figure 127. Patios occupés au cours de la Sous-phase Balam I.

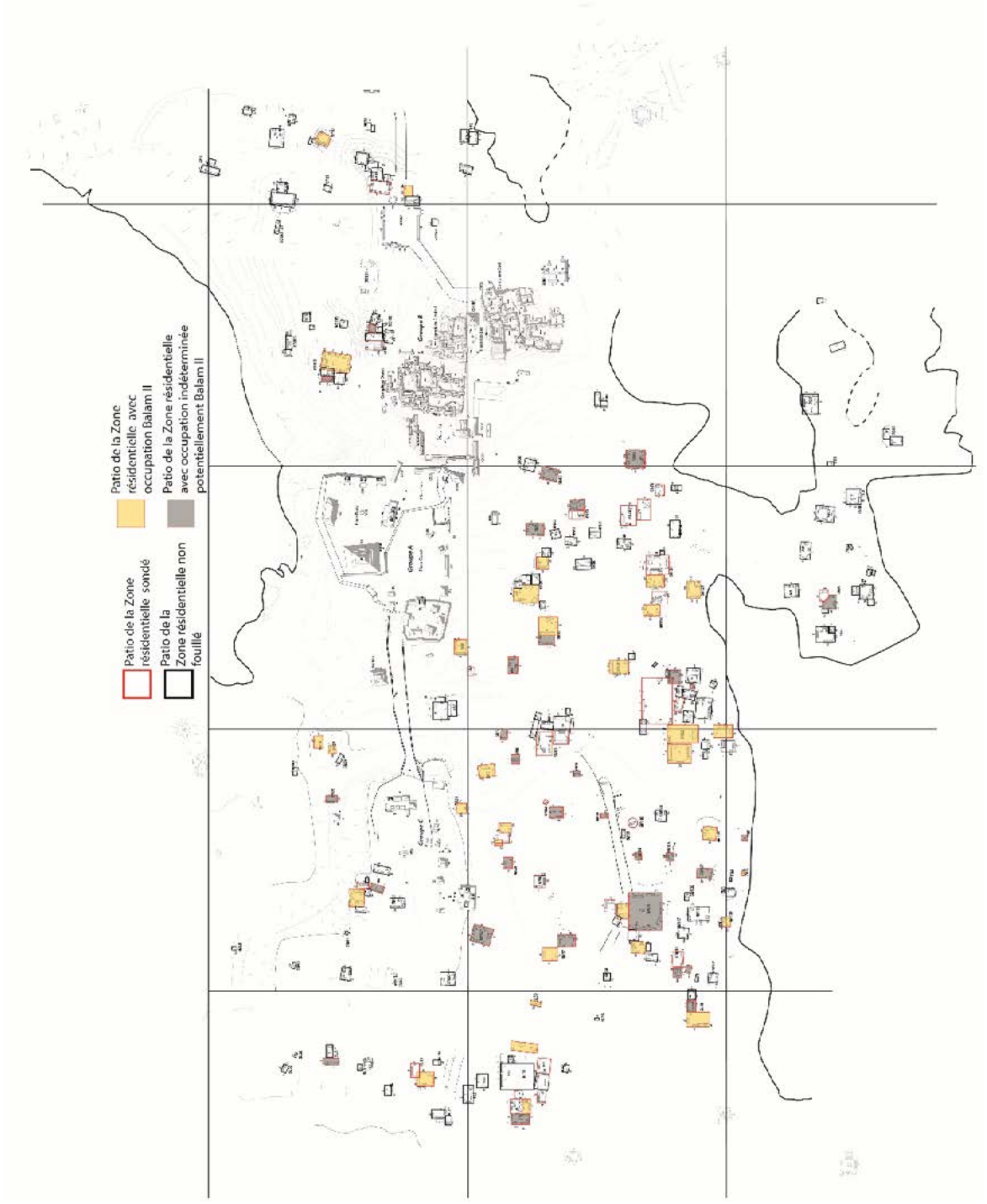


Figure 128. Patios occupés au cours de la Sous-phase Balam II.

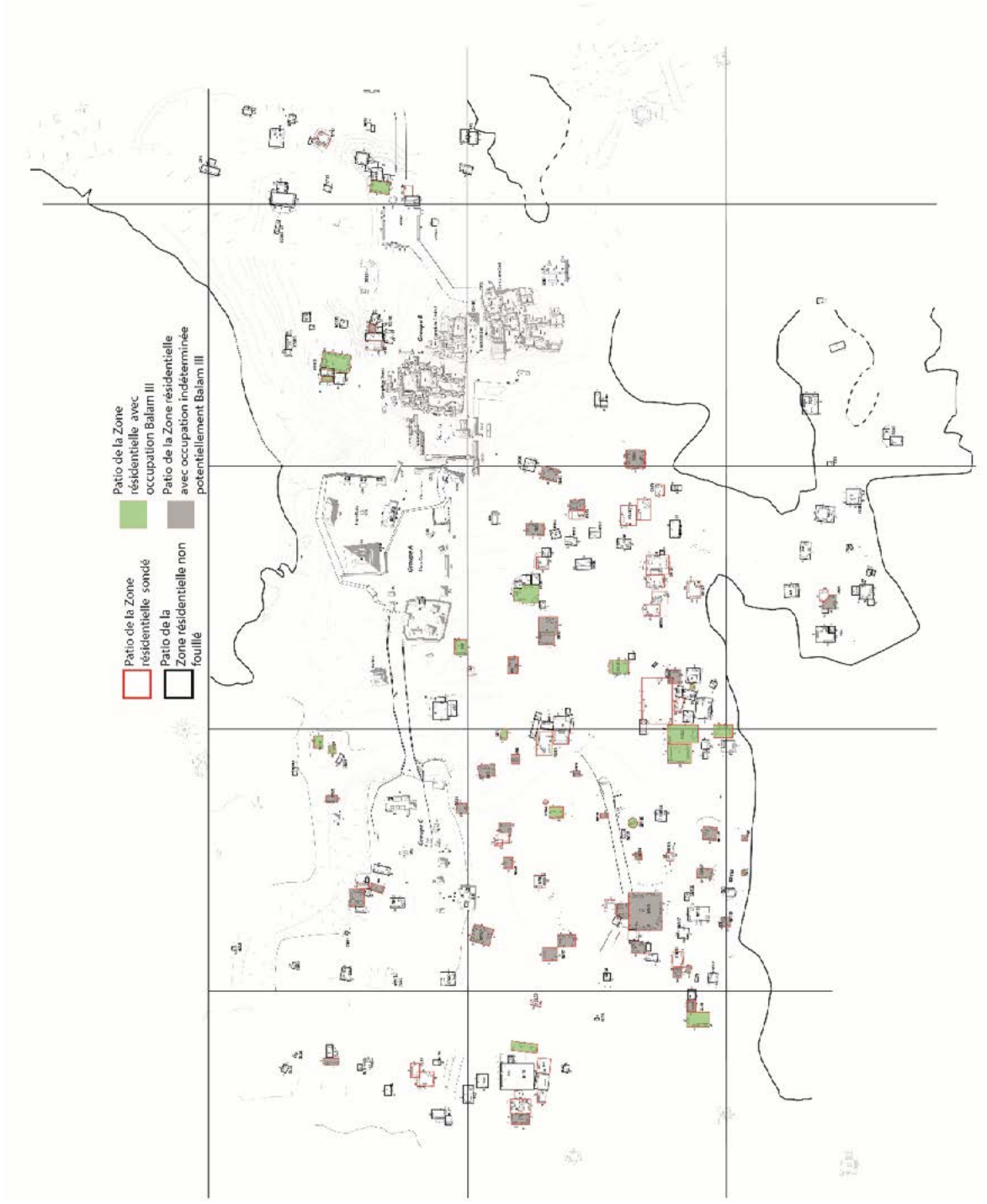


Figure 129. Patios occupés au cours de la Sous-phase Balam III.

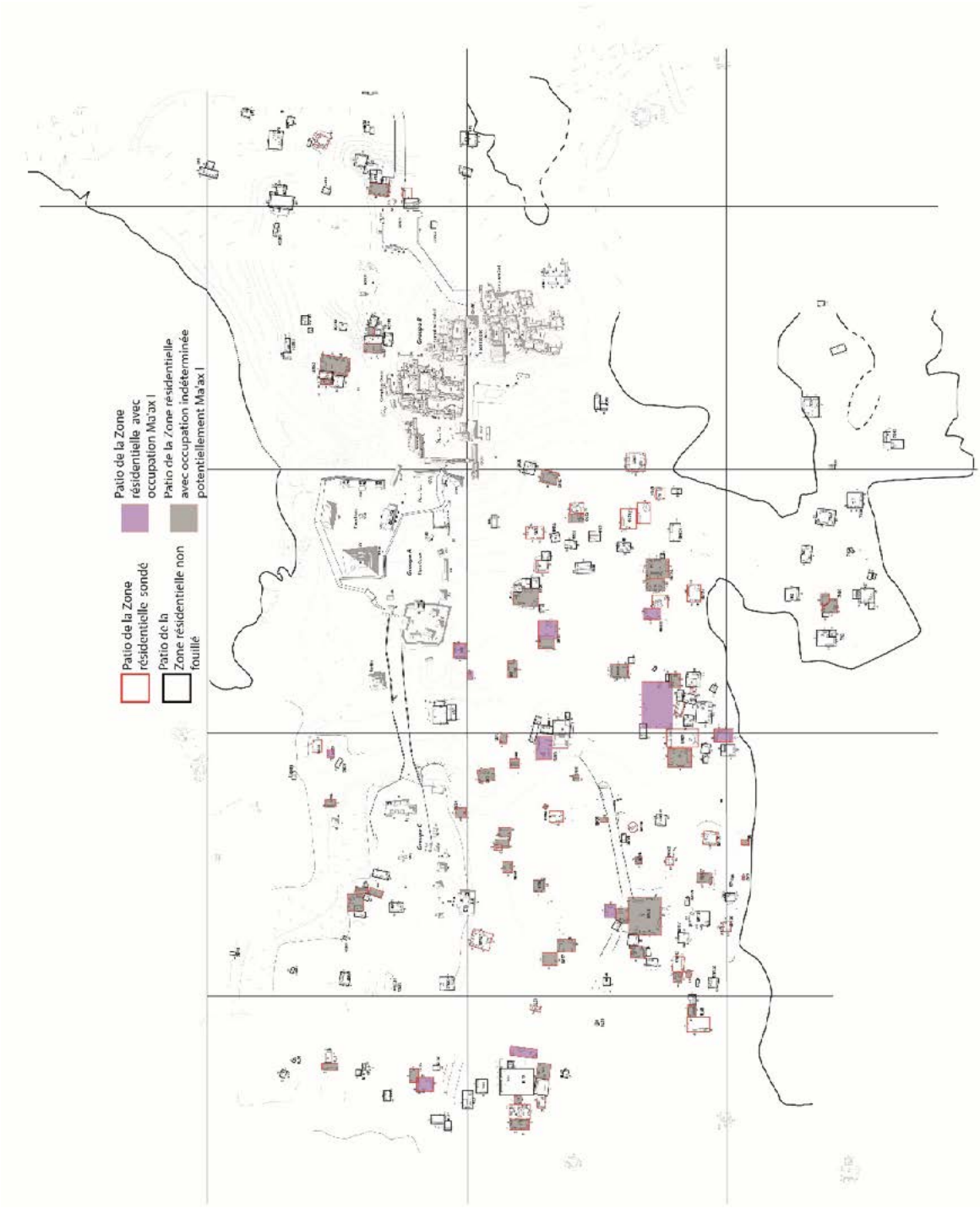


Figure 130. Patios occupés au cours de la Sous-phase Ma'ax I.

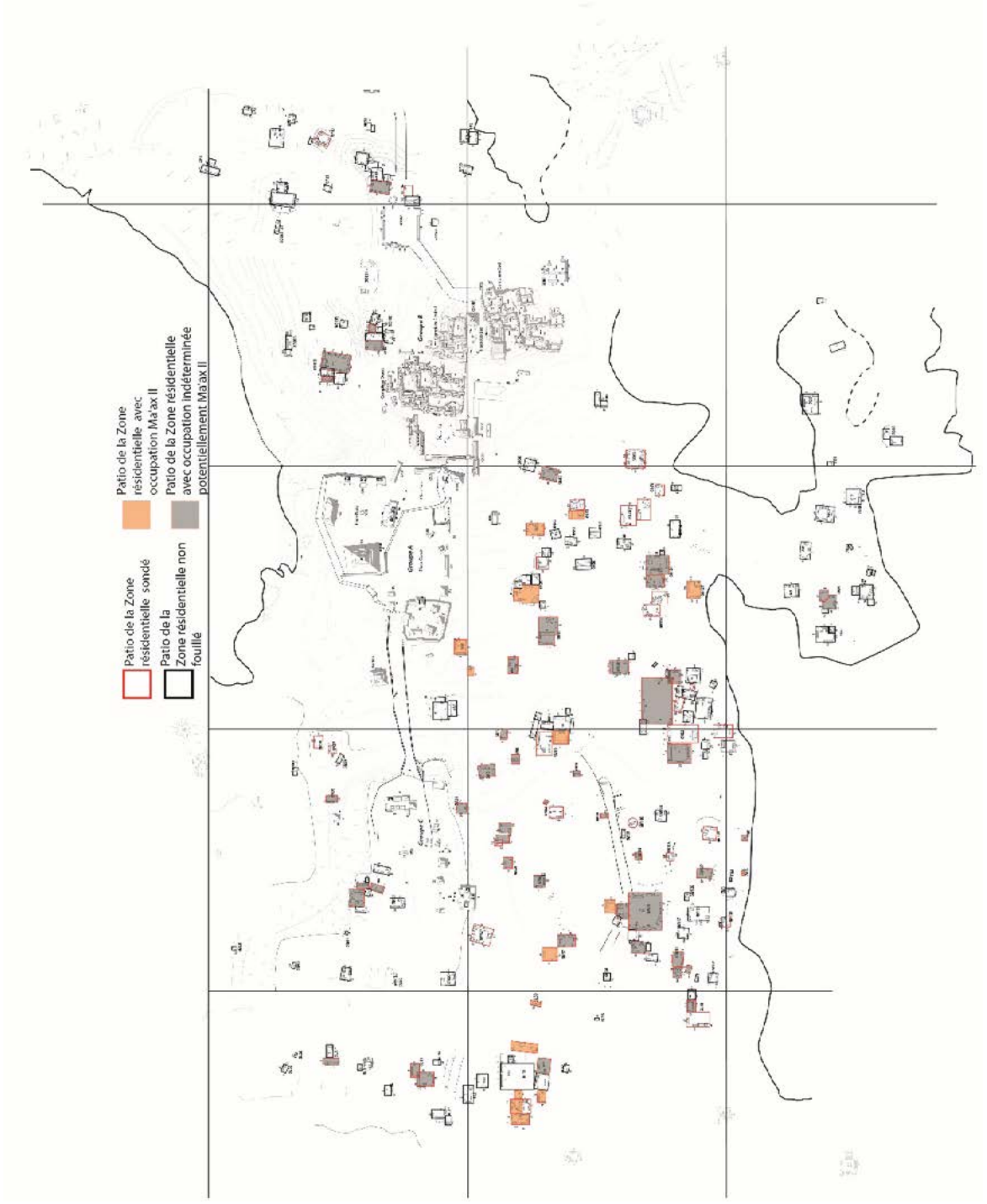


Figure 131. Patios occupés au cours de la Sous-phase Ma'ax II.

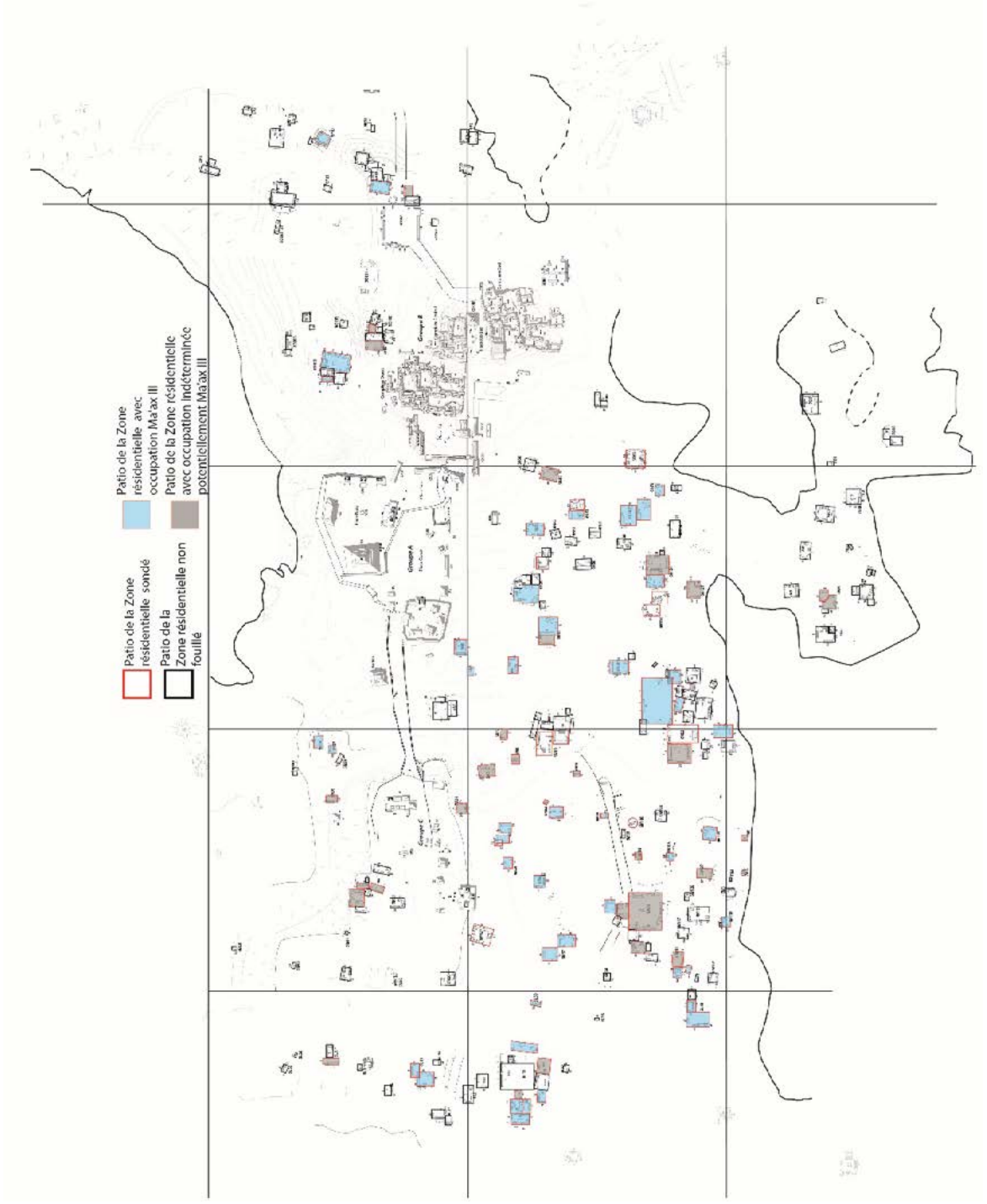


Figure 132. Patios occupés au cours de la Sous-phase Ma'ax III.

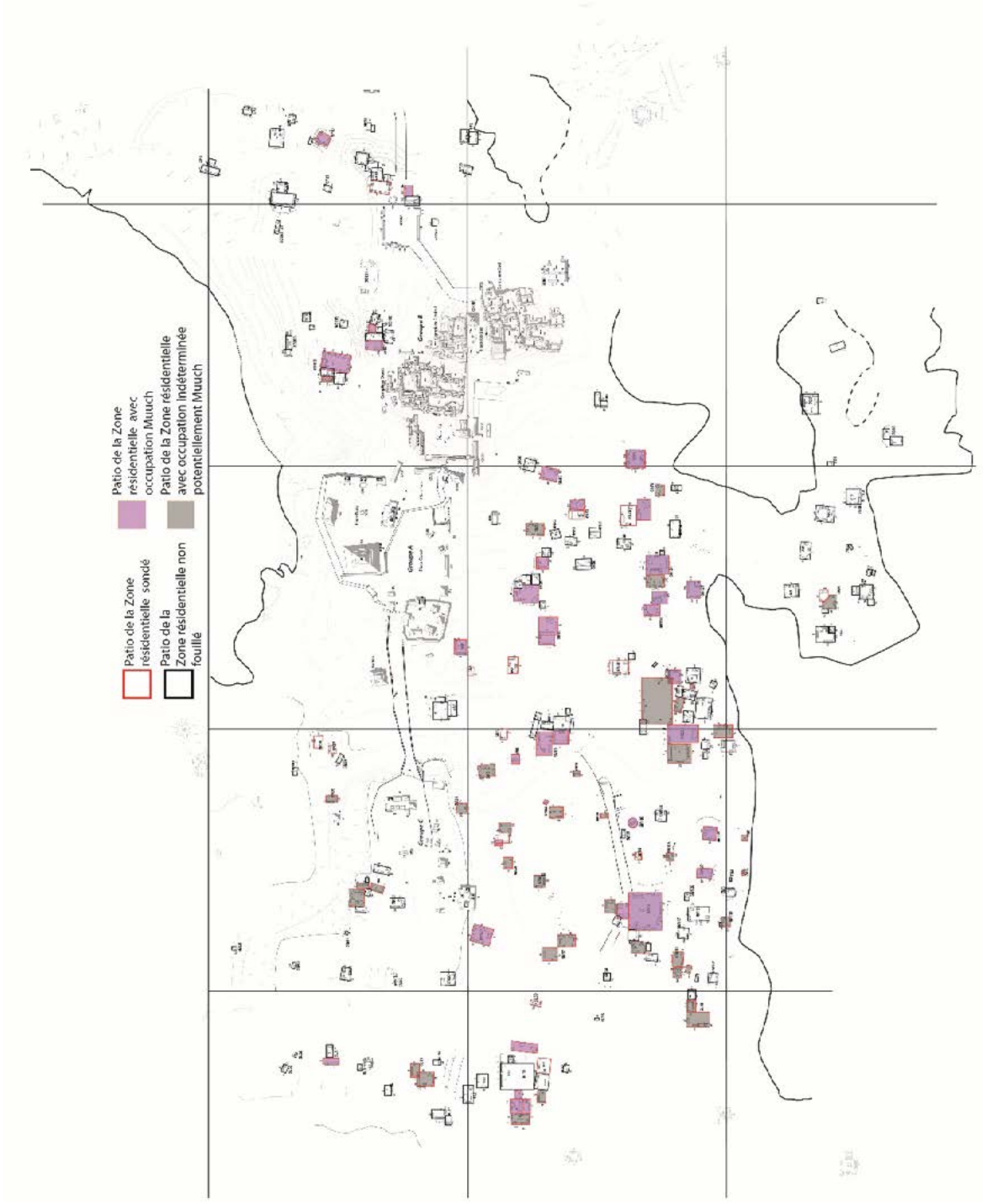


Figure 133. Patios occupés au cours de la Phase Muuch.

7.3 Approche partant de la densité d'occupation

Il est toujours souhaitable de croiser autant d'approches que possible afin d'obtenir l'estimation de population la plus solide et nuancée. Nous proposons donc plusieurs approches alternatives à l'approche partant du nombre d'occupants par patio. La première d'entre elles est une approche dont l'application est simple et intuitive, mais elle est totalement dépendante de l'existence d'une

quantification de la population supposée solide pour un site comparable. De plus, elle suppose l'existence d'un type d'urbanisme partagé par plusieurs sites voisins et contemporains. Il s'agit du calcul partant de la densité moyenne de l'occupation. Si l'on dispose de la surface couverte par un site et du nombre moyen d'habitants par hectare, il est alors aisé de croiser ces deux données pour obtenir le nombre d'habitants du site. Pour le Classique ancien, on peut contrôler la vraisemblance de nos chiffres obtenus de manière indépendante en appliquant à la surface couverte par Naachtun la densité obtenue pour d'autres sites à la même période. Le problème, dans le cadre de notre étude sur le Classique ancien, tient à la rareté des données comparables pouvant être utilisées, puisque la plupart des estimations de densité de l'occupation portent sur le Classique récent.
On l'a déjà mentionné, à partir des données du Projet Tikal de l'Université de Pennsylvanie, Webster (2018, p. 41) a récemment proposé une population de 3 861 à 5 372 habitants pour la zone centrale de Tikal autour de 550 apr. J.-C. Cette zone, qui comprend l'épicentre monumental (peu peuplé) et la zone d'occupation résidentielle dense[155] directement adjacente occupe environ 8 km² (voir la Figure 11). Cela représente donc une densité de 482,6 habitants par km² selon l'option basse, et 671,5 habitants par km² dans le cadre de l'option haute. Si l'on applique ces chiffres à la zone centrale de Naachtun, qui occupe environ 2 km², on obtiendrait, pour la fin du Classique ancien, un intervalle de 965,25 à 1 343 habitants. L'approche partant du nombre d'habitants par patio donnait, pour la Sous-phase Balam III, et dans le cadre de l'Hypothèse A, l'intervalle 760-1 282 habitants. Dans le cadre de l'Hypothèse B, l'intervalle obtenu était 597-1 103 habitants. Les dynamiques démographiques propres à chaque site font qu'il est difficile d'extrapoler à une cité les chiffres obtenus pour une autre, mais l'extrapolation à Naachtun des densités calculées pour Tikal a ceci de pertinent que la densité en structures (toutes périodes confondues) de la micro-région de Naachtun est particulièrement proche de celle de Tikal (voir la *Table* 4 in Canuto, Estrada-Belli *et al.* 2018). La comparaison a le mérite de valider l'ordre de grandeur obtenu par l'approche partant du nombre moyen d'occupants par patio. En effet, les résultats obtenus avec les deux approches indépendantes pour la fin du Classique ancien sont similaires (Figure 134).
La Phase Manik est rarement subdivisée dans les évaluations de la population de Tikal (les divisions de Manik viennent largement de l'étude de la céramique retrouvée dans les tombes royales, et ne sont probablement pas applicables aux collections issues de sondages en zones résidentielles), on ne peut donc pas appliquer cette méthode aux autres sous-phases du Classique ancien de la séquence de Naachtun.

7.4 Tentative de validation mathématique à partir de la croissance naturelle

Une autre alternative au calcul de la population par la moyenne d'occupants par patio est le calcul par simulation de la croissance naturelle, introduit au Chapitre 3 via l'exemple des travaux de Paine *et al.* (1996) à Copan. Comme le rappelait Turner II (1990, p. 302), il est indispensable de situer les estimations de population faites à partir de l'étude des vestiges de l'habitat ou de la capacité de charge dans un contexte démographique. L'approche partant de la croissance naturelle n'est pas totalement indépendante du calcul dérivé du nombre d'occupants par patio puisqu'il faut disposer, pour la mener à bien, d'une estimation de la population à un moment donné. Mais elle permet de contrôler ce chiffre dans une optique diachronique. On peut considérer que le nombre d'habitants estimé pour le moment d'apogée démographique qu'est la sous-phase Ma'ax III est le plus fermement établi, dans la mesure où la majorité des patios étaient alors occupés, selon des modalités probablement proches de l'état final. Pour l'obtenir, il n'est donc pas nécessaire de modéliser la croissance des patios.

7.4.1 Avantages et inconvénients

Par rapport à l'approche mise en place partant du nombre moyen d'habitants par patio, cette approche démographique présente l'avantage de sa simplicité et de sa rapidité de mise en place. De plus, ce calcul

155 Densité toute relative, à replacer dans le contexte des cités mayas.

part d'une base supposée relativement solide : la population du Classique récent, dont le calcul est censé être moins hasardeux que celui de la population du Classique ancien. Autre avantage, cette méthode évite l'écueil de la durée des sous-phases, toujours établie de manière arbitraire, et ne pâtit donc pas des problèmes de contemporanéité de l'occupation résidentielle au sein d'une même phase ou sous-phase. Plus globalement, la plupart des problèmes inhérents à l'approche partant des résidences (invisibilité, structures non résidentielles) sont réduits, puisqu'ils ne concernent plus que l'estimation de la population au cours de l'année de départ.
En revanche, le calcul de la croissance démographique présente plusieurs inconvénients : le premier d'entre eux est qu'il s'agit surtout d'une approche valable à une échelle chronologique longue. Les variations démographiques ponctuelles, que leur effet sur la courbe de croissance soit positif ou négatif, ne peuvent pas être simulées (ou plus difficilement), et c'est sur des tendances millénaires (au mieux, multiséculaires) que cette approche porte pleinement ses fruits. Sur quelques décennies, les taux de croissance naturelle peuvent être largement supérieurs ou inférieurs aux taux moyens obtenus pour le temps long, et ces variations ne sont pas exprimées par la courbe. D'autre part, les événements démographiques autres que la croissance naturelle ne sont bien évidemment pas révélés par ce genre de simulation. On peut les introduire dans le calcul si l'on en a une bonne connaissance préalable, en ajustant la population à une date précise, mais c'est bien à partir de la seule croissance naturelle que fonctionne la méthode.
Dès lors, cette approche permet surtout de donner un cadre démographique au sein duquel la plausibilité des tendances d'occupation observées à partir des sondages peut être testée. Un autre aspect intéressant consiste en la mise en évidence de divergences profondes entre cette courbe et celle qui est dérivée du programme de sondages et donc des données archéologiques, ce qui peut conduire à identifier, pour certaines périodes, l'introduction d'éléments extérieurs à la croissance naturelle dans la dynamique démographique.

7.4.2 Méthodologie

Grâce aux données fournies par Paine *et al.* (1996, Table 1), adaptées du manuel de Rives et Serow (1984), on peut reproduire la procédure permettant d'obtenir, à partir d'une population à une date donnée et du taux annuel de croissance, la population à n'importe quelle date antérieure. La première étape consiste à calculer le nombre d'années écoulées entre la date finale pour laquelle la population est connue (par exemple, 800 apr. J.-C.) et la date cible (par exemple, 400 apr. J.-C.). Dans l'exemple donné, on obtient - 400. On multiplie ce chiffre par le taux annuel de croissance (par exemple, 0,20 %, exprimé sous la forme 0,002). On obtient, dans notre cas, - 0,8. Il faut ensuite élever la base du logarithme naturel à la puissance du chiffre obtenu (fonction =EXP() sur Excel), ce qui permet d'obtenir une croissance exponentielle (sur les tendances des courbes démographiques, voir Schacht 1981). Dans notre cas, on obtient 0,449328964. Il suffit alors de multiplier ce chiffre par la population estimée pour l'année connue (par exemple, 2 500), pour obtenir la population pour l'année cible, en l'occurrence 1 123,32.
Nous pouvons donc envisager d'employer cette approche pour retrouver la population du Classique ancien à Naachtun. Malheureusement, nous atteignons rapidement ses limites, parce que nous ne disposons pas des données paléo-démographiques précises permettant de simuler avec finesse le taux annuel de croissance et ses variations au cours du temps. Pour une discussion de ces données paléo-démographiques à prendre en compte, voir C. C. Kolb *et al.* (1985, p. 585). Dans ce contexte, on peut au moins considérer cette approche comme un test permettant de contraster les résultats d'une quantification s'appuyant sur les vestiges résidentiels, à la manière de la contribution de Paine *et al.* (1996, p. 58).
Quels taux de croissance doivent être utilisés ? Il est impératif de distinguer deux échelles de temps à ce sujet, un temps long, à l'échelle d'au minimum plusieurs siècles, et un temps plus court. Sur le temps long, le taux de croissance annuel pour une population néolithique se trouvait probablement entre 0,1 et 0,2 % (Hassan 1978, pp. 68-69). Selon Hassan (1973, p. 540) la croissance naturelle annuelle à Kaminaljuyu du Préclassique jusqu'au Classique Moyen aurait été de 0,1 %. Sur un laps de temps plus

court, en revanche, il est tout à fait possible d'imaginer des taux bien plus soutenus, maintenus l'espace de quelques décennies, tout au plus un siècle. A Copan, pendant la période de forte croissance connue par la cité aux VII^e^ et VIII^e^ siècles, les chercheurs ont évalué la croissance à 1,33 % par an, taux extrêmement élevé pour l'ère préindustrielle (Webster, Sanders *et al.* 1992). Un tel chiffre pourrait impliquer un apport de population extérieure (*ibid.*, p. 192). Par la suite, Paine *et al.* (1996, pp. 54, 57) envisagèrent, pour la Vallée de Copan au cours de l'intervalle 400-800 apr. J.-C., des taux annuels compris entre 0,73 et 1,23 %, avec 0,98 % comme taux moyen considéré comme le moins improbable Des taux aussi hauts maintenus sur une longue période peuvent étonner : grâce à sa simulation de l'évolution du rendement agricole des sols de la Vallée de Copan, Wingard (2013, pp. 142-143) a montré qu'une croissance annuelle de 0,45 à 0,478 % depuis le Préclassique récent n'était pas viable et n'aurait pu permettre d'aboutir à l'apogée de peuplement de la toute fin du Classique récent. Il préférait un taux de croissance annuel de 0,326 % avant 600 apr. J.-C., puis de 0,787 % au cours du Classique récent. L'étude par capacité de charge de la région de Copan suggère que ces taux très forts seraient les seuls à même d'expliquer le nombre d'habitants estimé pour le Classique récent : une population plus nombreuse dès le Classique ancien ne pourrait être soutenue sur le long terme (*ibid.*, p. 146). Turner II (1990, pp. 310, 320) proposait, à partir de ses estimations de population fondées sur le décompte des structures, une croissance comprise entre 0,45 et 0,58 % par an entre 600 et 800 apr. J.-C., à l'échelle des Basses Terres centrales. Elle succédait à un long moment de croissance très faible, voire de décroissance correspondant au Préclassique et au Classique ancien. Ainsi, entre 300 et 600 apr. J.-C. la population aurait diminué de 0,02 % par an. Malheureusement, les données pour toute la période antérieure à 600 apr. J.-C. manquent de précision. On a vu que les données obtenues à Naachtun ne sont pas incompatibles avec une diminution de la population en fin de période, toutefois, ni le pas multiséculaire, ni l'optique régionale employés par Turner ne sont compatibles avec l'analyse fine, à l'échelle d'un seul site, qui est l'objet de cette recherche. A l'opposé du projet de Turner, Ortega Muñoz *et al.* (2018) ont simulé, pour Xcambo, un site modeste du Yucatán, la variation annuelle du taux de croissance de la population, après avoir évalué le nombre d'habitants à chaque période à travers la méthode classique de la multiplication du nombre de résidences par 5,6 habitants[156]. Ils proposent des taux fluctuant en permanence au cours de l'histoire du site, mais compris entre 0 % au début du Classique ancien et 0,26 % à la transition Classique ancien-Classique récent (Ortega Muñoz *et al.* 2018, p. 602, *Fig.* 8).

Il est donc évident que les variations du taux dépendent de l'échelle spatiale de l'analyse (en plus du critère chronologique). Pour un site, des mouvements de population, une catastrophe naturelle ou militaire peuvent avoir une influence drastique sur les dynamiques de population, alors qu'à l'échelle d'une vaste région, ces phénomènes ont plus de chances de se compenser. La courbe est alors beaucoup plus lisse, puisqu'elle n'est pas affectée par des événements locaux, et encore moins par les transferts intra-régionaux de population : c'est véritablement la croissance naturelle qui est représentée.

A Naachtun, les données manquent certainement de finesse pour proposer une estimation précise d'une population à partir d'une simulation mathématique de la croissance (naturelle et non-naturelle). L'exercice est tout de même tenté. Pour notre calcul, un taux de croissance de 0,1 % par an (tiré des travaux de Hassan 1973 et Ortega Muñoz *et al.* 2018) a été utilisé pour le Préclassique et le Classique ancien. Il est augmenté à un taux de 0,3 % par an entre 600 et 800 apr. J.-C., afin de tenir compte de la forte croissance observée à partir du début du Classique récent dans l'ensemble des Basses Terres centrales (Turner II 1990 ; Wingard 2013 ; Ortega Muñoz *et al.* 2018 ; Webster 2018). L'année de départ est 800 apr. J.-C, au début de la deuxième moitié de la Sous-phase Ma'ax III (750-830 apr. J.-C.). On suppose qu'il s'agit de l'apogée de l'occupation de Naachtun. Si l'on ne part pas de 830 apr. J.-C., c'est pour tenir compte du fait que les abandons d'unités résidentielles commencent en Ma'ax III, et non au Classique terminal. La population maximale en 800 est arrondie à 2 500 habitants pour l'ensemble du

156 En réalité, la multiplication du nombre de pièces (et non de structures) par 5,6 habitants nous semble largement surestimer la population de ce très modeste établissement, dont le nombre moyen de pièce par structure est supérieur à trois. Cela dit, les rapports entre les taux d'occupation de deux périodes différentes (Classique ancien et Classique récent) restent les mêmes.

site (elle était estimée à 2 488 habitants à l'apogée Ma'ax III, Sous-section 7.2.5) et la population minimale en 800 est arrondie à 1 650 (on obtenait 1 653 habitants pour Ma'ax III, Sous-section 7.2.5).

7.4.3 Résultats

Par cette méthode mathématique, on obtient, pour la population maximale, 1 305 habitants en 550 apr. J.-C. (fin possible de la Sous-phase Balam III), 1 123 en 400 (fin de Balam II), 1 016 en 300 (fin de Balam I), et 875 à la fin du Préclassique récent, en 150 apr. J.-C (Tableau 49). Pour la population minimale, on obtient (Tableau 50) 862 habitants en 550 apr. J.-C., 742 habitants en 400, 671 habitants en 300 et 578 en 150 apr. J.-C. Malgré l'existence de nombreuses variables non maîtrisées, cette tentative apporte quelques enseignements. Le plus important d'entre eux est qu'elle tend à renforcer fermement l'hypothèse d'un apport extérieur de population en Balam I. Il pourrait s'agir du résultat de migrations régionales consécutives au collapse du système El Mirador à la fin du Préclassique récent. Cette hypothèse avait été formulée à plusieurs reprises, dès les recherches du PAN (Walker et Reese-Taylor 2012, p. 23 ; Walker 2013, p. 105), et à nouveau par le PPNN (Nondédéo, Patiño, Sion *et al.* 2013, pp. 126-127). Si l'on accepte les évaluations de population pour Ma'ax III, alors, que l'on prenne en compte les courbes d'occupation maximale ou minimale, la rupture observée dans l'estimation de la population partant du nombre d'habitants par patio entre la Phase Kutz' et la Sous-phase Balam I est trop importante pour provenir de la seule croissance naturelle (Figure 134), sauf à songer à un épisode de croissance exceptionnelle, qui est toujours possible mais qui n'est aucunement envisagé pour cette période par les chercheurs s'étant penchés sur la question (rappelons que si les chiffres de population ne font certainement pas l'unanimité, les dynamiques et tendances démographiques, elles, sont au contraire très largement acceptées). Même si l'on doublait les effectifs obtenus par l'approche partant des patios pour le Préclassique récent (ou plutôt, si on ne les divisait pas par deux pour tenir compte de la longueur de la phase, voir la Sous-section 7.2.1), ils seraient toujours très inférieurs à la courbe de croissance naturelle proposée. En revanche, pour les autres sous-phases du Classique ancien, les résultats obtenus par les deux méthodes (croissance naturelle et nombre d'habitants par patio) sont très proches, particulièrement en ce qui concerne la courbe de la population maximale (Figure 134). Pour la courbe de la population minimale, la population attendue (courbe de croissance naturelle) est systématiquement supérieure à la population effective, mais la différence reste identique pour chacune des trois sous-phases du Classique ancien. Cela signifie que la croissance de 0,1 % par an avant 600 apr. J.-C. est conforme aux dynamiques observées via l'étude de l'occupation des patios, mais que la hausse de 0,3 % par an entre 600 et 800 apr. J.-C. serait alors insuffisante pour expliquer une population d'environ 1 650 habitants en Ma'ax III. Une croissance de 0,4 % par an serait, par exemple, beaucoup plus proche de la courbe des valeurs minimales obtenues à partir du nombre moyen d'occupants par patio.

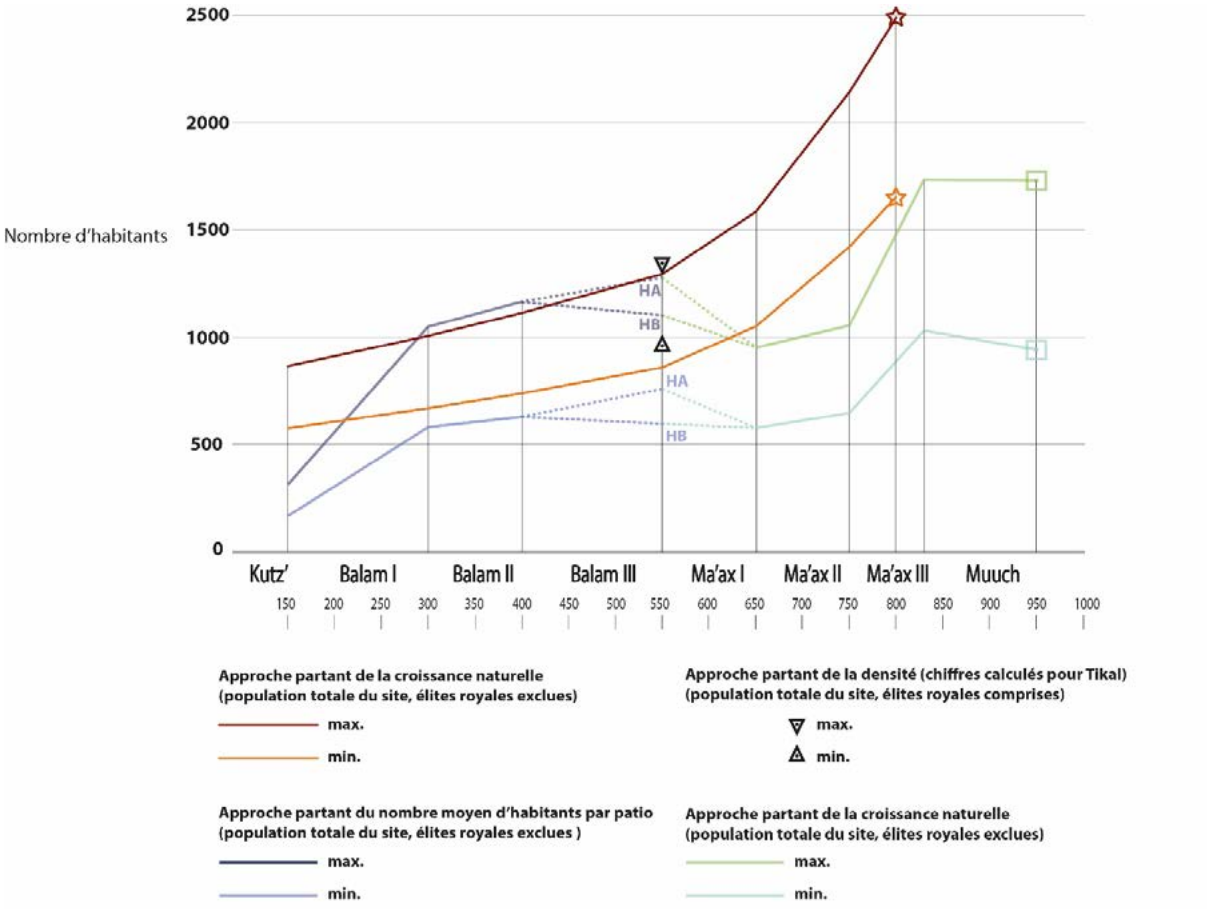


Figure 134. Comparaison des courbes de population pour le site obtenues à partir de l'approche partant de la croissance naturelle et de celles partant du nombre moyen d'habitants par patio.

Tableau 49. Calcul de la population maximale de la Zone résidentielle et du Groupe B de Naachtun à partir de la simulation de sa croissance naturelle jusqu'à la fin du Classique récent. (Taux annuel de croissance employé : 0,1 % avant 600, 0,3 % après 600).

Année cible	(A) Différence à l'année de départ	(B) taux annuel de croissance naturelle	(C) Produit A × B	(D) Exponentielle de C	(E) Population année de départ	Population année cible (D × E)
800	0	0,003	0	1	2500	2500
799	1	0,003	-0,003	0,997004	2500	2492,5
798	-2	0,003	-0,006	0,994018	2500	2485
797	-3	0,003	-0,009	0,99104	2500	2477,6
796	-4	0,003	-0,012	0,988078	2500	2470,2
795	-5	0,003	-0,015	0,985112	2500	2462,8
750	-50	0,003	-0,15	0,860708	2500	2151,8
650	-150	0,003	-0,45	0,637628	2500	1594
600	-200	0,003	-0,6	0,548812	2500	1372
599	-1	0,001	-0,001	0,999001	1372	1370,6
550	-50	0,001	-0,05	0,951229	1372	1305,1
400	-200	0,001	-0,2	0,818731	1372	1123,3
300	-300	0,001	-0,3	0,740818	1372	1016,4
150	-450	0,001	-0,45	0,637628	1372	874,8

Tableau 50. Calcul de la population minimale de la Zone résidentielle et du Groupe B de Naachtun à partir de la simulation de sa croissance naturelle jusqu'à la fin du Classique récent. (Taux annuel de croissance employé : 0,1 % avant 600, 0,3 % après 600).

Année cible	(A) Différence à l'année de départ	(B) taux annuel de croissance naturelle	(C) Produit A × B	(D) Exponentielle de C	(E) Population année de départ	Population année cible (D × E)
800	0	0,003	0	1	1650	1650
799	1	0,003	-0,003	0,997004	1650	1645,1
798	-2	0,003	-0,006	0,994018	1650	1640,1
797	-3	0,003	-0,009	0,99104	1650	1635,2
796	-4	0,003	-0,012	0,988078	1650	1630,3
795	-5	0,003	-0,015	0,985112	1650	1625,4
750	-50	0,003	-0,15	0,860708	1650	1420,2
650	-150	0,003	-0,45	0,637628	1650	1052,1
600	-200	0,003	-0,6	0,548812	906	905,5
599	-1	0,001	-0,001	0,999001	906	905,1
550	-50	0,001	-0,05	0,951229	906	861,8
400	-200	0,001	-0,2	0,818731	906	741,8
300	-300	0,001	-0,3	0,740818	906	671,2
150	-450	0,001	-0,45	0,637628	906	577,7

L'évolution de la population a aussi été simulée avec un taux de croissance constant de 0,1 %, 0,2 % et 0,3 % sur l'ensemble de l'histoire du site (Figure 135 et Figure 136). Les résultats sont différents selon que la modélisation part de la population maximale ou minimale. Nous commencerons par la modélisation partant de la population maximale en Ma'ax III, arrondie à 2 500 habitants (Figure 135). Une croissance de seulement 0,1 % par an impliquerait une population classique ancienne largement supérieure à celle qui a été évaluée via l'étude de l'habitat pour arriver aux chiffres obtenus pour Ma'ax III. La courbe pour une croissance continue de 0,2 % est plus proche des chiffres obtenus par l'étude des patios, mais impliquerait deux migrations massives vers Naachtun : une en Kutz', et une en Balam III, ce qui est peu probable : les données de terrain suggéreraient plus une croissance faible ou une diminution de la population qu'une hausse aussi marquée que celle que l'on obtient avec ce taux de croissance de 0,2 %. Enfin, avec une croissance continue de 0,3 % par an depuis la fin du Préclassique récent, il faudrait, pour arriver à une population de 2 500 habitants en Ma'ax III, que la population au Classique ancien soit bien plus réduite que celle qui est obtenue par la moyenne d'habitants par patio, ce qui nous semble hautement improbable au vu des taux d'occupation somme toute élevés que l'on observe dans la Zone résidentielle (il faudrait imaginer un très fort taux d'abandon périodique des unités résidentielles, que la stratigraphie permet d'écarter définitivement). En revanche, le nombre d'habitants en 150 apr. J.-C. (transition Kutz'-Balam I) serait, à peu de choses près, identique à celui qui est obtenu par le nombre moyen d'habitants par patio : c'est un nouvel indice fort qui permet de suggérer un apport de population postérieur au Préclassique récent (puisque le seul modèle de croissance naturelle n'impliquant pas cette migration est exclu par la stratigraphie). La comparaison de ces résultats avec ceux obtenus par le nombre moyen d'habitants par patio nous semble appuyer la probabilité souvent évoquée à l'échelle régionale d'une augmentation nette du taux de croissance de la population au début du Classique récent.

En effectuant la modélisation en partant de la population minimale en Ma'ax III (environ 1 650 habitants, voir la Figure 136), on observe encore une fois que l'apport d'une population extérieure semble avoir été nécessaire pour expliquer la différence de population entre le Préclassique récent et le Classique ancien. Une croissance naturelle constante de 0,3 % impliquerait une population extrêmement basse au Classique ancien (Balam I et Balam II), et incompatible avec les données archéologiques obtenues dans la Zone résidentielle. Une croissance constante de 0,1 % impliquerait l'existence d'une population étonnamment haute au Classique ancien en comparaison de la population du Classique récent. Dans ce cas, on passerait de notre estimation maximale pour le Classique ancien à notre estimation minimale pour le Classique récent, une dynamique peu probable. Une croissance annuelle moyenne de 0,2 % semble pouvoir expliquer correctement l'évolution de la population minimale tout au long de l'histoire du site, exception faite de la transition Kutz'-Balam I.

Pour conclure sur cet exercice de modélisation démographique, il convient d'établir très clairement que nous privilégions les options hautes de nos estimations, la borne basse nous paraissant fondée sur des indices très réduits dans l'estimation du nombre d'habitants par patio. Comme nous l'avons mentionné, il est aussi possible que les dynamiques de mobilité aient fait osciller le nombre d'habitants de la cité. Il ne faut évidemment pas se laisser leurrer par l'apparence de précision de ces chiffres, tant les variables mal maîtrisées sont nombreuses à toutes les étapes de l'analyse. Ce qu'il faut retenir, c'est qu'une approche par simulation de la croissance naturelle n'invalide pas les chiffres obtenus par l'étude des patios : pris dans leur ensemble, pour la période du Classique ancien, ils correspondent à l'évolution possible de la population par croissance naturelle, une croissance probablement lente jusqu'au début du Classique récent. Cette tentative a aussi le mérite de soulever la question de l'augmentation de la population à la transition entre le Préclassique récent et le Classique ancien. Un apport extérieur de population semble presque inévitable à ce moment de l'histoire du site.

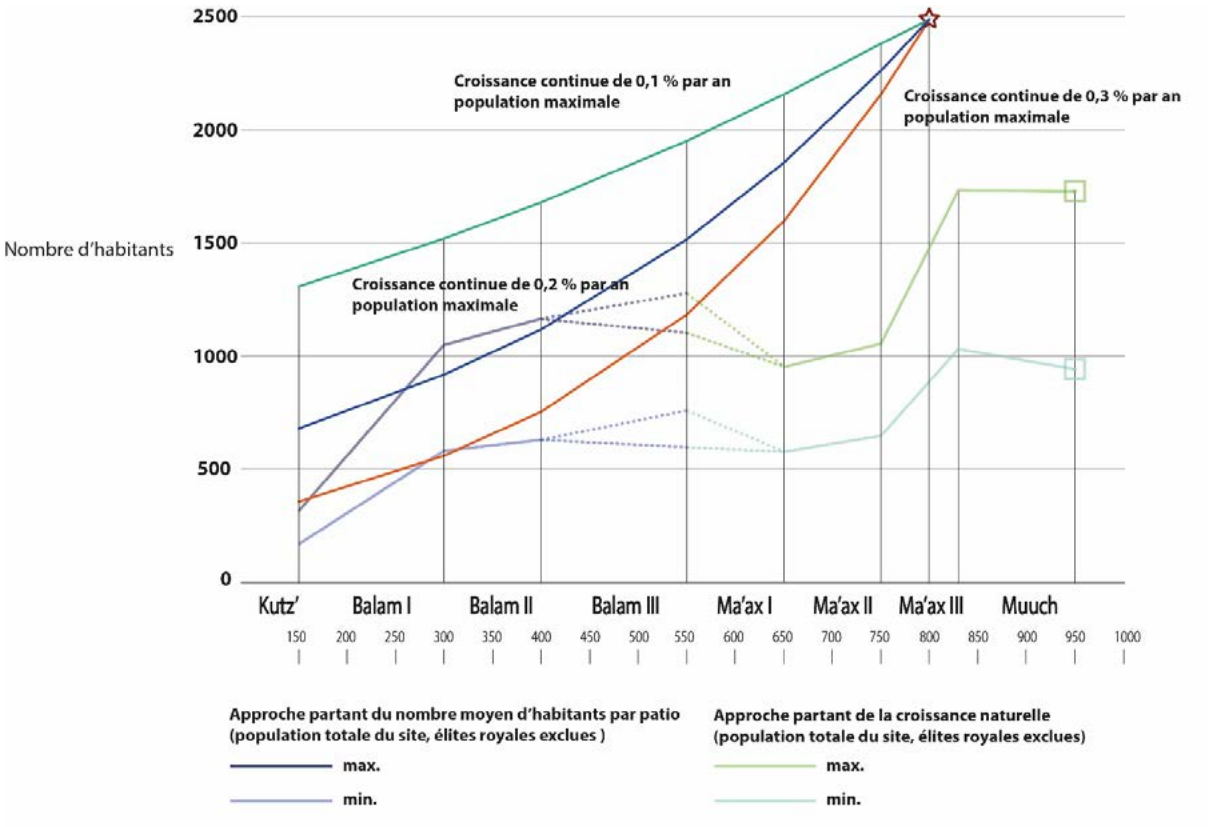


Figure 135. Comparaison des courbes de population pour le site obtenues à partir de l'approche partant d'une croissance naturelle continue (0,1/0,2/0,3 %) et de celles partant du nombre moyen d'habitants par patio. Point de départ : population maximale Ma'ax III.

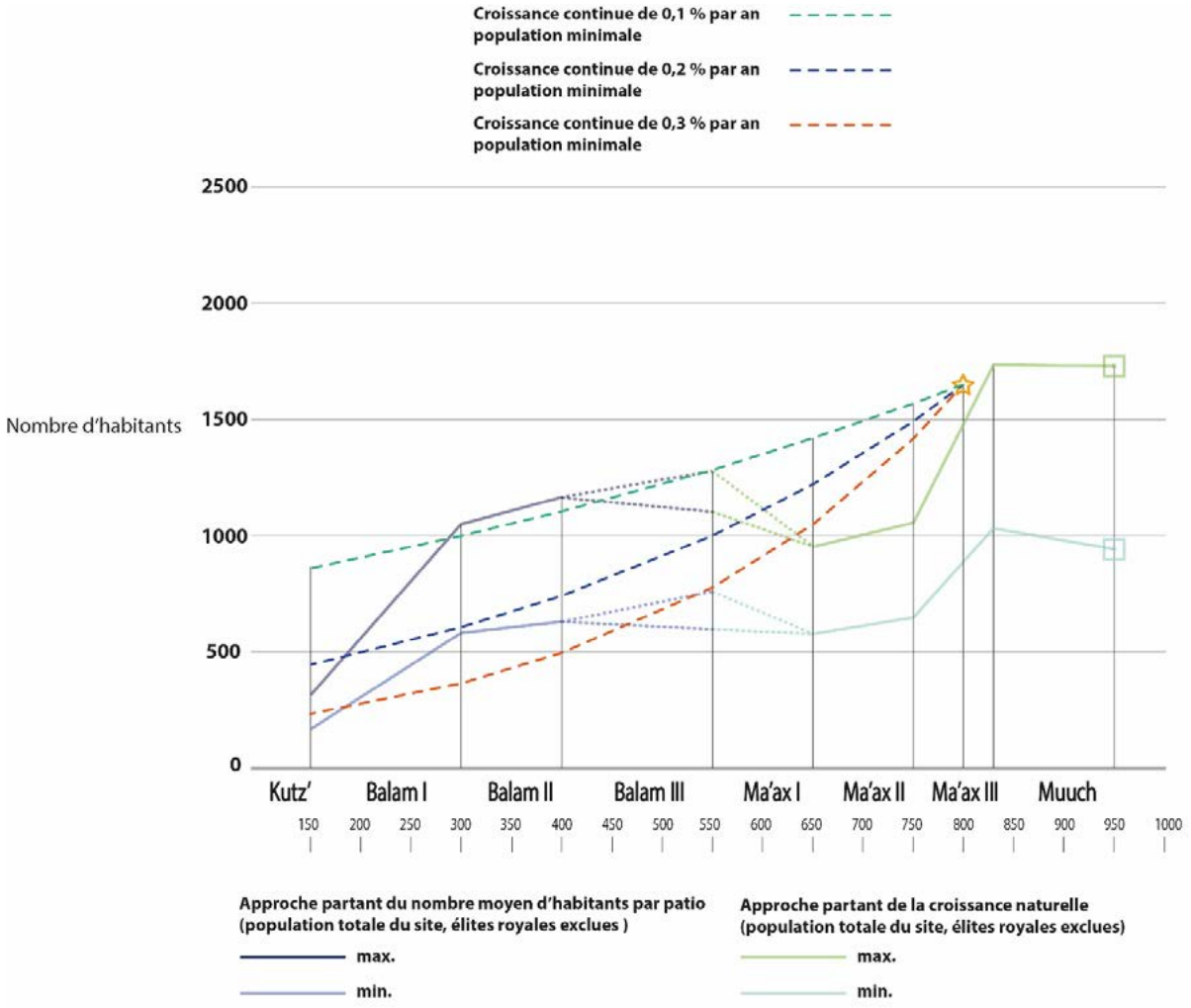


Figure 136. Comparaison des courbes de population pour le site obtenues à partir de l'approche partant d'une croissance naturelle continue (0,1/0,2/0,3 %) et de celles partant du nombre moyen d'habitants par patio. Point de départ : population minimale Ma'ax III.

7.5 La question de l'arrière-pays

Lorsque le sujet de cette recherche a été défini, les limites de Naachtun n'avaient pas encore été pleinement déterminées. Il était clair qu'au nord et au sud, l'habitat était limité par des *bajos*, mais à l'ouest et à l'est, il restait encore à compléter les prospections. Le plan du site en page 12 du rapport de la saison 2012 (Michelet, Morales-Aguilar *et al.* 2013) montre l'état des connaissances de l'étendue de l'établissement humain à ce moment. On imaginait bien que l'occupation continuait au-delà de ce secteur cartographié, mais il était alors impossible de se faire une idée exacte du peuplement de l'arrière-pays du site. L'estimation de la population devait donc porter sur cette Zone résidentielle adjacente à l'Épicentre. Depuis, la prospection a été complétée et a mis en évidence les limites physiques de la cité : deux ravines (Figure 8) au-delà desquelles la densité ainsi que la taille moyenne des unités résidentielles diminuent de manière marquée. Par la suite, une couverture LiDAR de 135 km² devait révéler en 2016 l'ampleur de l'occupation de l'arrière-pays. Ce relevé à l'échelle micro-régionale, qui n'était pas prévu au moment de la définition de l'espace d'étude, a montré que la densité de l'occupation augmentait à nouveau, quelques hectomètres à peine après les limites supposées de la cité.

7.5.1 Un arrière-pays densément peuplé et exploité

La couverture LiDAR est limitée au territoire guatémaltèque, si bien que l'arrière-pays du site du côté mexicain de la frontière demeure encore inconnu (Figure 137). Des centres dotés de stèles portant des inscriptions et d'architecture monumentale existent de ce côté de la frontière. Certains ont fait l'objet de relevés architecturaux et de récupération de matériel en surface par les équipes du Projet *Reconocimiento arqueológico en el sureste del Estado de Campeche*, à l'image de Candzibaantun et ses stèles de la fin du Cycle 8 (Šprajc et Flores Esquivel 2008, pp. 77-81), qui se trouve à moins de 7 km de Naachtun. On peut se demander dans quelle mesure le dirigeant par lequel ces stèles furent érigées était subordonné à la Dynastie de la Chauve-souris. Balakbal est aussi un site majeur de l'extrême sud du Campeche, ainsi que Yaxnohcah. Alors que le premier a connu son apogée au Classique récent, le second est un très grand site préclassique. Les limites de l'arrière-pays de Naachtun doivent donc se trouver, vers le nord, à mi-chemin entre Naachtun et ces sites. Il ne fait aucun doute que l'occupation de l'hinterland de Naachtun se poursuit en territoire mexicain, mais elle n'est pour l'instant pas quantifiée. Du côté guatémaltèque, presque 12 000 structures[157] sont visibles sur les 135 km² relevés par LiDAR, Épicentre et Zone résidentielle de Naachtun inclus (Canuto, Estrada-Belli *et al.* 2018). Puisque la zone centrale de Naachtun compte un millier de structures, il reste donc au minimum 11 000 structures réparties dans cet arrière-pays défini de façon arbitraire. Il est, en effet, primordial de souligner que l'hinterland de Naachtun n'est pas limité au territoire couvert par ce premier relevé LiDAR[158] : l'occupation se prolongeait manifestement au-delà de ses limites (voir la *Fig.* 1 *in* Nondédéo et Dorison 2018, sur laquelle aucune baisse de densité n'est mise en évidence dans la zone couverte). Il est, d'autre part, évident que toutes les structures ayant existé n'apparaissent pas sur le modèle de terrain obtenu, puisque les structures en matériaux périssables sans plate-forme ne sont généralement pas détectées par le LiDAR. Il faut, encore, prendre en compte les questions de visibilité différentielle des structures en fonction des variations du couvert végétal : la qualité de l'acquisition des données LiDAR n'est pas homogène et varie avec le couvert forestier (Inomata, Triadan, Pinzón *et al.* 2018). La densité en vestiges résidentiels de toutes les périodes confondues est donc élevée.

Naachtun est sans nul doute le site majeur de cet espace à la période classique, mais plusieurs centres secondaires existent aussi. En plus des structures, résidentielles ou non, et de nombreuses chaussées reliant les différents centres, la couverture LiDAR de cette partie de la micro-région de Naachtun a révélé l'intensité de son exploitation agricole, la plupart des pentes étant aménagées par des terrasses, alors que différentes formes de champs et de canaux parsèment les zones basses.

157 En réalité, des comptages récents indiquent l'existence de plus de 13 000 structures.

158 Une deuxième couverture plus vaste a été effectuée en 2019, toujours en territoire guatémaltèque.

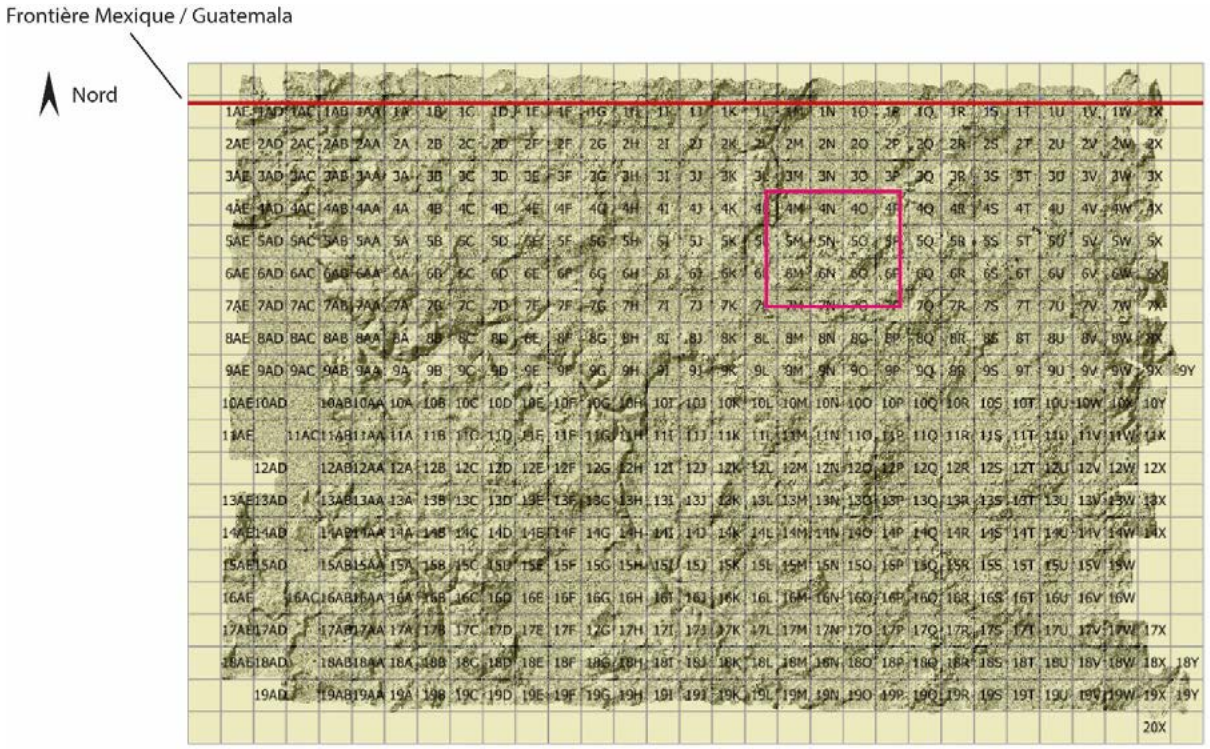


Figure 137. Couverture LiDAR d'une partie de l'arrière-pays de Naachtun en territoire guatémaltèque. Le cadre rose correspond à l'espace cartographié par le PPNN (Figure 6) avant l'acquisition des données LiDAR. Quadrillage de 500 m.

7.5.2 Données chronologiques sur l'occupation de l'arrière-pays

Le problème majeur qui empêche pour l'instant toute tentative d'évaluation de la population de l'arrière-pays de Naachtun au Classique ancien est le manque de données chronologiques. Il est pratiquement impossible de tirer des données valables sur l'occupation au Classique ancien de la couverture régionale par imagerie LiDAR, et même l'estimation du nombre d'habitants au Classique récent est, à l'heure actuelle, très préliminaire. En l'absence presque totale de fouilles, la question de l'attribution chronologique des vestiges visibles n'a donc pas encore trouvé de réponse satisfaisante, tout particulièrement pour le Classique ancien. Bien évidemment, la majorité des unités résidentielles du secteur ont été occupées au Classique récent, une évidence confirmée par les premières études de tessons abandonnés par les pilleurs aux abords de leurs nombreuses tranchées. Comme on l'a déjà précisé, il est possible de distinguer assez facilement, grâce au LiDAR, un certain nombre de structures et plates-formes préclassiques sans réoccupation postérieure. Une étude de la configuration des espaces publics des centres secondaires donne aussi quelques indices sur la période de leur aménagement (Nondédéo et Dorison 2018). Il est, en revanche, pratiquement impossible de déterminer avec précision la proportion des unités résidentielles occupées au Classique ancien.
Quelques sondages ont été effectués dans des centres secondaires ou des agglomérations, plus modestes encore, de l'arrière-pays. Les premiers résultats des recherches menées à Kunal, que l'on a déjà évoquées, suggèrent une occupation ancienne, puisque des tessons du Préclassique moyen ont été retrouvés, avant un premier apogée au Préclassique récent, La construction y est rare au Classique ancien, alors que le site a connu un regain d'activité au Classique récent (les fouilles n'y sont, toutefois, que très préliminaires). La Bacinilla, Los Esqueletos, La Resaca, La Guitarra, sont des centres secondaires essentiellement occupés au classique récent. D'autres centres secondaires ont une occupation du

Classique ancien. Il s'agit, par exemple, de Saraguate, encore très peu fouillé, et d'El Juilín, un établissement modeste et totalement dépourvu de structures monumentales, mais étonnamment doté de deux stèles, dont l'une porte une inscription. Elle date de la fin du Cycle 8 (376-416 apr. J.-C.) et porte le glyphe-emblème de la Dynastie de la Chauve-Souris. La majorité de la construction y date du Classique ancien (Morales-Aguilar 2014a ; Andrieu 2016a ; Andrieu 2016b).

7.5.3 Question de l'extrapolation à l'arrière-pays des dynamiques et taux d'occupation de la Zone résidentielle

Turner II (1990, p. 305) attirait déjà l'attention de ses lecteurs sur les difficultés qui se posent lorsque l'on cherche à évaluer une population à l'échelle régionale. On ne peut, c'est évident, extrapoler à l'ensemble d'une région les densités en structures obtenues pour les zones résidentielles directement adjacentes aux épicentres. Webster (2018) s'insurgeait à raison contre cette pratique, même si elle est, en réalité, aujourd'hui largement abandonnée, d'autant plus que les couvertures LiDAR servent de garde-fou face à cette tentation. Mais le LiDAR n'est utile, pour l'heure, que sur la question du décompte des structures. Une autre question est celle de l'extrapolation à l'arrière-pays des taux d'occupation pour chaque phase obtenus dans les zones résidentielles centrales. Est-il souhaitable d'extrapoler à l'arrière-pays les dynamiques chronologiques obtenues dans la Zone résidentielle ? Cette solution pourrait paraître simple et intuitive, mais elle ne semble pas être soutenue par les faits (voir l'exemple d'El Perú-Waka' proposé par Marken 2011, pp. 239-240). Il semble, en effet, que la répartition de la population au niveau régional n'était pas la même au cours des différentes périodes. Au Préclassique et au Classique récent, la population était généralement répartie sur l'ensemble du territoire, la différence entre ces deux périodes venant de la densité de ce peuplement : elle était sans aucun doute bien moindre au cours du Préclassique (Nondédéo et Dorison 2018). Sur cette différence de densité entre Préclassique récent et Classique récent, voir également le cas de Ceibal, exposé par Inomata, Triadan, Pinzón *et al.* (2018, p. 32). En revanche, le modèle d'occupation du territoire était peut être différent au Classique ancien, tout au moins dans la Zone Centrale des Basses Terres, où plusieurs spécialistes évoquent des phénomènes de « nucléation » dans leurs tentatives de caractérisation des occupations régionales. Concrètement, ces phénomènes se traduiraient par l'agglomération des populations autour des centres (qu'ils soient primaires ou secondaires), les arrière-pays ruraux étant délaissés. C'était par exemple le cas de la région de Río Azul et Kinal d'après Adams (Adams 1990 ; Adams et Valdez Jr. 2003).

« *The Early Classic appears to have been one of nucleation of population into fortified centers and other forms of cities [...] in the Rio Azul-Kinal region, this pattern also now appears to be present. [...] This is in great contrast to the dispersed and dense population of the Late Classic 2 period when commoners, elite, and intermediate classes lived in the countryside.* »[159] (Adams et Valdez Jr. 2003, p. 26).

A. A. Ford (1986, pp. 62-64) détectait exactement la même dynamique dans son étude de la zone intersite Tikal-Yaxha, et, toujours dans la macro-région de Tikal, l'arrière-pays d'El Zotz pourrait aussi avoir connu la même situation (Garrison, Houston *et al.* 2019, p. 139). Dans la zone rurale en périphérie de Tikal, Fry (1969, p. 148 ; 1990, p. 292) observait que l'occupation classique ancienne était bien moins dense qu'au Classique récent (mais plus dense qu'au Préclassique), la population étant concentrée autour des centres secondaires, très dynamiques au Classique ancien (Fry, 1969, pp. 148-149 ; 1990, p. 292). A partir de données plus récentes, Webster (2018, p. 42) était en mesure d'affirmer que « pre-Late Classic populations were heavily concentrated in and near the Late Classic site core or at outlying

159 « Le Classique ancien semble avoir constitué une période de nucléation de la population au sein de centres fortifiés et autres formes de regroupement urbain [...] un modèle que l'on peut aujourd'hui appliquer à la région de Río Azul et Kinal. [...] Il contraste fortement avec l'occupation dense et régulièrement répartie qui caractérise la phase du Classique récent 2, au cours de laquelle aussi bien les gens du commun que les élites ou les classes intermédiaires occupaient les arrière-pays ruraux. »

smaller centers such as Ramonal[160] ». Golden et Scherer (2013, pp. 399, 404) envisageaient le même modèle d'occupation du territoire dans les cités de l'Usumacinta.

Il est, certes, délicat de transposer à Naachtun les dynamiques démographiques centre/arrière-pays obtenues dans d'autres sites, chacun ayant eu sa propre histoire et ses propres logiques de peuplement, mais extrapoler à l'arrière-pays les taux d'occupation obtenus dans les zones centrales tendrait sans doute à surestimer la population classique ancienne si l'on accepte cette tendance forte à la nucléation avec un relatif dépeuplement de l'hinterland. A Naachtun, l'observation du relevé LiDAR permet de constater que l'occupation préclassique ne répondait pas à une logique de nucléation ; elle était répartie de manière homogène sur le territoire, avec une faible densité (Nondédéo et Dorison 2018, p. 16), s'insérant parfaitement dans le schéma des dynamiques régionales décrit *supra*. Les prospections préliminaires menées dans des groupes secondaires de l'hinterland de Naachtun, avec ramassage de surface et inspection des nombreux tunnels de pillage, ont révélé bien peu d'occupations du Classique ancien en comparaison avec les vestiges du Classique récent. Morales-Aguilar rencontrait la même dynamique dans ses prospections régionales sur un territoire plus vaste, dans la région d'El Mirador (communication personnelle, 2016). La recherche intensive par les pilleurs de céramique à décoration anthropomorphe, très rare au Classique ancien, explique en partie ce panorama qui demandera donc à être confirmé par des fouilles contrôlées (on a déjà mentionné la difficulté qui peut exister dans la mise en évidence de vestiges du Classique ancien sans fouille, voir la Sous-section 2.3.2).
Il a manifestement existé autour de Naachtun un réservoir de population substantiel. Il ne fait aucun doute que plusieurs dizaines de milliers d'habitants occupaient la zone de la couverture LiDAR au Classique récent. Au Classique ancien, la population était probablement plus réduite, peut-être concentrée autour de centres secondaires comme Naachtun Este, El Juilín ou Saraguate, mais on suppose tout de même que la région pouvait être occupée par plusieurs milliers d'habitants. Il est, à l'heure actuelle, impossible de proposer une estimation précise de cette population, mais on peut en déterminer l'ordre de grandeur par différentes méthodes.

7.5.4 Tentatives d'évaluation de la population de l'arrière-pays de Naachtun au Classique ancien

Puisque l'on ne peut extrapoler à l'arrière-pays les taux d'occupation obtenus pour la Zone résidentielle, on peut utiliser les autres méthodes d'estimation de la population pour obtenir ne serait-ce qu'un ordre de grandeur de la population de la micro-région.

7.5.4.1 Approche partant de la densité

Il est possible d'utiliser l'approche partant de la densité estimée pour d'autres secteurs proches, des Basses Terres centrales. A partir des travaux de Haviland (1970, 2003), Culbert, Kosakowsky *et al.* (1990) et Fry (1990), Webster (2018, p. 41) calculait une densité comprise entre 281,25 et 387,5 habitants par km² de terre productive (hors *bajo*) pour la région de Tikal au Classique ancien - phase Manik, sans plus de précision. Webster (*ibid.*, p. 43) jugeait cette densité beaucoup trop élevée et proposait de la ramener à 53-74 habitants par km², *bajos* exclus. Comme on a déjà eu l'occasion de le mentionner, l'analyse des données de la couverture LiDAR PLI a révélé que la densité en structures (toutes périodes confondues) de la région de Naachtun était plus proche de celle de Tikal que de tout autre site pris en compte : Uaxactun, Tintal, La Corona, El Perú, El Zotz, Holmul, Xultun (Canuto, Estrada-Belli *et al.* 2018, Table 4). L'extrapolation est donc aussi pertinente que possible, en tenant compte du fait que chaque site a pu connaître des dynamiques spécifiques.
Appliqués à la micro-région de Naachtun telle que relevée par la couverture LiDAR (103,5 km² de terre habitable : 135 km² de couverture totale moins 31,5 km² de *bajos*), les indices de densité de l'occupation

160 « L'occupation antérieure au Classique récent était fortement concentrée dans et autour de la zone centrale du site telle que nous la connaissons pour le Classique récent, et dans des centres secondaires comme Ramonal. »

proposés par Webster donnent des résultats très contrastés. L'indice tiré des recherches du Projet Tikal (281,25 et 387,5 habitants par km²) donne un intervalle de 29 109 à 40 106 habitants pour la fin du Classique ancien, un résultat extrêmement élevé que l'on aurait tendance à écarter. L'indice alternatif (53-74 habitants par km²) proposé par Webster (2018, p. 43) aboutit à l'intervalle 5 486-7 659 habitants. Cette fois, la population estimée est très réduite. Insistons, la résolution chronologique de la seule longue phase Manik soulève des problèmes d'ordre démographique : la question de la non-contemporanéité au sein de la phase et celle de la bilocalité se posent par exemple avec force, et bien que la non-contemporanéité soit prise en compte par Webster dans ses indices, les chiffres manquent de finesse.

7.5.4.2 Approche partant de la croissance naturelle

On peut aussi utiliser l'approche partant de la modélisation de la croissance naturelle (décrite *supra*, Section 7.4), ce qui présente l'intérêt majeur de contourner le problème de la nucléation (ou de son absence) au cours du Classique ancien, et de réduire[161] celui d'une double résidence liée au mode d'agriculture *infield/outfield* : la distribution de la population dans l'espace n'entre pas dans les paramètres de ce calcul, puisqu'il est fondé sur le taux de croissance. On dispose, de plus, d'une estimation (très) préliminaire de la population de la zone couverte par le LiDAR au sommet de son peuplement (Canuto, Estrada-Belli *et al.* 2018). La méthodologie utilisée pour ce dernier calcul est tout à fait classique et conforme aux pratiques mises en œuvre *in* Culbert et D. S. Rice (1990), mais nous considérons que les données chronologiques sont encore trop lacunaires pour que le chiffre obtenu ne soit autre chose qu'un simple ordre de grandeur. Cette mise en garde effectuée, menons tout de même l'exercice de calcul à son terme, afin d'obtenir cet ordre de grandeur de la population du secteur relevé de la micro-région. Canuto, Estrada-Belli *et al.* (2018) estimaient à 37 889 habitants la population maximale au Classique récent pour les 135 km² couverts par le LiDAR. Si l'on accepte ce chiffre pour la population en 800 apr. J.-C., alors une modélisation de la croissance naturelle avec les taux employés pour la Zone résidentielle de Naachtun[162] (c'est-à-dire 0,1 % par an avant 600 apr. J.-C. et 0,3 % par an entre 600 et 800 apr. J.-C.) donne 19 780 habitants à la fin de la Sous-phase Balam III en 550 apr. J.-C., 17 025 en 400 apr. J.-C. (transition Balam II-Balam III), 15 405 en 300 apr. J.-C. (fin Balam I) et 13 259 en 150 apr. J.-C., à la transition entre Kutz' et Balam I (Tableau 51).

161 Sans l'éliminer complètement, puisqu'il faut toujours calculer, d'une manière ou d'une autre, la population finale.

162 Encore une fois, il ne peut s'agir que d'une approximation, et il n'est pas certain que la population de l'arrière-pays ait connu les mêmes taux de croissance démographique annuelle que celle de la Zone résidentielle.

Tableau 51. Calcul de la population de la micro-région de Naachtun (zone de 135 km² couverte par le LiDAR, en territoire guatémaltèque) à partir de la simulation de sa croissance naturelle jusqu'à la fin du Classique récent.

Année cible	(A) Différence à l'année de départ	(B) taux annuel de croissance naturelle	(C) Produit A × B	(D) Exponentielle de C	(E) Population année de départ	Population année cible (D × E)
800	0	0,003	0	1	37889	37889
799	-1	0,003	-0,003	0,997004	37889	37775,5
798	-2	0,003	-0,006	0,994018	37889	37662,4
797	-3	0,003	-0,009	0,99104	37889	37549,5
796	-4	0,003	-0,012	0,988078	37889	37437,1
795	-5	0,003	-0,015	0,985112	37889	37324,9
750	-50	0,003	-0,15	0,860708	37889	32611,4
650	-150	0,003	-0,45	0,637628	37889	24159,1
600	-200	0,003	-0,6	0,548812	37889	20793,9
599	-1	0,001	-0,001	0,999001	20794	20773,2
550	-50	0,001	-0,05	0,951229	20794	19779,9
400	-200	0,001	-0,2	0,818731	20794	17024,7
300	-300	0,001	-0,3	0,740818	20794	15406,4
150	-450	0,001	-0,45	0,637628	20794	13258,8

7.5.4.3 Conclusion sur l'arrière-pays

Les deux approches utilisées pour évaluer la population de la micro-région de Naachtun donnent un éventail très large de population : l'application de la densité estimée pour la région de Tikal donne, dans un cas, un intervalle de 29 109 à 40 106 habitants, probablement surestimé, et selon l'autre option beaucoup plus modeste, un intervalle de 5 486 à 7 659 habitants, pour une population peut-être sous-estimée (Webster tombant peut-être dans l'excès inverse de celui qu'il reproche à la majorité des mayanistes, qui consisterait à exagérer la population dans leurs estimations). Dans les deux cas, l'estimation souffre d'une forte incertitude sur l'aspect chronologique (peut-on réellement calculer un seul total d'habitants pour une phase classique ancienne longue de 300 à 400 ans ? C'est improbable). Le calcul de la population par l'intermédiaire de la croissance naturelle apporte une prise en compte plus fine de la chronologie, avec une population pour l'année de départ estimée de la manière la plus précise possible au vu des données disponibles. On privilégie donc cette deuxième méthode, selon laquelle il y aurait eu 13 259 habitants au début du Classique ancien et 19 780 à la fin de la période. Dans toutes les options envisagées, il est manifeste que la population de la partie guatémaltèque de Naachtun et de son arrière-pays dépassait 5 000 habitants, et probablement même une dizaine de milliers d'habitants, à n'importe quel moment du Classique ancien ainsi qu'au Préclassique récent[163]. Il serait souhaitable de mener une étude diachronique de capacité de charge (à l'image de celle de Wingard 2013 pour Copan) pour déterminer si de telles populations pouvaient être soutenues sur le long terme par l'environnement de Naachtun. Cela ne sera envisageable qu'après un long travail de dépouillement des données obtenues par imagerie LiDAR et par reconnaissance sur le terrain, parce que les aménagements agricoles sont omniprésents.

163 Notons qu'avec une croissance continue de 0,3 % (bien improbable au vu des travaux des démographes et des agronomes), on arriverait à une population de 5 390 habitants à la fin du Préclassique récent.

7.6 Conclusion

Les estimations proposées dans ce chapitre reposent sur l'imbrication de données dont le niveau d'incertitude ne saurait être négligé. Nous sommes parfaitement conscients que les chiffres proposés ne constituent que des ordres de grandeur, et que l'emploi de chiffres à virgule, non arrondis à la dizaine près, peut donner *a priori* une impression de précision tout à fait trompeuse. Nous ne croyons certainement pas que la structure de l'habitat observée par les ethnologues au cours du XX^{e} siècle ait jamais constitué une image exactement conforme de ce que pouvait être l'habitat au Classique ancien, pas plus que ne le sont les données ethnohistoriques du XVI^{e} siècle, ou même les données archéologiques pour la fin de la période précolombienne. Comme on l'a vu, nous avons eu le souci permanent de distinguer autant que possible les dynamiques propres à chaque sous-phase et, au sein de chaque sous-phase, propres aux différents types d'agglomération de l'habitat. Cette exigence de ne pas généraliser les situations nous a même emmenés au-delà de ce que les données archéologiques permettaient réellement, dans une tentative heuristique d'inclure les indices même les plus ténus dont nous disposions dans notre reconstitution des changements de l'habitat. Nous ne pouvons qu'abonder dans le sens de DeBoer ou Fletcher (C. C. Kolb *et al*. 1985) dans leur mise en garde sur la reprise servile et la généralisation des données issues de l'ethnohistoire et de l'ethnologie. Que le mode d'habitat d'un paysan du Haut Plateau mexicain au XVI^{e} siècle ne soit pas identique à celui d'un paysan maya des Basses Terres au IV^{e} siècle nous paraît effectivement très probable. Mais nous abondons encore plus dans le sens de la réponse de Kolb à leurs commentaires (*ibid.*, p. 595) : il fallait bien, malgré tout, tenter une approche de la population du site.

Les recherches à mener dans le futur pour préciser notre estimation pourraient consister en la fouille extensive de plus de patios (une seule a été menée à l'heure actuelle), et ce dans différents types d'unités résidentielles. La question des unités résidentielles invisibles du Classique ancien (dont Bronson [1968] avait démontré l'importance dans la zone centrale de Tikal) pourra faire l'objet de recherches spécifiques. A ce titre, l'établissement d'une carte prédictive de l'épaisseur des sols à Naachtun (un projet régulièrement discuté) pourrait permettre d'orienter la recherche en terrain vacant vers les zones où des structures invisibles auraient le plus de chance d'être détectées : celles où le sol est le plus épais, et qui sont soumises au plus fort alluvionnement. La population de la micro-région sera, enfin, évaluée avec plus de fermeté quand des fouilles seront lancées dans un échantillon des nombreuses unités résidentielles qui parsèment le paysage. A l'heure actuelle, plusieurs secteurs de la région ont été visités, et le matériel abandonné à proximité des tranchées de pillage révèle une très forte occupation du Classique récent. La place du Classique ancien dans le paysage régional ne sera pleinement comprise qu'après des fouilles de ces secteurs où l'occupation plus récente semble omniprésente et très largement dominante.

Ces considérations méthodologiques étant exposées, rappelons quelques aspects de notre quantification de la population : l'ensemble des approches utilisées suggèrent que la population de la Zone résidentielle de Naachtun était inférieure à 1 500 habitants tout au long du Classique ancien. La population Balam I est estimée à l'intervalle 582-1 051 habitants, la population Balam II à l'intervalle 630-1 167 habitants et pour Balam III, on obtient un intervalle plus large (dû à la prise en compte de différentes hypothèses sur l'évolution de la population), de 597 à 1 282 habitants. On remarque que l'évolution de la population est probablement demeurée modérée (peut-être autour de 0,1 % par an, en moyenne) tout au long du Classique ancien, et s'il a bien existé une certaine croissance de la population entre les différentes sous-phases, la différence entre les effectifs calculés pour Balam I, Balam II et Balam III ne nous semble pas significative au point d'expliquer les tendances d'investissement dans l'architecture monumentale (on reviendra plus longuement sur ce point par la suite), d'autant plus si l'on tient compte du degré de précision de cette étude. On ne considère donc pas que la population de la Zone résidentielle en Balam II ait été largement plus nombreuse qu'en Balam I ou en Balam III (rappelons que le taux d'occupation des patios pris dans leur ensemble était beaucoup plus élevé en Balam II qu'en Balam I et Balam III). En revanche, il semble exister un contraste très fort entre l'occupation du Préclassique récent et celle du début du Classique ancien, inexplicable par la seule

croissance naturelle de la population sur place. En Balam I, Naachtun a probablement attiré une population externe. Cette dynamique peut-elle être expliquée par le besoin en main-d'œuvre pour la construction monumentale ? Les résultats de l'estimation du coût énergétique de la construction de l'Épicentre de Naachtun au Classique ancien sont exposés au chapitre suivant.

Chapitre 8 : Coût énergétique de la construction des structures monumentales du Classique ancien à Naachtun

Avant de présenter et de discuter les coûts de construction de l'architecture monumentale classique ancienne de Naachtun, il convient d'insister sur le fait que les calculs desquels ils découlent sont très préliminaires, faute de données précises sur la morphologie des structures[164]. De plus, les indices de rendement et l'estimation de la densité des matériaux de construction sont encore perfectibles. Pour prendre en compte l'incertitude touchant les paramètres, précisons qu'il a été calculé, pour chaque tâche du processus de construction de chaque structure, un coût minimal, un coût intermédiaire et un coût maximal. Nous disposons donc, pour chaque édifice, d'un coût total de construction intermédiaire, ainsi que d'un coût minimal et d'un coût maximal, qui correspondent respectivement à la somme des coûts minimaux et maximaux. Enfin, comme on l'a discuté au Chapitre 6, la séquence de construction souffre, elle aussi, d'une certaine imprécision à l'échelle des sous-phases du Classique ancien. Les pages qui suivent correspondent donc aux résultats de modélisations reposant sur un faisceau d'hypothèses (quant à la morphologie des édifices, aux matériaux de construction, à la chronologie). Nous considérons que nos estimations sont plausibles, mais des alternatives sont tout à fait concevables. La quantification du coût de construction concerne 80 épisodes de construction. A titre de comparaison, mentionnons que Cheek (1986, p. 53) travaillait, pour la seule Place principale de Copan, sur les données volumétriques de 100 épisodes de construction et que le coût énergétique de 27 épisodes de construction de l'Acropole du même site a été calculé par Carrelli (2004). La liste n'est pas complètement exhaustive, et il manque un certain nombre de structures très mal connues. Cela concerne en particulier, mais pas exclusivement, l'Acropole funéraire (Structure V) et ses multiples structures sub. Il y a, toutefois, de fortes chances pour que le coût de construction de ces éléments non pris en compte n'excède jamais le faible total de 2 000 à 3 000 j-p, pour chacun d'entre eux. Parmi les aménagements dont le coût n'a pas été quantifié, celui qui représente l'investissement le plus élevé est sans doute la modification du relief naturel du Groupe C (Figure 18). Il est évident que les contours de ce secteur sont artificiels, mais notre méconnaissance de l'aspect naturel des lieux est telle qu'il est absolument impossible de mesurer avec quelque degré de précision que ce soit l'ampleur des modifications, qui eurent probablement lieu tôt dans la séquence de construction de Naachtun. Enfin, les détails complets de nos calculs pour chaque épisode de construction sont disponibles sur la plate-forme figshare.com. Ainsi, les feuilles de calcul, à utiliser sur Kampach pour une exploitation optimale, peuvent être téléchargées sur la page https://figshare.com/articles/Co_ts_totaux/9762299. Une fois téléchargées, nous recommandons leur ouverture sur Notepad++, ce qui permet d'accéder à tous les paramètres du calcul (dimensions des structures, quantités de matériaux, distances de transport, détails de la chaîne opératoire...). Pour obtenir les résultats de coût énergétique détaillés, le téléchargement de Kampach est nécessaire.

8.1 Coût énergétique de la construction monumentale et publique au cours du Préclassique récent et du Classique ancien à Naachtun

8.1.1 Coût de la construction publique au Préclassique récent

Nous avons eu l'occasion de présenter une hypothèse sur l'existence de vestiges d'architecture publique datant du Préclassique récent dans divers secteurs de Naachtun (Sous-section 6.4.2). Le Groupe C pourrait être l'un de ces secteurs, avec la construction possible de l'édifice 5M-23 (Tableau 52). Quant aux hypothétiques secteurs de construction publique autour du Groupe B et plus à l'est, il serait encore

164 Dans ce chapitre, le terme structure, pris au sens large, se rapporte aux différentes composantes de la séquence de l'architecture monumentale élaborée au Chapitre 6 ; il s'agit, en quelque sorte, des épisodes de construction indépendants, et le terme peut désigner des constructions de tout type : place, soubassement, escalier, pyramide...

prématuré de les inclure dans l'analyse. Étant donné que notre connaissance de l'architecture monumentale ou publique préclassique à Naachtun est très lacunaire et que nos hypothèses ne sont appuyées par aucune fouille, nous écartons les potentielles constructions de la Phase Kutz' des analyses qui suivent, et réservons son étude pour des recherches futures.

Tableau 52. Coût énergétique de la construction monumentale au cours de la phase Kutz'.

Groupe	Structure	Coût minimum (j-p)	Coût intermédiaire (j-p)	Coût maximum (j-p)
C	5M-23	4402,62	6387,97	8182,28

8.1.2 Coût de la construction monumentale durant la Sous-phase Balam I

Dans l'état actuel de la séquence de construction monumentale de l'épicentre de Naachtun, Balam I se démarque des autres sous-phases du Classique ancien par l'ampleur des constructions principales entreprises. La difficulté de datation des structures joue ici son rôle le plus préoccupant, parce que les différents édifices qui entourent la Place Nord sont, de loin, les plus coûteux de ceux qui ont été construits à Naachtun. Dès lors, leur attribution à telle ou telle phase prend un poids très conséquent dans l'interprétation des dynamiques de la construction monumentale. Les indices semblent indiquer une construction en Balam I pour les étapes principales de ces soubassements, mais nous restons ouvert à la possibilité de déplacer certaines étapes (en particulier, l'étape finale de la Structure XX) en Balam II. Il convient aussi de rappeler qu'il existe différentes hypothèses concernant la forme et les dimensions des étapes sub de la Place Nord et de la Structure XX (pour toutes ces questions, on renvoie au Chapitre 6).
Ce cadre étant posé, on estime le coût total de la construction monumentale en Balam I à l'intervalle 851 134,5 (coût minimal, hypothèses les moins coûteuses) – 1 566 227,7 (coût maximal, hypothèses les plus coûteuses) j-p. Le coût intermédiaire est estimé, en fonction des hypothèses, à l'intervalle 1 209 412 – 1 223 392,4 j-p. Ce coût total est le plus élevé pour une sous-phase du Classique ancien à Naachtun.

Tableau 53. Coût énergétique de la construction monumentale au cours de la sous-phase Balam I.

Groupe	Structure	Coût min. (j-p)	Coût int. (j-p)	Coût max. (j-p)
A	Pl. nord v1 hyp. A[165]	12 250,88	16 830,48	23 163,09
A	Pl. nord v1 hyp. B	23 289,20	31 931,38	43 100,86
A	Pl. nord v2 hyp. A	72 751,75	99 134,95	136 807,06
A	Pl. nord v2 hyp. B	70 518,89	96 157,13	132 557,42
A	Argile sous Pl. ouest	9 622,09	24 595,48	38 240,57
A	XIX v1	44 459,68	59 942,79	75 915,22
A	XIX v2	1 175,35	1 730,57	2 732,31
A	XX sub (hyp. 1 : basse)	56 521,70	82 318,86	105 863,99
A	XX sub (hyp. 2 : haute)	168 804,34	245 848,12	315 421,53
A	Escalier ouest XX sub	1 605,71	2 047,07	2 470,69
A	XX (hyp. 1 : sub basse)	403 311,66	551 899,70	678 022,11
A	XX (hyp. 2 : sub haute)	281 052,00	386 513,14	473 735,39
A	XXI sub	21 721,19	31 130,83	39 250,26
A	XXI	49 721,77	71 171,62	90 091,47
A	XXII	458,19	579,22	889,01
A	XXIII sub 1	6 862,24	9 239,23	11 960,57
A	XXIII	87 844,07	126 158,16	163 369,11
A	Réservoir Gr. A v1	468,00	468,00	468,00
A	XIII sub	45,62	67,45	84,85
A	VIIc sub 3	223,77	327,21	416,67
A	P-f sud-ouest Amurallado v1	1 088,32	1 583,28	1 961,12
A	P-f sud-ouest Amurallado v2	1 573,74	2 291,38	2 829,34
A	Sacbé v1	26 139,26	39 537,23	52 275,01
A	Pl. Triadique	10 625,35	15 565,99	20 452,96
C	Pl. Acropole v1	19 648,67	28 019,99	38 970,89
C	I sub	510,36	769,54	1 120,77
C	Vb	16 007,86	22 503,14	29 530,57
C	Vc	12 652,74	17 873,42	22 557,85
C	Vd sub 2	1 876,78	2 698,20	3 401,30
C	Vd sub 1	1 944,81	2 785,58	3 421,25

L'une des spécificités de l'architecture publique en Balam I tient donc à sa monumentalité et à son coût particulièrement élevé (Tableau 53 et Tableau 54). On a distingué moins d'épisodes de construction qu'en Balam II (26 en Balam I contre 42 en Balam II), mais le coût médian par épisode est, selon les hypothèses retenues, de 16 198,2 j-p ou 16 719,7 j-p, un coût bien plus élevé qu'en Balam II (voir *infra*). C'est donc en Balam I que furent bâtis les édifices les plus coûteux de l'histoire de Naachtun, à commencer par la Place Nord et son Complexe de Type E.

[165] Le coût de la Structure XXIII sub 2 est inclus dans celui de la version 1 de la Place nord, qu'il s'agisse de l'hypothèse A ou B.

Tableau 54. Coût énergétique total de la construction monumentale au cours de la sous-phase Balam I.

Hypothèses	Coût min. (j-p)	Coût int. (j-p)	Coût max. (j-p)
Hypothèses A et 1 (BIA)	861 111,56	1 211 269,35	1 545 268,81
Hypothèses B et 1 (BIB)	869 917,01	1 223 392,42	1 560 956,92
Hypothèses A et 2 (BIC)	851 134,55	1 209 412,04	1 550 539,63
Hypothèses B et 2 (BID)	859 940,01	1 221 535,12	1 566 227,75

Le déboisement du secteur occupé par l'épicentre a probablement demandé un effort conséquent. Il est difficile de le dater avec précision, mais il est certain que les habitants de Naachtun avaient déjà largement déboisé le terrain au plus tard en Balam I, puisque c'est de cette sous-phase que datent la majorité des places des Groupes A et C. C'est donc très probablement au cours de la Phase Kutz' et au début de la Sous-phase Balam I que la majorité du déboisement du terrain naturel a dû être effectuée. Les études environnementales contribuent à préciser l'image de l'exploitation du milieu naturel qui nous est parvenue. L'étude d'échantillons de sédiments des niveaux archéologiques des *bajos* indiquent une forte érosion dès la période préclassique (Nondédéo, Castanet *et al.* 2018) : le site était donc au moins partiellement déboisé à ce moment, ce que confirme l'anthracologie. En effet, Dussol a pu observer que les espèces utilisées dans les foyers préclassiques correspondent en grande partie à une végétation secondaire (*ibid.*). Cette tâche de déboisement a pu être menée à bien de manière progressive par les agriculteurs cultivant le site au Préclassique récent, ce qui en aurait réparti le coût sur les siècles qu'a duré cette longue phase. Si l'on suppose que le déboisement s'est fait de manière plus concentrée dans le temps, afin de dégager un espace pour la construction monumentale, on peut tout de même considérer qu'une bonne partie de la végétation retirée a pu contribuer à la fabrication de chaux, très demandeuse en bois vert. C'est pour ces raisons que le coût de déboisement n'est pas pris en compte dans nos calculs : soit il a fait l'objet d'un travail modéré et continu réparti sur de nombreuses générations d'agriculteurs, soit ce coût est déjà compris en partie dans le coût de fabrication de la chaux (décrit en Annexe B). Par ailleurs, les espèces ne trouvant pas d'utilité dans la combustion de la chaux ont pu être réemployées dans la construction de linteaux ou d'échafaudages. Enfin, le feu a pu contribuer à éliminer rapidement une bonne partie de la végétation basse ainsi que les souches des arbres les plus imposants, hypothèse qui réduirait encore le coût énergétique du déboisement.

8.1.3 Coût de la construction monumentale durant la Sous-phase Balam II

Selon les données disponibles à l'heure actuelle, Balam II est le moment d'une autre forme d'apogée de la construction monumentale à Naachtun : 42 épisodes de construction auraient lieu au cours de cette courte sous-phase (Tableau 55). La succession des épisodes (un épisode tous les 2,4 ans en moyenne, contre un épisode tous les 5,8 ans en Balam I, voir le Tableau 55) est d'ailleurs telle qu'il pourrait être tentant de considérer que Balam II ne peut qu'avoir duré plus longtemps qu'un siècle (durée assignée à Balam II dans la séquence chrono-céramique, qui place les bornes de la facette entre 300 et 400 apr. J.-C., voir le Tableau 17) mais l'argument est circulaire : il est donc, avant tout, souhaitable de renforcer l'effort de datation des épisodes de construction. Ce thème devra faire l'objet de recherches plus approfondies dans le futur. Rappelons que le traitement statistique des datations par 14C appuie la possibilité que les sous-phases aient été plus longues que la durée des facettes de la séquence céramique actuelle, avec des moments de chevauchement à la transition entre deux sous-phases (Section 6.3). Toutefois, pour notre analyse de la fréquence des constructions, nous resterons dans le cadre de la séquence chrono-céramique. En effet, il est encore trop tôt pour utiliser la séquence 14C, qui sera sans doute plus nuancée que la séquence céramique, à terme, mais qui manque encore à l'heure actuelle de

contraintes permettant de resserrer les bornes des sous-phases (en particulier pour le début de Balam I et de Balam II). Il faudra également progresser dans la datation des épisodes de construction avant d'utiliser une séquence plus fine pour les calculs.

Tableau 55. Coût énergétique de la construction monumentale au cours de la sous-phase Balam II.

Groupe	Structure	Coût min. (j-p)	Coût int. (j-p)	Coût max. (j-p)
A	Place ouest	19 386,22	28 345,77	39 252,76
A	Place sud	5 945,94	8 580,03	11 790,06
A	*Sacbe* v2	21 125,33	33 386,53	51 384,65
A	Escalier *Perdida-JDB*	2 972,23	3 442,27	3 991,75
A	XIII v1 3	3 078,31	4 424,88	5 449,65
A	XIII v2	388,49	464,20	535,11
A	XIV	4 093,26	5 264,18	6 477,50
A	Allée centrale du terrain de JDB	119,95	172,01	223,43
A	Escalier JDB-XX	1 280,89	1 518,09	1 713,93
A	Place *Perdida*	42 856,34	60 589,25	78 826,69
A	*Perdida* sub 2	645,08	775,25	887,65
A	*Perdida* sub 1	1 060,14	1 351,08	1 645,42
A	*Perdida*	44 055,30	59 880,83	79 372,70
A	Superstructure XIX	19 222,94	24 503,27	29 273,25
A	Escalier central Str. XXIII v2	667,76	914,98	1 099,82
A	VIIc sub 2	736,38	1 087,07	1 333,11
A	VIII sub 1	2 677,03	3 949,23	4 898,35
A	XII	9 853,67	14 163,89	17 611,45
A	XV	13 675,52	19 567,23	24 266,72
A	Promontoire Str. XXVII	18 909,33	26 908,47	33 632,10
A	Escalier sud de la Pl. sud	3 071,98	3 939,07	4 740,19
A	XXVII sub	1 145,94	1 447,40	1 746,47
A	XXVII	25 859,95	33 554,02	41 015,72
A	XXVII b	1 498,99	1 893,69	2 259,75
C	I	51 578,48	76 349,25	102 702,98
C	II	5 080,21	7 316,85	9 205,95
C	III	1 332,56	1 934,37	2 437,64
C	VI	1 060,94	1 554,65	1 849,16
C	31	1 279,24	1 860,62	2 290,09
C	32	2 604,31	3 772,32	4 684,98

C	52	1 335,01	1 957,66	2 432,01
C	Place Acropole v2	15 177,59	21 815,85	28 943,95
C	Place Acropole v3	15 177,59	21 815,85	28 943,95
C	Vd	17 078,98	22 598,71	30 516,80
C	Soubassement Vf et Vg	2 359,62	3 054,91	4 212,39
C	Vf sub 1	1 237,55	1 807,53	2 292,02
C	Vg sub 1	651,83	953,43	1 198,12
C	Vf	2 347,76	2 858,02	3 324,19
C	Vg	1 686,94	2 040,51	2 362,86
C	P-f centrale Acropole	9 477,28	14 793,06	23 069,80
C	Va	2 973,99	3 879,98	4 682,21
C	Vh	2 114,83	2 599,17	3 100,24
C	P-f Acropole : ext. nord	1 987,69	3 208,30	4 463,35
C	Ve	1 852,05	2 291,93	2 689,50

Le coût total (intermédiaire) pour l'ensemble des épisodes de la sous-phase est de 538 585,6 j-p (Tableau 56). Bien que les épisodes de construction aient été particulièrement nombreux en Balam II[166], leur coût médian est très largement inférieur à celui des constructions Balam I, puisqu'il est de seulement 3 607,3 j-p (Tableau 60). Si le coût médian est aussi faible, cela s'explique, d'une part, par la multiplication des petits projets de construction, en particulier dans le Groupe C, au sein de l'Acropole et dans ses alentours, et, d'autre part, par l'absence de projets de l'ampleur des plus grandes constructions Balam I. La *Perdida*, et surtout, la Structure I, sont tout de même des édifices au coût très élevé, avec respectivement 59 880,83 j-p et 76 349,25 j-p, quand bien même ce total reste largement inférieur aux centaines de milliers de j-p estimés pour les structures de la Place Nord.

Tableau 56. Coût énergétique total de la construction monumentale au cours de la sous-phase Balam II.

Coût minimum (j-p)	Coût intermédiaire (j-p)	Coût maximum (j-p)
382 721,39	538 585,64	708 830,41

8.1.4 Coût de la construction monumentale durant la Sous-phase Balam III

Balam III représente une diminution nette du nombre d'épisodes de construction, avec seulement 12 épisodes probables (Tableau 57). Le coût médian (Tableau 60) est, en revanche, supérieur au coût médian Balam II : il est de 5 187,3 j-p[167]. Cette augmentation du coût médian s'explique en particulier par le

166 La possibilité que certains lots de céramique du Classique ancien peu diagnostique d'une facette particulière aient été classés en Balam II pour la seule raison que cette facette était considérée comme la plus fréquente dans les séquences des Groupes A et C, accentuant par là même cette domination, dans un raisonnement circulaire, ne peut pas être complètement écartée.

167 Mais le potentiel réemploi de matériaux de construction provenant d'édifices démantelés, dont l'importance est soulignée par Abrams (1998, p. 130) pour les phases tardives d'occupation, n'a pas été pris en compte dans cette recherche. Il pourrait réduire significativement le coût de construction des édifices en Balam III, ainsi qu'au cours d'autres sous-phases de la séquence.

nombre d'épisodes mineurs de construction : ils sont beaucoup moins nombreux qu'en Balam II. Le coût total de l'architecture monumentale pour la sous-phase est de 142 426,1 j-p (Tableau 57). Les structures les plus coûteuses dont la construction est entreprise en Balam III sont les systèmes de fermeture autour de la Structure XXVII et du Complexe à enceinte, qui représentent respectivement 29 455,25 et 52 955,24 j-p (coût intermédiaire).

Tableau 57. Coût énergétique de la construction monumentale au cours de la sous-phase Balam III.

Groupe	Structure	Coût min. (j-p)	Coût int. (j-p)	Coût max. (j-p)
A	Réservoir Gr. A : aménagement ouest	58,70	77,52	131,84
A	VIIc sub 1	890,41	1 316,28	1 598,46
A	VIII	8 987,14	12 558,71	15 491,93
A	IX	6 369,26	9 202,29	11 385,90
A	X	5 659,71	7 930,23	9 686,44
A	XI a	18 888,44	25 689,18	31 400,05
A	Mur d'enceinte *Amurallado*	36 159,16	52 955,24	65 303,54
A	Extension Str. XXVII	444,45	652,80	778,07
A	Murs entourant la Str. XXVII	20 084,13	29 455,28	35 954,84
C	Terrasse BIII Acropole	41,53	63,05	85,40
C	Remblai façade ouest Acropole	61,61	81,15	174,47
C	Id	1 795,43	2 444,39	3 122,03

Tableau 58. Coût énergétique total de la construction monumentale au cours de la sous-phase Balam III.

Coût minimum (j-p)	Coût intermédiaire (j-p)	Coût maximum (j-p)
99 440	142 426,1	175 113

8.1.5 Tendances dans l'investissement énergétique au cours du Classique ancien

8.1.5.1 Coût moyen et médian par sous-phase

Malgré les doutes qu'il est légitime d'entretenir sur la séquence de construction, on observe (Tableau 59) de très nettes tendances dans le coût total consenti à chaque sous-phase pour la construction monumentale. Ces tendances sont appuyées par le calcul des coûts moyen et médian des épisodes au cours de chaque sous-phase du Classique ancien (Tableau 60, Tableau 61, Tableau 62 et Tableau 63). On

constate que le coût moyen[168] et médian était nettement plus élevé au cours de la Sous-phase Balam I qu'au cours des suivantes (la différence de coût moyen est particulièrement marquée). En Balam II, la multiplication d'épisodes de peu d'ampleur diminuait mécaniquement le coût médian, qui remontait en Balam III, avec la diminution du nombre d'épisodes de construction couplée à la persistance de quelques projets d'échelle monumentale. En revanche, le coût moyen en Balam II demeure légèrement plus élevé qu'en Balam III, du fait de la construction de plusieurs édifices très coûteux (le Triadique, la *Perdida* et sa place) en Balam II. On constate les mêmes tendances entre sous-phases lorsque l'on écarte le coût de production de la chaux des calculs (Tableau 61 et Tableau 63). Le coût moyen de construction est bien évidemment très fortement influencé par les épisodes de construction particulièrement coûteux du Groupe de Type E, ce qui explique le déséquilibre marqué entre le coût moyen de la construction en Balam I et celui des autres sous-phases. On observe les mêmes dynamiques en analysant le volume de construction total, moyen et médian pour chaque sous-phase (Tableau 64).

Tableau 59. Comparaison du coût énergétique total de la construction monumentale au cours de chaque sous-phase du Classique ancien (coût de la production de chaux inclus).

	Coût total		
Sous-phase	**Coût minimum (j-p)**	**Coût intermédiaire (j-p)**	**Coût maximum (j-p)**
Balam I (BIA)	861 111,6	1 211 269,4	1 545 268,8
Balam I (BIB)	869 917	1 223 392,4	1 560 956,9
Balam I (BIC)	851 134,6	1 209 412	1 550 539,6
Balam I (BID)	859 940	1 221 535,1	1 566 227,8
Balam II	382 721,4	538 585,6	708 830,4
Balam III	99 440	142 426,1	175 113

168 Fortement influencé par les structures au coût le plus élevé.

Tableau 60. Coût moyen des épisodes de construction monumentale à chaque sous-phase du Classique ancien (coût de la production de chaux inclus).

	Coût moyen		
Sous-phase	**Coût minimum (j-p)**	**Coût intermédiaire (j-p)**	**Coût maximum (j-p)**
Balam I (BIA)	33 119,7	46 587,3	59 433,4
Balam I (BIB)	33 458,3	47 053,6	60 036,8
Balam I (BIC)	32 735,9	46 515,8	59 636,1
Balam I (BID)	33 074,6	46 982,1	60 239,5
Balam II	9 112,4	12 823,5	16 876,9
Balam III	8 286,7	11 868,8	14 592,7

Tableau 61. Coût moyen des épisodes de construction monumentale à chaque sous-phase du Classique ancien (coût de la production de chaux exclu).

	Coût moyen		
Sous-phase	**Coût minimum (j-p)**	**Coût intermédiaire (j-p)**	**Coût maximum (j-p)**
Balam I (BIA)	20 481,7	25 300,9	33 748,8
Balam I (BIB)	20 669,4	25 513	34 045,8
Balam I (BIC)	20 052,6	25 153	33 859,4
Balam I (BID)	20 240,3	25 365,2	34 156,3
Balam II	5 536,6	6 794,3	9 591,5
Balam III	5 116,5	6 532,9	8 158,2

Tableau 62. Coût médian des épisodes de construction monumentale à chaque sous-phase du Classique ancien (coût de la production de chaux inclus).

	Coût médian		
Sous-phase	**Coût minimum (j-p)**	**Coût intermédiaire (j-p)**	**Coût maximum (j-p)**
Balam I (BIA)	10 123,7	16 198,2	21 505,4
Balam I (BIB)	10 123,7	16 719,7	21 505,4
Balam I (BIC)	10 123,7	16 198,2	21 505,4
Balam I (BID)	10 123,7	16 719,7	21 505,4
Balam II	2 640,7	3 607,3	4 572,8
Balam III	3 727,6	5 187,3	6 404,2

Tableau 63. Coût médian des épisodes de construction monumentale à chaque sous-phase du Classique ancien (coût de la production de chaux exclu).

	Coût médian		
Sous-phase	**Coût minimum (j-p)**	**Coût intermédiaire (j-p)**	**Coût maximum (j-p)**
Balam I (BIA)	7 371,7	9 537,1	12 844
Balam I (BIB)	7 371,7	9 537,1	12 844
Balam I (BIC)	7 371,7	9 537,1	12 844
Balam I (BID)	7 371,7	9 537,1	12 844
Balam II	1 727,9	2 258,8	2 783,5
Balam III	2 532	3 174,9	3 977,5

Tableau 64. Volume total, moyen et médian de la construction monumentale à chaque sous-phase du Classique ancien.

	Volume (en m³)		
Sous-phase	**Total**	**Moyen**	**Médian**
Balam I (BIA)	111 075,47	4 443,02	1 525,65
Balam I (BIB)	112 511,14	4 500,45	1 525,65
Balam I (BIC)	111 075,47	4 443,02	1 525,65
Balam I (BID)	112 511,14	4 500,45	1 525,65
Balam II	51 682,06	1 230,53	207,55
Balam III	8 742,99	728,58	291,51

La mise en évidence des dynamiques d'investissement énergétique semble donc aussi robuste que possible au vu de l'imprécision chronologique à laquelle nous devons faire face. La Figure 138 synthétise de manière visuelle le coût de construction de chaque épisode pris en compte. Les sous-phases n'étant toutefois pas nécessairement de durée égale, il faut tout de même pondérer ces résultats bruts par différents traitements.

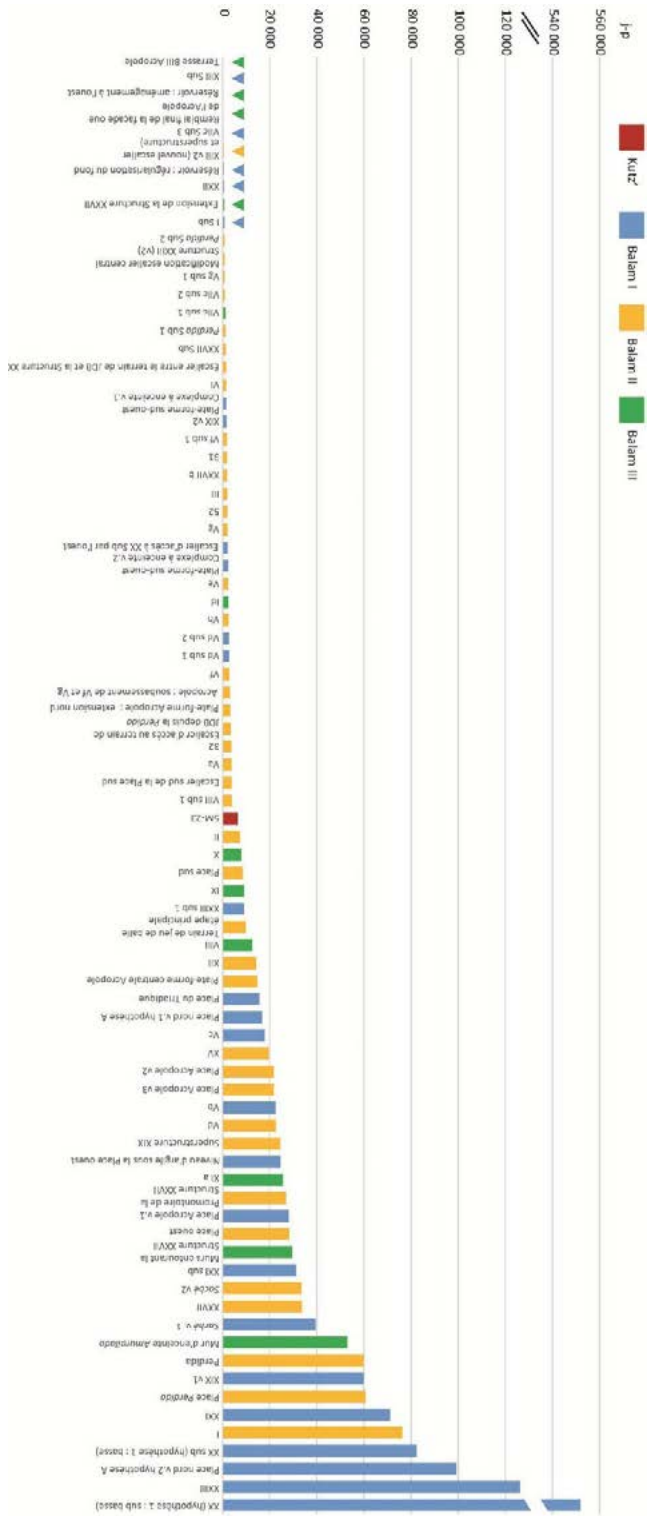


Figure 138. Diagramme du coût énergétique de la construction monumentale du Classique ancien.

8.1.5.2 Pondération des dynamiques de la construction monumentale en fonction de la durée des sous-phases

L'un des traitements des données les plus simples consiste à calculer le coût annuel moyen, en divisant le coût énergétique total pour une sous-phase par le nombre d'années qu'elle est censée avoir duré. Il est bien évident qu'il ne s'agit que d'un outil permettant de comparer les dynamiques, et non pas d'une simulation de la distribution réelle de l'effort de construction, qui ne pouvait être planifié par les commanditaires des travaux à l'échelle séculaire des sous-phases établies par les archéologues.

Tableau 65. Coût annuel moyen de la construction monumentale à chaque sous-phase du Classique ancien (coût intermédiaire ; pour Balam I, Hypothèse BIA, voir le Tableau 54).

Sous-phase	Coût annuel moyen (j-p)	Coût annuel moyen, production de chaux exclue (j-p)
Balam I (150 ans)	8075,13	4385,48
Balam II (100 ans)	5405,42	2867,91
Balam III (150 ans)	949,51	522,63

A l'instar de Cheek (1986) pour Copan, on peut aussi pondérer le nombre d'épisodes de construction par la durée supposée de chaque sous-phase. Le Tableau 66 montre le nombre moyen d'épisodes de construction par année de la sous-phase (= nombre d'épisodes / nombre d'années de la sous-phase ; équivalent au *Ratio 3, ibid*., pp. 58-59) et le temps disponible pour mener à bien une construction si chaque épisode était lancé une fois le précédent terminé (= nombre d'années de la sous-phase / nombre d'épisodes ; équivalent au *Ratio 4, ibid*., pp. 58-59).

Tableau 66. Pondération de l'investissement dans la construction monumentale en fonction de la durée des sous-phases.

Sous-phase	Épisodes / année	Années / épisode
Balam I	0,17	5,77
Balam II	0,42	2,38
Balam III	0,08	12,5

Ces traitements confirment que la demande en Balam I fut la plus élevée au cours du Classique ancien, mais ils mettent mieux en évidence les dynamiques en Balam II et Balam III. Si Balam II a bel et bien été la sous-phase la plus courte, alors la multiplication des projets de construction, même plus modestes en termes d'échelle, a maintenu un niveau de mobilisation élevé, alors que les quelques projets potentiellement menés au cours de la longue sous-phase Balam III n'ont pu constituer une demande élevée tout au long de la sous-phase : le rythme de la construction monumentale publique était alors beaucoup moins intense (s'il est distribué sur toute la longueur de la sous-phase, mais on ne peut exclure une construction simultanée de tous les épisodes au cours d'un laps de temps réduit) qu'à tout autre moment du Classique ancien.

8.2 Le poids des différents paramètres de la construction

Les estimations présentées sont dépendantes d'un grand nombre de paramètres. Il est impossible de s'assurer définitivement de la validité des paramètres privilégiés, mais il est possible, en revanche, de déterminer ceux dont la modification impacte de manière significative le résultat, et ceux qui n'ont qu'une influence mineure dans l'analyse. Pour identifier les paramètres décisifs, nous avons travaillé sur un échantillon de dix structures (listées dans le Tableau 67), pour lesquelles nous avons étudié de manière détaillée le poids relatif des différentes variables. Cet échantillon est composé d'éléments architecturaux de types différents (place, soubassement, superstructure, chaussée, mur, pyramide), appartenant à chacune des trois sous-phases du Classique ancien. Certains comprennent des structures sub conséquentes (comme la Structure XX, Hypothèse 2 - avec sub d'une hauteur de 20 m), d'autres des structures sub de moindre envergure, et les derniers sont construits *ex nihilo*. Le coût de chaque type de tâche a été détaillé, de manière à disposer d'une vision claire de leur poids respectif lors de la construction.

Tableau 67. Échantillon de structures pour tester le poids de différents paramètres dans l'établissement du coût de construction.

Sous-phase	Structure
Balam I	Place de l'Acropole, étape 1
Balam I	Structure XXIII, étape principale
Balam I	Structure XIX, étape 1
Balam I	Structure XX, hypothèse 2
Balam I	*Sacbe*, étape 1
Balam II	Structure I
Balam II	*Perdida*
Balam II	Structure XXVII
Balam II	Superstructure XIX[169]
Balam III	Mur d'enceinte *Amurallado*

169 Dans cette sélection, le coût intermédiaire de la construction de la Superstructure XIX est ramené de 24 503,27 à 23 135,07 j-p, la transformation de la superstructure antérieure en plate-forme faisant partie d'une autre dynamique qu'il est inutile de prendre en compte dans cette section.

On observe de très nettes tendances dans le poids relatif des quatre grands types de tâches que sont l'extraction des matériaux, leur transport, leur transformation/production et la construction (voir le Tableau 68 et la Figure 139). Ces tendances seront questionnées dans cette section.

Tableau 68. Détail du poids des différents types de tâches dans le coût de construction d'un échantillon de structures monumentales de Naachtun.

Structure	Transport	Extraction	Production	Construction
Structure XX, hypothèse 2	19 %	19 %	61 %	1 %
Structure I	13 %	24 %	61 %	2 %
Sacbe, étape 1	11 %	17 %	71 %	1 %
Structure XXIII, étape principale	10 %	23 %	65 %	2 %
Place de l'Acropole, étape 1	10 %	27 %	61 %	2 %
Structure XXVII	7 %	26 %	64 %	2 %
Structure XIX, étape 1	8 %	21 %	68 %	3 %
Perdida	7 %	24 %	67 %	2 %
Superstructure XIX	6 %	24 %	64 %	6 %
Mur d'enceinte *Amurallado*	5 %	30 %	62 %	2 %

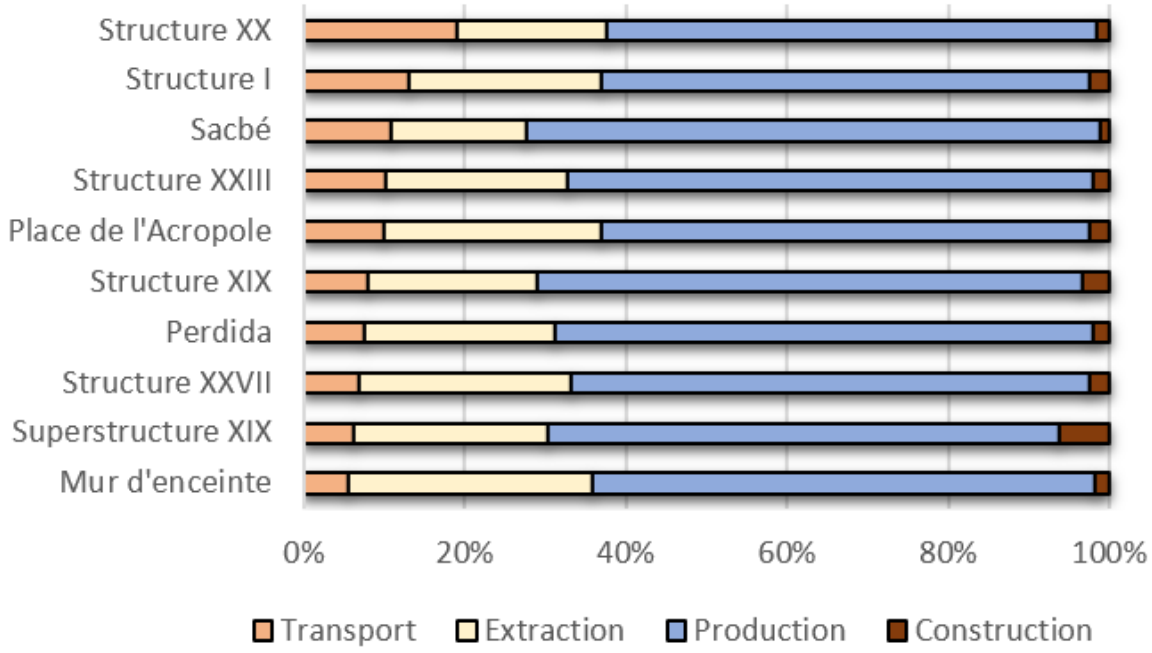


Figure 139. Poids des différents types de tâches dans le coût de construction d'un échantillon de structures monumentales de Naachtun.

8.2.1 La production de chaux : un coût fondamental ou à écarter ?

Au premier rang des paramètres les plus influents se trouve la production de chaux, utilisée dans les mortiers. C'est en grande partie le coût très élevé de la production de chaux qui explique la place prépondérante des activités de production au sein des différents types de tâches entrant dans la chaîne opératoire de la construction monumentale (Tableau 68). La production de chaux est un thème qui a suscité de très nombreuses recherches en zone maya, et s'il est unanimement accepté qu'il s'agissait d'un maillon très coûteux de la chaîne opératoire de l'architecture monumentale, tous les tenants et aboutissants ne sont pas résolus.
Les questions en rapport avec la chaux sont en réalité multiples. La première est celle de son emploi dans les mortiers. La composition exacte des mortiers était manifestement extrêmement variable (Wernecke 2008 ; Villaseñor et Aimers 2009 ; Spensley Moriarty 2012) : il n'existait pas une recette immuable fixant les proportions des liants et des charges. Dans le cadre de cette étude, il a été décidé, de manière arbitraire (parce que la composition des mortiers ne peut pas être déterminée à l'œil nu et exige une analyse microscopique, qui n'a pas été effectuée pour des mortiers classiques anciens de Naachtun) de généraliser la formule souvent observée de nos jours chez les maçons en zone maya : un volume de chaux pour deux volumes de *sascab*. La discussion sur les ingrédients des mortiers et leurs proportions se trouve en Annexe B. On considère que des mortiers de chaux étaient employés pour une bonne partie des remblais, et non pas seulement pour les enduits (à l'inverse de Copan, par exemple). Ces considérations pourraient être débattues : l'analyse des mortiers pourrait démontrer que la proportion de chaux était en réalité moindre. Dans ce cas, grâce à l'apport du logiciel développé, il sera aisé de procéder aux modifications nécessaires. La question qui nous préoccupe à l'heure actuelle est de savoir si de tels changements modifieraient substantiellement les coûts énergétiques. Une deuxième question a sans doute plus de poids : la production de chaux demandait-elle la mobilisation de travailleurs recrutés dans le cadre de la corvée, comme cela pouvait être le cas pour l'extraction et le

transport des matériaux ? Il est en effet possible que cette production coûteuse (ou au moins, une partie de celle-ci) ait été prise en charge par des spécialistes (Abrams 1987 ; Abrams et Freter 1996 ; Abrams et Bolland 1999 ; Russel et Dahlin 2007). Il ne s'agit pas de suggérer que les techniques de production aient été inaccessibles aux non spécialistes, car probablement existait aussi une production ponctuelle à l'échelle des unités résidentielles (Schreiner 2002). En revanche, le coût estimé de la production ainsi que la longue maturation d'un matériau qu'il est souhaitable de ne pas manipuler durant de longs mois font penser que la production de chaux obéissait à d'autres logiques que la mobilisation ponctuelle de main-d'œuvre par la corvée.

Dans le calcul tel qu'il a été paramétré, la production de la chaux est, de très loin, la tâche la plus coûteuse du processus de construction de la plupart des structures. Si on l'écarte dans les calculs (Tableau 69 et Tableau 70), le coût total de construction des édifices est ramené, en moyenne, à 60 % du coût incluant la production de chaux (rapport médian coût chaux exclue/coût total = 0,6 ; rapport moyen = 0,6 ; écart-type = 0,1). Si l'on exclut cette production, le coût total de l'architecture monumentale en Balam I tombe à l'intervalle 521 368,2 - 888 064,9 j-p (respectivement, le coût minimal pour l'hypothèse BIC et le coût maximal pour l'hypothèse BID). Le coût intermédiaire est compris entre 653 978,2 (hypothèse BIC) et 663 338,1 j-p (hypothèse BIB). Le coût total de l'architecture en Balam II passe à l'intervalle 237 209,83 - 409 680,23 j-p. Pour Balam III, on passe à un coût total compris dans l'intervalle 61 397,6 - 97 898,3 j-p.

Il ne fait donc aucun doute que la production de chaux était une tâche très coûteuse, représentant une bonne partie du coût énergétique total de la plupart des structures, et ce même si le rendement réel des *caleras* précolombiennes est sous-estimé par certaines observations ethnologiques et reconstitutions expérimentales (Wernecke 2005). Il y aurait bien des conséquences à tirer de ce principe, mais du moins, pour ce qui nous intéresse, étant donné que les conditions de production sont mal connues, et pouvaient répondre à des logiques de mobilisation différentes de celles des autres tâches de la chaîne opératoire, les implications de la production de chaux sur les effectifs de travailleurs mobilisés sont à considérer avec prudence. La production avait, en tout cas, probablement lieu très en amont de la construction, plusieurs mois auparavant. Dans ce contexte, il est possible que les personnes prenant part à la production de la chaux aient été des spécialistes travaillant toute ou partie de l'année. Mais même si ce n'était pas le cas, il se peut que la main-d'œuvre affectée à cette tâche n'ait pas travaillé au même moment que le reste des ouvriers. Il est, d'ailleurs, possible qu'il s'agisse des mêmes travailleurs, successivement affectés à ces postes différents. Comme le remarquait Gillot (2018a, p. 206), il est possible que seule la chaux employée pour les enduits de parement ait été laissée à maturer durant plusieurs mois. Peut-être que la chaux servant dans les mortiers des remblais était de moindre qualité, comme c'est souvent le cas pour les éléments invisibles dans l'architecture maya (Kaplan 1963, p. 403). Cette hypothèse nuancée compliquerait encore la prise en compte de la production de chaux, c'est pourquoi, dans le chapitre suivant (9), on s'attache à analyser la mobilisation de la main-d'œuvre pour la construction monumentale en tenant compte des deux possibilités consistant, l'une, à exclure le coût de la production de chaux, l'autre, à l'inclure. Les feuilles de calcul permettant l'estimation du coût énergétique - production de chaux exclue - de chaque épisode de construction peuvent être téléchargées sur la page :
https://figshare.com/articles/Production_de_chaux_exclue/9762371.

Tableau 69. Coût énergétique - production de chaux exclue - de la construction de dix structures monumentales de Naachtun ; entre crochets, rappel du coût incluant la production de chaux.

Structure	Coût min. (j-p)	Coût int. (j-p)	Coût max. (j-p)
Structure XX, hypothèse 2	175 211,32	208 365,46	258 910,24
	[281 052,00]	[386 513,14]	[473 735,39]
Place de l'Acropole, étape 1	11 586,23	14 449,55	22 606,54
	[19 648,67]	[28 019,99]	[38 970,89]
Structure I	31 767,23	42 791,16	62 001,2
	[51 578,48]	[76 349,25]	[102 702,98]
Sacbe, étape 1	12 843,82	17 158,76	25 289,21
	[26 139,26]	[39 537,23]	[52 275,01]
Structure XXIII, étape principale	52 028,47	65 874,47	90 674,08
	[87 844,07]	[126 158,16]	[163 369,11]
Structure XXVII	16 681,47	18 105,10	22 386,15
	[25 859,95]	[33 554,02]	[41 015,72]
Structure XIX, étape 1	26 417,87	29 575,08	39 295,33
	[44 459,68]	[59 942,79]	[75 915,22]
Perdida	24 891,29	27 624,58	40 475,46
	[44 055,30]	[59 880,83]	[79 372,70]
Superstructure XIX	12 346,11	13 128,5	15 421,60
	[18 291,19]	[23 135,07]	[27 488,35]
Mur d'enceinte *Amurallado*	21 903,35	28 960,31	36 368,48
	[36 159,16]	[52 955,24]	[65 303,54]

Tableau 70. Proportion du coût de la production de chaux dans le coût (intermédiaire) total de construction de dix structures monumentales de Naachtun.

Structure	Coût total	Coût de la production de chaux	Part de la production de chaux
Structure XX, hypothèse 2	386 513,14	178 147,68	46,09 %
Place de l'Acropole, étape 1	28 019,98	13 570,44	48,43 %
Structure I	76 346,48	33 558,09	43,95 %
Sacbe, étape 1	39 537,24	22 378,47	56,60 %
Structure XXIII, étape principale	126 158,00	60 283,70	47,78 %
Structure XXVII	33 554,01	15 448,92	46,04 %
Structure XIX, étape 1	59 942,72	30 365,71	50,66 %
Perdida	59 880,83	32 256,26	53,87 %
Superstructure XIX	23 135,07	10 006,57	43,25 %
Mur d'enceinte *Amurallado*	55 965,58	23 994,93	42,87 %

8.2.2 Le gâchage du mortier

Le domaine des mortiers comporte une autre tâche particulièrement coûteuse, un résultat quelque peu inattendu, révélé par la modélisation : il s'agit du gâchage. Les données quantifiées tirées d'observations ethnologiques ou expérimentales sont rares (au moins en ce qui concerne la Mésoamérique) et le rendement de cette tâche est pour l'instant seulement repris des travaux d'expérimentation de Murakami (2015), exposés dans l'Annexe B. Des observations complémentaires, portant sur le travail de volumes de mortier plus élevés (les dimensions réduites de la structure construite à l'instigation de Murakami compliquent l'application des indices obtenus au calcul du coût de construction de structures beaucoup plus monumentales), permettront sans doute de préciser l'indice de rendement employé et le poids réel de cette tâche parfois négligée dans les estimations de coût de main-d'œuvre. Selon les paramètres employés dans notre calcul, le gâchage des mortiers représente environ 9,2 à 12,15 % du coût total de construction (production de chaux comprise, Tableau 71) et de 15,78 à 28 % (des taux étonnamment élevés qui justifient des recherches complémentaires) si l'on exclut la production de chaux.

Tableau 71. Proportion du coût du gâchage du mortier dans le coût (intermédiaire) total de construction de dix structures monumentales de Naachtun (production de chaux comprise).

Structure	Coût total	Coût du gâchage	Part du gâchage
Structure XX, hypothèse 2	386 513,14	38 205,75	9,88 %
Place de l'Acropole, étape 1	28 019,98	2 914,17	10,40 %
Structure I	76 346,48	7 205,69	9,44 %
Sacbe, étape 1	39 537,24	4 805,62	12,15 %
Structure XXIII, étape principale	126 158,00	12 936,46	10,25 %
Structure XXVII	33 554,01	3 316,56	9,88 %
Structure XIX, étape 1	59 942,72	6 513,07	10,87 %
Perdida	59 880,83	6 904,93	11,53 %
Superstructure XIX	23 135,07	2 155,04	9,32 %
Mur d'enceinte *Amurallado*	55 965,58	5 146,52	9,20 %

8.2.3 L'extraction du calcaire

Derrière la production de chaux, l'extraction de pierres figure généralement parmi les tâches les plus coûteuses. Il faut, bien entendu, distinguer l'extraction des blocs amorphes servant dans les remblais de celle des moellons détourés par des tranchées de havage, destinés aux parements (voir l'Annexe B pour une description plus précise des différentes techniques d'extraction). Encore une fois, la question de la spécialisation se pose, au moins en ce qui concerne cette deuxième catégorie. Pour Woods et Titmus (1994, p. 307), l'extraction des blocs de calcaire dans les carrières du Petén ne pouvait être que l'œuvre de spécialistes. En revanche, selon Abrams (1987) et Abrams et Bolland (1999), ni l'extraction, ni la taille des blocs ne semblent avoir été l'apanage de spécialistes. Il est vrai que l'extraction de blocs de tuf à Copan est moins complexe que le travail des carrières de calcaire au Petén, mais nous considérons toutefois que les habitants de Naachtun pouvaient acquérir rapidement les techniques et compétences leur permettant de participer à l'extraction de pierres (Kaplan 1963, p. 403). Le travail pouvait éventuellement se faire sous la direction de carriers spécialisés, mais la majorité de la main-d'œuvre pouvait être mobilisée par la corvée, au sein d'une population non spécialisée.
L'extraction de pierres représente généralement, selon le type de structure, entre 10 et 20 % du coût énergétique total. Il existe quelques cas de remblais contenant très peu de pierres pour lesquels le pourcentage est inférieur. Dans le Tableau 72, on distingue les deux techniques d'extraction mentionnées dans le calcul de la part de l'obtention des pierres dans le coût total de construction. Comme le rendement de l'extraction des blocs de calcaire en carrière est un paramètre très fortement dépendant de la dureté du matériau, et comme cette dureté varie même au sein d'une carrière, il est compliqué de s'assurer de la validité des indices utilisés dans les calculs, d'autant plus que les observations expérimentales de qualité sont finalement très rares. L'expérimentation la plus solide est probablement celle de Titmus et Woods (2002), parce qu'il s'agit de celle qui se rapproche le plus des

conditions de travail précolombiennes, mais elle est limitée à un petit nombre de blocs, dont le format fait que cette expérimentation est plus utile pour estimer le coût de la construction au Préclassique qu'aux périodes plus tardives.
Quoi qu'il en soit, il est manifeste que le poids de l'extraction du calcaire dans le coût total de la construction monumentale à Naachtun est plus lourd que celui que pouvait représenter l'extraction de tuf à Copan, une observation déjà formulée par Abrams (2001, p. 590) pour Piedras Negras. Abrams (1998, pp. 128-130) soulignait aussi que le réemploi d'éléments de maçonnerie récupérés sur des structures démantelées permettait une économie substantielle sur le coût de construction total. Bien qu'il soit possible que des interdits aient existé concernant l'altération des édifices ancestraux (ils pouvaient se traduire par le recouvrement de l'édifice, parfois très soigneux, par l'étape suivante), il est attesté par l'archéologie que ce type de recyclage de matériaux de construction a été employé à Naachtun, comme on a eu l'occasion de le préciser. Pour l'instant, cet aspect n'est pas inclus dans les calculs de coût énergétique : le coût de chaque épisode de construction est calculé comme si tous les matériaux étaient extraits en carrière, sans réemploi de pierres provenant de structures existantes.

Tableau 72. Proportion du coût d'extraction des blocs de calcaire dans le coût (intermédiaire) total de construction de dix structures monumentales de Naachtun. Entre crochets, détail du coût d'extraction de pierres pour les remblais et pour les parements, respectivement.

Structure	**Coût total**	**Coût extraction**	**Part extraction**
Structure XX, hypothèse 2	386 513,14	46 701,59 [17 030,88 ; 29670,70]	12,08 % [4,41 ; 7,68 %]
Place de l'Acropole, étape 1	28 019,98	2 633,62 [1 832,78 ; 800,84]	9,40 % [6,54 ; 2,86 %]
Structure I	76 346,48	10 368,84 [1 724,78 ; 8 644,07]	13,58 % [2,26 ; 11,32 %]
Sacbe, étape 1	39 537,24	1 499,36 [- ; 1 499,36]	3,79 % [- ; 3,79 %]
Structure XXIII, étape principale	126 158,00	17 252,35 [3 331,09 ; 13 921,27]	13,68 % [2,64 ; 11,03 %]
Structure XXVII	33 554,01	5 032,36 [681,75 ; 4 350,61]	15 % [2,03 ; 12,97 %]
Structure XIX, étape 1	59 942,72	8 342,22 [2 707,27 ; 5 634,95]	13,92 % [4,52 ; 9,4 %]
Perdida	59 880,83	9 738,06 [2 860,4 ; 6 877,66]	16,26 % [4,78 ; 11,49 %]
Superstructure XIX	23 135,07	4 279,48 [144,49 ; 4 135]	18,5 % [0,62 ; 17,87 %]
Mur d'enceinte *Amurallado*	55 965,58	10 171,67 [1 218,52 ; 8 953,16]	18,17 % [2,18 ; 16 %]

8.2.4 Poids de l'imprécision des données sur la taille et la morphologie des édifices

8.2.4.1 Dimensions des édifices

On a déjà évoqué l'imprécision de nos données sur les dimensions des structures, qui, après plus d'un millénaire d'abandon, nous sont parvenues sous la forme de monticules au cœur desquels l'architecture est parfois profondément enfouie. Notons tout d'abord que cette imprécision des données n'empêche pas d'établir un classement relatif des structures selon leur volume (la question des structures sub demeure en revanche difficile à écarter). Afin de mesurer l'importance de disposer des dimensions les plus exactes possibles des édifices, observons la répercussion sur le coût énergétique d'une augmentation d'un mètre de toutes les dimensions horizontales des structures (longueur et largeur). Dans notre échantillon, l'augmentation moyenne du coût de construction consécutive à cette hausse d'un mètre des dimensions horizontales est comprise entre 11,2 % (augmentation médiane) et 14,6 % (augmentation moyenne). L'augmentation, qui peut être très variable, ne touche pas tous les types de structures de la même manière. Ainsi, le coût de construction de la pourtant vaste Place de l'Acropole n'est augmenté que d'un peu moins de 2 %, probablement parce que la hauteur moyenne de son remblai est estimée à seulement 40 cm. En revanche, le coût de la Structure XX est très impacté puisque l'augmentation est de 38 %. Ce cas précis s'explique par le fait que nous travaillions à partir de l'hypothèse selon laquelle la structure sub est très volumineuse. Si l'on applique le même traitement (ajout d'un mètre à toutes les dimensions horizontales) à la Structure XX dans la configuration où la sub est basse, l'augmentation du coût total n'est que de 5,5 % (582 403,9 j-p au lieu de 551 899,7), ce qui représente tout de même plus de 30 000 j-p. Dès lors, l'une des tâches prioritaires à mener à bien dans la continuation de l'étude de la Structure XX est, en plus de sa datation, la détermination de ses dimensions exactes, pour toutes ses étapes. Il en est de même pour toutes les autres structures les plus volumineuses de l'épicentre. Déterminer avec exactitude la surface des places serait, certes, utile, mais extrêmement compliqué à mettre en œuvre, et peut-être un peu moins déterminant pour l'évaluation des coûts de construction. Nous avons également calculé l'impact d'une augmentation des dimensions des côtés de la Place de l'Acropole de non pas un mais dix mètres. Le changement est de 18,7 % environ, ce qui, certes, est loin d'être négligeable, mais ne change pas fondamentalement l'ordre de grandeur obtenu : le coût intermédiaire total passe de 28 020 à 33 249 j-p (Tableau 73). Ajoutons que la modification des dimensions a été effectuée à la hausse, parce que c'est dans ce sens que les implications sur la mobilisation de main-d'œuvre peuvent s'avérer les plus déterminantes et pour les dirigeants, et pour la population. Mais il est tout aussi probable que les dimensions à partir desquelles nous travaillons soient en réalité surestimées. Les feuilles de calcul permettant d'évaluer, pour chaque structure de l'échantillon, l'impact de cette modification des dimensions peuvent être téléchargées sur la page : https://figshare.com/articles/TEST_dimensions_1m/9762422.

Tableau 73. Coût total de la construction de dix structures monumentales de Naachtun en augmentant leurs dimensions horizontales supposées d'un mètre, et différence en pourcentage avec le coût total estimé pour les dimensions probables.

Structure	Coût total en j-p		
	min.	**int.**	**max**
(1) Structure XX, hypothèse 2	281 052,00	386 513,14	473 735,39
(2) Dimensions probables + 1 m	391 552,36	533 768,20	656 838,53
% d'augmentation entre 1 et 2	39,32	38,10	38,65
(1) Place de l'Acropole, étape 1	19 648,67	28 019,99	38 970,89
(2) Dimensions probables + 1 m	20 002,66	28 523,70	39 676,15
% d'augmentation entre 1 et 2	1,80	1,80	1,81
(3) Dimensions probables + 10 m	23 323,47	33 248,63	46 293,36
% d'augmentation entre 1 et 3	18,7	18,7	18,8
(1) Structure I	51 578,48	76 349,25	102 702,98
(2) Dimensions probables + 1 m	57 704,22	84 873,12	114 206,92
% d'augmentation entre 1 et 2	11,88	11,16	11,20
(1) *Sacbe*, étape 1	26 139,26	39 537,23	52 275,01
(2) Dimensions probables + 1 m	27 770,86	42 011,82	55 598,94
% d'augmentation entre 1 et 2	6,24	6,26	6,36
(1) Structure XXIII, étape principale	87 844,07	126 158,16	163 369,11
(2) Dimensions probables + 1 m	97 553,02	139 698,70	180 957,30
% d'augmentation entre 1 et 2	11,05	10,73	10,77
(1) Structure XXVII	25 859,95	33 554,02	41 015,72
(2) Dimensions probables + 1 m	30 592,59	39 866,72	48 786,11
% d'augmentation entre 1 et 2	18,30	18,81	18,94
(1) Structure XIX, étape 1	44 459,68	59 942,79	75 915,22
(2) Dimensions probables + 1 m	49 497,65	67 097,04	85 172,17
% d'augmentation entre 1 et 2	11,33	11,94	12,19
(1) *Perdida*	44 055,30	59 880,83	79 372,70
(2) Dimensions probables + 1 m	48 958,61	66 658,05	88 181,11
% d'augmentation entre 1 et 2	11,13	11,32	11,10
(1) Superstructure XIX	18 291,19	23 135,07	27 488,35
(2) Dimensions probables + 1 m	20 179,66	25 674,54	30 579,13
% d'augmentation entre 1 et 2	10,32	10,98	11,24
(1) Mur d'enceinte *Amurallado*	36 159,16	52 955,24	65 303,54
(2) Dimensions probables + 1 m	45 180,31	66 079,28	81 971,02
% d'augmentation entre 1 et 2	24,95	24,78	25,52

8.2.4.2 Morphologie et mode de calcul du volume

Les décombres qui recouvrent les structures en ruines ainsi que le recouvrement des étapes successives empêchent généralement de déterminer avec précision le nombre de plates-formes superposées, leur forme et leurs dimensions. On sait que la plupart des soubassements et structures pyramidales étaient composées de corps superposés, mais puisqu'il est pratiquement impossible de connaître leurs dimensions en l'absence de fouilles très étendues, il existe deux possibilités de reconstitution volumétrique dans le cadre du calcul : ou l'on tente de reconstituer les différents corps, de la manière la moins arbitraire possible, ou l'on accepte d'utiliser une approximation encore moins fine, et l'on calcule le volume d'une simple pyramide tronquée (Figure 19). Afin de déterminer la différence entre les deux approches, on a calculé le coût de la construction de la Structure XXVII, reconstituée de ces deux manières (Figure 140). Pour le calcul partant d'une seule pyramide tronquée pour l'ensemble de l'édifice, la simulation a été effectuée une première fois (Tableau 74, ligne A) en utilisant les paramètres de transport (distance, vitesse) employés, dans l'approche plus détaillée, pour les corps les plus hauts (distance de transport plus élevée, vitesse inférieure, voir les feuilles de calcul détaillées, téléchargeables sur la page
https://figshare.com/articles/TEST_morphologie_des_structures/9762833), et une deuxième fois (Tableau 74, ligne B) en utilisant les paramètres employés pour les corps inférieurs (c'est-à-dire une distance de transport moindre et une vitesse supérieure).

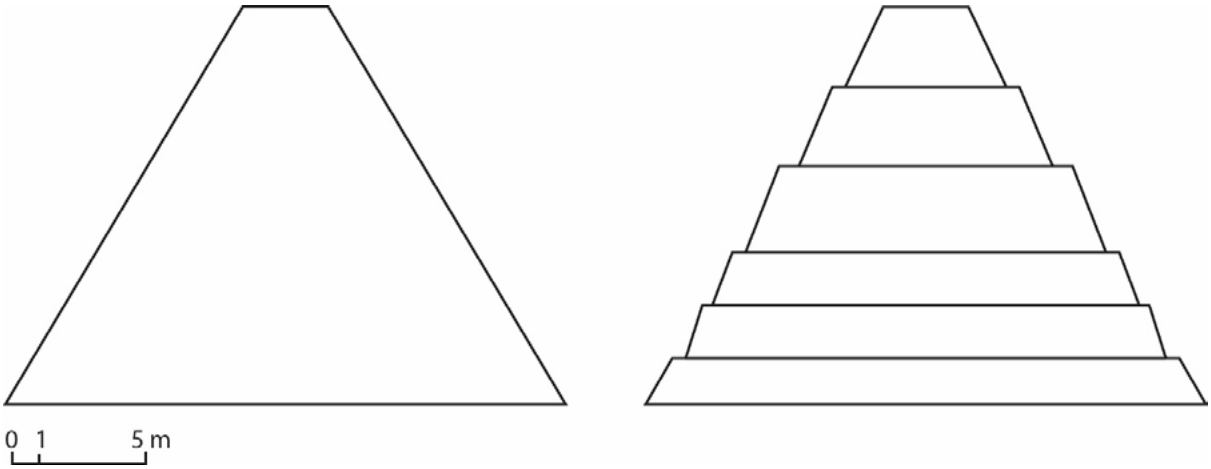


Figure 140. Deux approches géométriques pour calculer le volume et le coût de construction de la Structure XXVII.

Il s'avère qu'à notre niveau de précision, la différence entre les deux approches est minime pour une structure de cette taille. Tant que l'on ne dispose pas de données précises, les deux techniques semblent pouvoir être employées indifféremment. Il est vrai que la surface à enduire est (logiquement) très largement supérieure lorsque l'on emploie l'approximation détaillée comprenant plusieurs corps superposés (Tableau 75), mais le coût d'application des enduits est assez faible, et les sols étant généralement peu épais, l'approvisionnement et le transport des matériaux n'est pas assez coûteux pour occasionner une différence significative au niveau du coût total.
Comme on l'a déjà mentionné, il est difficile de généraliser ce test empirique, la différence entre le volume réel de la structure, le volume approché à partir d'approximations géométriques multiples et le volume approché à partir d'une seule approximation géométrique pouvant varier au cas par cas. Ici, comme on peut l'observer Figure 140, les dimensions envisagées pour l'approche détaillée et l'approche plus approximative sont très proches, mais ce n'est pas systématiquement le cas pour d'autres édifices. Le retrait entre deux corps ou l'angle d'inclinaison des parements peuvent modifier sensiblement les valeurs calculées

Tableau 74. Comparaison du coût en j-p de la construction de la Structure XXVII en utilisant différentes approximations de sa morphologie.

Approximation géométrique	Coût min. (j-p)	Coût int. (j-p)	Coût max. (j-p)
Six corps (pyramides tronquées), un escalier	25 859,95	33 554,02	41 015,72
A, un corps (pyramide tronquée), un escalier	25 485,33	32 867,80	40 165,39
B, un corps (pyramide tronquée), un escalier	25 251,55	32 474,09	39 698,01

Tableau 75. Comparaison des volumes et surfaces de la Structure XXVII obtenus en utilisant différentes approximations de sa morphologie.

Approximation géométrique	Volume de remblai (m^3)	Volume de parement (m^3)	Surface extérieure totale (m^2)
Six corps (pyramides tronquées), un escalier	2 115,85	345,30	1 924,58
Un corps (pyramide tronquée), un escalier	2 103,61	364,91	1 061,61

8.2.5 Le transport

8.2.5.1 Distance

Le transport des matériaux de construction est fréquemment cité comme l'un des types de tâches les plus coûteux (Udy 1959, p. 25). Pour des études de cas concrets mayas, voir Abrams (1994, p. 45 ; 1998, pp. 127-128), ainsi que les *Tables* 3 et 5 *in* Webster et Kirker (1995). Pourtant, à Naachtun, et selon nos paramètres, le transport ne figure que rarement parmi les tâches les plus coûteuses (voir le Tableau 68 et Tableau 76).

Tableau 76. Proportion du coût de transport des matériaux dans le coût (intermédiaire) total de construction de dix structures monumentales de Naachtun.

Structure	**Coût total**	**Coût du transport**	**Part du transport**
Structure XX, hypothèse 2	386 513,14	73 569,85	19 %
Structure I	76 346,48	9 990,17	13 %
Sacbe, étape 1	39 537,24	4 260,43	11 %
Structure XXIII, étape principale	126 158,00	12 872,45	10 %
Place de l'Acropole, étape 1	28 019,98	2 807,36	10 %
Structure XXVII	33 554,01	2 304,87	7 %
Structure XIX, étape 1	59 942,72	4 826,10	8 %
Perdida	59 880,83	4 467,31	7 %
Superstructure XIX	23 135,07	1 433,44	6 %
Mur d'enceinte *Amurallado*	55 965,58	3 057,55	5 %

La raison en est probablement que l'on considère que les gisements de matières premières se trouvaient à proximité directe des édifices construits (étant entendu que la présence de places stuquées ne facilitait pas cette option, sans l'empêcher totalement). On renvoie aux observations d'Abrams (1994, p. 53) et de Lacquement (2019, pp. 170-171, sur la construction de monticules de terre mississippiens) sur l'influence de la distance de transport dans le poids respectif des différentes tâches. Pour tester cette variable à Naachtun, nous avons mesuré l'impact sur le coût de construction d'une augmentation de 100 % des distances de transport probables[170], qui avaient été obtenues via QGIS (Tableau 77).

170 On ne double pas les distances internes au chantier, comme le transport du mortier entre son lieu de fabrication et l'édifice, ou encore le transfert de déchets de taille des moellons jusqu'aux remblais où ils sont réemployés.

Tableau 77. L'influence du paramètre distance de transport dans le calcul de coût énergétique : comparaison entre le coût calculé pour une distance probable de transport (mesurée sur SIG) et le coût calculé en doublant les distances probables de transport.

	Coût en j-p (distances probables)			Coût en j-p (distances doublées)			% d'augmentation		
Structure	**min.**	**int.**	**max.**	**min.**	**int.**	**max.**	**min.**	**ind.**	**max.**
Structure XX, hypothèse 2	281 052	386 513,1	473 735,4	290 841,2	409 064,2	530 501,7	3,48	5,83	11,98
Structure I	51 578,5	76 349,3	102 703	54 499,5	85 530,6	127 528,5	5,66	12,03	24,17
Sacbe, étape 1	26 139,2	39 537,2	52 275	27 383,3	43 719,8	63 680,2	4,76	10,58	21,82
Structure XXIII, étape principale	87 844,1	126 158,2	163 369,1	92 065,2	137 593,1	194 088,6	4,81	9,06	18,80
Place de l'Acropole, étape 1	19 648,7	28 020	38 970,9	20 911,4	30 821,2	48 419,5	6,43	10,00	24,25
Structure XXVII	25 860	33 554	41 015,7	26 787,2	35 546,3	45 845,6	3,59	5,94	11,78
Structure XIX, étape 1	44 459,7	59 942,8	75 915,2	46 088,1	63 996	86 974,1	3,66	6,76	14,57
Perdida	44 055,3	59 880,8	79 372,7	45 952,7	63 722,4	90 146,9	4,31	6,42	13,57
Superstructure XIX	18 291,2	23 135,1	27 488,4	18 782,4	24 218	30 482	2,69	4,68	10,89
Mur d'enceinte *Amurallado*	36 159,2	52 955,2	65 303,5	37 379,8	55 572,4	72 299,4	3,38	4,94	10,71

Pour le coût intermédiaire, l'augmentation consécutive au doublement des distances de transport des matériaux est comprise entre 4,68 (Superstructure XIX) et 12,03 % (Structure I). La différence d'augmentation s'explique au cas par cas, principalement par deux facteurs. Le premier est évidemment la distance moyenne de transport. Ainsi, la distance moyenne de transport des matériaux[171] est nettement plus élevée pour la Structure I que pour la Superstructure XIX. Mais ce chiffre est trompeur, car la différence vient essentiellement de la distance de transport de l'eau, parce que la Structure I semble très éloignée (600 m) du point d'eau identifié le plus proche, alors que la Structure XIX et sa superstructure se trouvent à proximité du Réservoir du Groupe A (environ 150 m). Lorsque l'on double les distances, le coût de transport de l'eau sur 1 200 m pèse fortement. En revanche, il est acquis qu'une carrière de calcaire se trouvait immédiatement en contrebas de la Structure I. Or, le volume de pierre à transporter était probablement très supérieur au volume d'eau. Hormis la question de l'eau, les distances de transport sont pratiquement identiques. De fait, la distance de transport médiane est quasiment égale pour les Structures I et la Superstructure XIX (Tableau 78). Le deuxième facteur expliquant la différence du pourcentage d'augmentation du coût est moins influant. Il s'agit du rapport entre le volume de parement et le volume de remblai d'une structure, un rapport discuté par la suite (voir le Tableau 79). En effet, dans un édifice comptant une forte proportion de remblai par rapport au parement, le volume de matériaux transportés est un paramètre fondamental. Augmenter la distance de transport accroît mécaniquement son poids. En revanche, dans le cadre d'un édifice possédant une plus forte proportion de parement par rapport au remblai de tout-venant (comme l'est la Superstructure XIX), la part du transport est un peu moins importante par rapport à celle de la

171 Elle est calculée à partir de la distance de transport par catégorie de matériau transporté, et non à partir du nombre de trajets effectifs, un chiffre sans doute plus précis et qu'il pourrait être intéressant d'explorer mais dont l'acquisition est très complexe.

construction soignée des éléments maçonnés. Il est donc normal que l'augmentation du coût total soit légèrement réduite pour ce type de structure.
Insistons sur le fait que nous ne voyons guère de raisons de penser que les gisements de matières premières aient été particulièrement éloignés des lieux de construction à Naachtun au Classique ancien. On sait que le *sascab* est omniprésent dans la région, plusieurs carrières de calcaire ont été retrouvées à proximité immédiate des édifices, enfin, les réservoirs les plus proches de l'Épicentre avaient une capacité suffisante pour subvenir aux besoins en eau des chantiers (voir l'Annexe C). Dès lors, il est peu probable que les constructeurs aient eu à se procurer les matériaux à plus de quelques hectomètres du lieu de construction. Des coûts de transport très élevés ne semblent donc guère réalistes pour le calcul du coût de construction monumentale à Naachtun.

Tableau 78. Distance moyenne et médiane de transport des matériaux de construction pour la Structure I et la Superstructure XIX.

Structure	Distance moyenne (en m) min.	int.	max.	Distance médiane (en m) min.	int.	max.
Distances probables (SIG)						
I	130	255	360	100	150	200
Superstructure XIX	94	137	180	110	150	200
Distances doublées						
I	260	510	720	200	300	400
Superstructure XIX	188	274	360	220	300	400

8.2.5.2 Durée

Un autre paramètre du calcul de coût de transport est la durée de la journée de travail. L'idée selon laquelle la journée de travail était de 5 heures pour les tâches les plus intenses et de 8 heures pour des tâches moins exigeantes physiquement fait l'objet d'un relatif consensus. Grâce au logiciel développé pour les calculs, on peut néanmoins tester l'effet de modifications du temps de transport quotidien sur le coût total. Rappelons que le coût du transport a été calculé pour un temps effectif de transport de 5 heures quotidiennes. Modifier cette durée aurait-il un effet notable sur le coût énergétique total ?
Il s'avère que la modification du paramètre temps de transport n'a, en réalité, qu'une influence très limitée sur le résultat final. Le Tableau 79 montre le coût de construction intermédiaire total des structures de l'échantillon avec une durée de transport effective de 4, 5, 6, 7 et 8 heures[172]. Il est manifeste que ce paramètre n'a une influence notable, à notre niveau de précision, que dans le cas des structures les plus volumineuses. Il est à noter que plus le temps de transport quotidien augmente, moins la décroissance du nombre total de j-p est marquée (Figure 141). Cela s'explique fort logiquement : le coût de transport diminuant, le coût total se rapproche du coût excluant le transport, qui est incompressible. En revanche, dans le sens de la diminution de la durée de la journée de transport, ce plafond est évidemment supprimé. En pratique, cette dynamique a des conséquences très intéressantes pour notre étude, puisque l'on s'aperçoit qu'augmenter la durée de la journée de transport n'a qu'un

172 Une durée effective de transport de 8 heures, pauses non comprises, semble bien improbable, mais ce chiffre nous est utile pour tester l'hypothèse selon laquelle l'allongement de la durée du temps de transport au-delà de 5 h n'a que peu d'impact sur le coût total en j-p de la construction.

effet marginal sur le coût total en j-p. Dès lors, le paramètre de la durée de la journée de transport n'aurait réellement d'importance que pour les très grandes structures, avec des distances de transport très longues, et surtout, le changement le plus notable sur le coût total ne pourrait advenir que si l'on parvenait à prouver que la durée de transport effective était largement inférieure à 5 h par jour (une option que nous ne considérons pas convaincante**).**

Tableau 79. Variation en j-p du coût total (intermédiaire) de la construction de dix structures monumentales de Naachtun selon la durée effective de transport (4, 5, 6, 7 et 8 heures par jour).

	Durée de la journée de transport				
Structure	**4 heures**	**5 heures**	**6 heures**	**7 heures**	**8 heures**
Structure XX, hypothèse 2	393 071,51	386 513,14	382 140,90	379 017,86	376 675,59
Place de l'Acropole, étape 1	28 721,83	28 019,98	27 552,09	27 217,88	26 967,22
Structure I	78 830,64	76 346,48	74 694,98	73 513,36	72 627,15
Sacbe, étape 1	40 602,34	39 537,24	38 827,16	38 319,97	37 939,57
Structure XXIII, étape principale	129 340,72	126 158,00	124 036,45	122 520,95	121 384,32
Structure XXVII	34 130,23	33 554,01	33 169,87	32 895,48	32 689,69
Structure XIX, étape 1	61 149,33	59 942,72	59 138,43	58 563,88	57 936,98
Perdida	60 997,66	59 880,83	59 136,28	58 604,46	58 205,59
Superstructure XIX	23 459,83	23 135,07	22 918,56	22 763,91	22 647,93
Mur d'enceinte *Amurallado*	53 719,63	55 965,58	52 445,65	52 081,65	51 808,66

Distance ou durée, il faudrait que nos estimations présentes de ces paramètres soient très substantiellement modifiées, à la hausse ou à la baisse, pour que le coût énergétique total en soit affecté de manière significative. Dans la mesure où, à Naachtun, les matériaux de construction étaient disponibles à une relative proximité des lieux de construction (bien moins d'un kilomètre dans tous les cas), le transport ne semble pas faire partie des paramètres les plus influents dans l'établissement du coût énergétique total de la construction monumentale du site. Les feuilles de calcul pour l'estimation du coût énergétique de la construction des structures de l'échantillon en doublant les distances de transport peuvent être téléchargées sur la page :
https://figshare.com/articles/TEST_distances_de_transport_doubl_es/9762425.

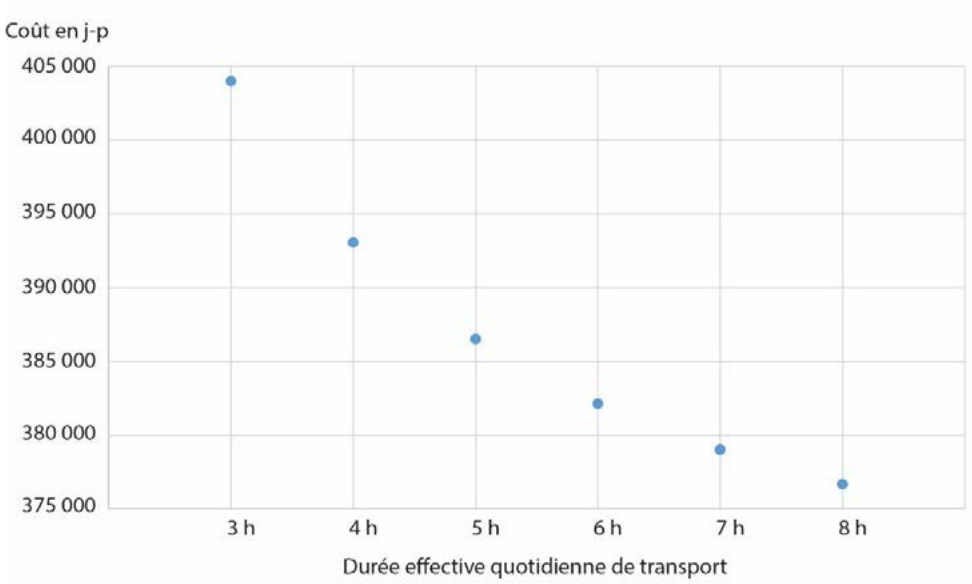


Figure 141. Évolution du coût (intermédiaire) total de la construction de la Structure XX (Hypothèse B) en fonction de la durée de la journée de transport des matériaux de construction.

8.2.6 L'approvisionnement en eau

Rappelons que Carrelli (2004) critiquait les travaux d'Abrams pour leur non-prise en compte du coût de l'apport en eau dans les remblais, une tâche qui était sciemment écartée par celui-ci dans ses calculs sur le coût de l'architecture résidentielle parce qu'elle ne représentait qu'un coût négligeable. Qu'en est-il à Naachtun ?
Comme indiqué dans la Tableau 80, le coût relatif du transport de l'eau est généralement peu élevé (souvent moins de 1 %), sauf lorsque le lieu d'approvisionnement présumé se situe à plusieurs hectomètres du lieu de construction, auquel cas le coût augmente, dépassant toutefois rarement les 5 %, en fonction de la composition des remblais et de la part plus ou moins importante de mortier. Le problème se pose en particulier pour les structures du Groupe C, comme le Triadique (Structure I) ou encore le *Sacbe*, à moins que des réservoirs plus proches que ceux qui sont envisagés aujourd'hui (en particulier, celui du *bajo* nord) aient existé. On suppose dans la présente recherche que l'eau utilisée dans la construction monumentale de l'épicentre de Naachtun provenait de trois zones de stockage principales : le réservoir du *bajo* nord, le Réservoir du Groupe A, ainsi que quelques dépressions situées à la lisière du *bajo* nord et de la place entourant *La Perdida* (voir l'Annexe C). La présence de ces réservoirs fait qu'aucun des édifices des Groupes A et C ne se trouve à plus de 600 m à vol d'oiseau d'une réserve substantielle d'eau (Tableau 133), et ce à tout moment de l'histoire de Naachtun : même les réservoirs artificiels semblent être le fruit de l'aménagement d'*aguadas* naturelles.
L'approvisionnement a donc pu s'y faire quelle que soit la période envisagée. Comme le soulignait Abrams (1994), la prise en compte de l'utilisation de l'eau ne semble pas constituer un paramètre déterminant d'un point de vue quantitatif dans l'estimation du coût de la construction à Naachtun.

Tableau 80. Proportion du coût du transport de l'eau dans le coût (intermédiaire) total de construction de dix structures monumentales de Naachtun.

Structure	Coût total	Coût du transport de l'eau	Part du transport de l'eau
Structure XX, hypothèse 2	386 513,14	4 133,46	1,07 %
Place de l'Acropole, étape 1	28 019,98	598,01	2,13 %
Structure I	76 346,48	2 452,02	3,21 %
Sacbe, étape 1	39 537,24	2 359,87	5,97 %
Structure XXIII, étape principale	126 158,00	1 025,64	0,81 %
Structure XXVII	33 554,01	230,82	0,69 %
Structure XIX, étape 1	59 942,72	515,14	0,86 %
Perdida	59 880,83	352,26	0,59 %
Superstructure XIX	23 135,07	174,31	0,75 %
Mur d'enceinte *Amurallado*	55 965,58	376,42	0,67 %

8.2.7 Rapport coût/volume

La Figure 142 classe les épisodes de construction pris en compte par ordre croissant de volume. En croisant le coût de construction des édifices avec leur volume, on obtient un indice de coût de construction par mètre cube, qui permet un autre type de mesure d'investissement énergétique. Dans la Figure 143, les épisodes de construction sont classés dans l'ordre croissant de ce coût par m^3. L'analyse de cet indice permet de tester certaines hypothèses sur le poids des différents paramètres en jeu dans la construction monumentale : la complexité de la construction est-elle plus déterminante dans son coût total que son volume ?

On constate (Figure 143) une différence marquée dans le coût par mètre cube des épisodes de construction à Naachtun. Globalement, il semble que les places, vastes et volumineuses, ont un coût de construction par m^3 plutôt bas, alors que les superstructures voûtées ont un coût par m^3 élevé. Le coût minimal est de 1,19 j-p par m^3 (il s'agit de l'aménagement encore mal compris qui se trouve à l'ouest du Réservoir) et le coût maximal est de 32,63 j-p par m^3 (pour la première étape sub de la *Perdida*). Le coût médian est de 15,49 j-p par m^3 (coût moyen : 15,28 j-p par m^3). La différence de coût par m^3 est probablement très significative (en termes d'implications sociales, par exemple) si l'on parvient à la mettre en évidence dans le cadre de la comparaison de deux édifices de type et de dimensions semblables (par exemple, deux pièces voûtées) mais il faut, pour ce faire, disposer de données sur la construction dont la précision nous est à ce jour inaccessible. Il serait par exemple utile de parvenir à déterminer le lieu d'extraction exact des matériaux employés. A l'échelle de l'ensemble des structures, tous types de constructions pris en compte, on détecte plusieurs tendances, que nous allons chercher à expliquer dans les paragraphes suivants.

On peut détecter une corrélation certaine entre le coût par m^3 et le rapport entre le volume de remblai et le volume de parement (ces rapports sont indiqués dans le Tableau 81) : plus le rapport parement/remblai est fort (autrement dit, plus le volume de remblai est supérieur au volume de

parement), moins le coût par m^3 est élevé (voir les rangs pour ces deux variables dans le Tableau 82). Un test de corrélation des rangs de Spearman (calculé avec RStudio ; RStudio 2012) pour ces deux variables à la relation non linéaire a donné un coefficient de corrélation ρ de -0,886[173], avec une valeur p inférieure à 0,001, ce qui indique une très forte corrélation négative, permettant de rejeter l'hypothèse nulle selon laquelle il n'existe pas de corrélation entre l'indice coût par m^3 et l'indice volume de remblai/volume de parement. En l'absence de données plus précises et systématiques sur la qualité de taille des blocs de parement ou sur les lieux exacts de provenance des matériaux, nous considérons donc que ce paramètre (rapport volume de remblai/volume de parement) est l'un des plus significatifs pour expliquer le coût par m^3 de la construction. C'est ce qui explique pourquoi les places (qui ont un volume de remblai bien plus élevé que leur volume de parement) ont un coût de construction par m^3 très inférieur à celui des superstructures, pour lesquelles le volume de parement est bien plus conséquent si on le compare au volume de remblai.

173 Le coefficient de corrélation de Spearman (ρ) varie entre -1 et 1. Plus le coefficient est proche de -1 ou 1, plus la corrélation (respectivement, négative et positive) entre les deux variables étudiées est forte (pour autant que la valeur p indique que le résultat est significatif). Plus il est proche de 0, moins il y a de chance qu'une corrélation existe. Lorsque l'on travaille sur +/- 80 observations, comme c'est le cas ici, un coefficient supérieur à 0,5 ou inférieur à -0,5 peut être considéré comme le signe d'une corrélation forte. Voir le cours de statistiques appliquées aux sciences sociales de Grasland (2000).

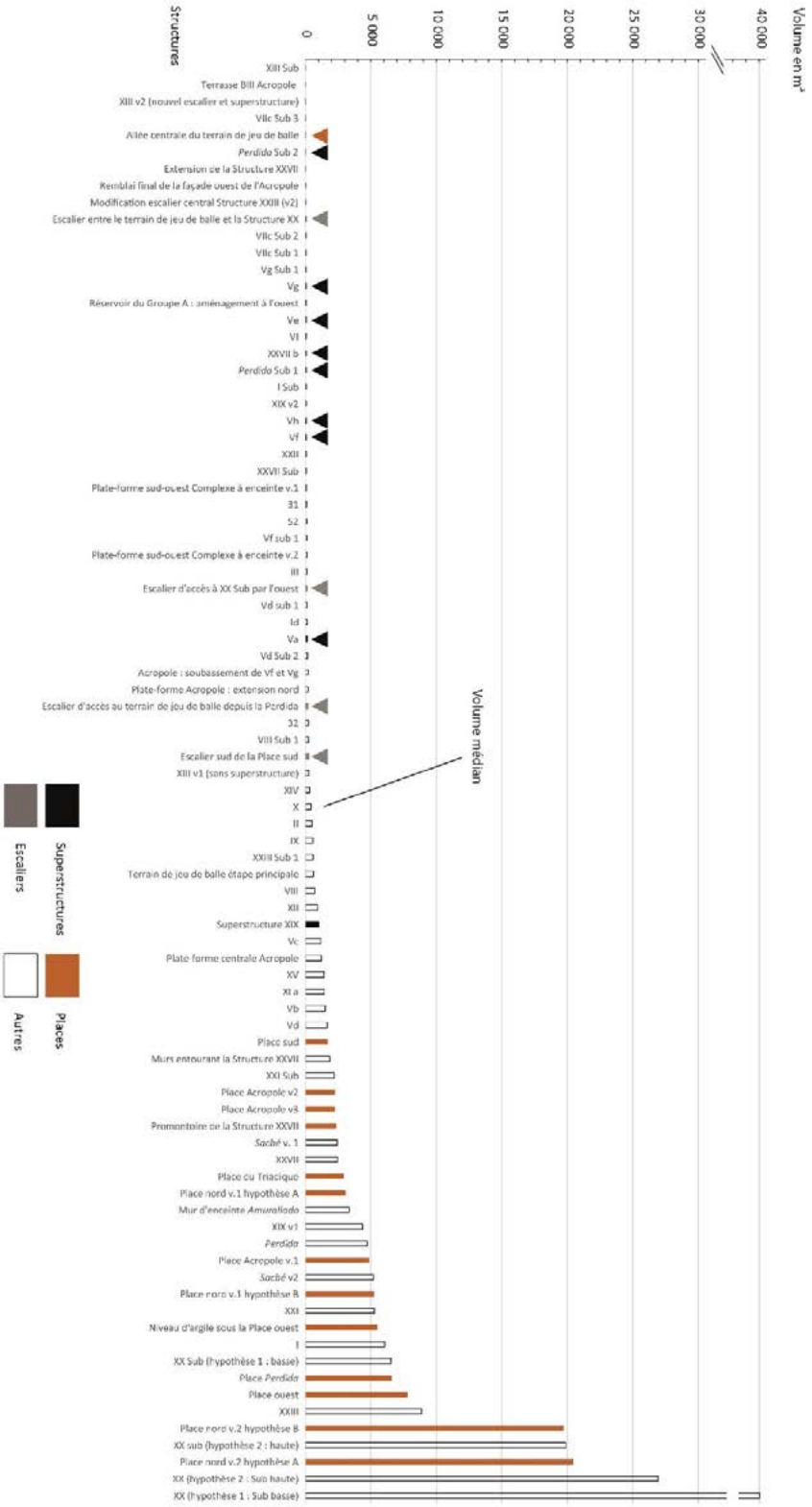


Figure 142. Volume des structures monumentales du Classique ancien de Naachtun.

Tableau 81. Coût énergétique (intermédiaire) total, volume, coût énergétique par m3 et rapport entre volume de remblai et volume de parement des structures monumentales du Classique ancien à Naachtun.

Structure	(j-p) Coût (intermédiaire)	(m³) Volume total	Volume de remblai	Volume de parement	(j-p par m³) Coût par m³	Rapport vol. remblai / vol. parement
Terrasse BIII Acropole	63,05	7,60	7,60	X	8,30	X
XIII sub	67,45	5,82	5,82	X	11,59	X
Réservoir Gr. A : aménagement à l'ouest	77,52	65,00	52,00	13,00	1,19	4,00
Remblai final façade ouest Acropole	81,15	42,00	42,00	X	1,93	X
Allée centrale du terrain de JDB	172,01	21,75	21,75	X	7,91	X
VIIc sub 3	327,21	20,33	12,28	8,05	16,09	1,53
XIII v2 (nouvel escalier et superstructure)	464,20	16,28	8,60	7,68	28,51	1,12
Réservoir Gr. A : régularisation du fond	468,00	X	X	X	X	X
XXII	579,22	92,17	79,43	12,74	6,28	6,24
Extension Structure XXVII	652,80	27,03	12,07	14,97	24,15	0,81
I sub	769,54	78,95	65,39	13,56	9,75	4,82
Perdida sub 2	775,25	23,76	7,53	16,23	32,63	0,46
Modification escalier central Structure XXIII (v.2)	914,98	43,14	34,80	8,35	21,21	4,17
Vg sub 1	953,43	56,43	41,61	14,82	16,90	2,81
VIIc sub 2	1 087,07	53,67	33,48	20,19	20,26	1,66
VIIc sub 1	1 316,28	54,67	26,05	28,62	24,08	0,91
Perdida sub 1	1 351,08	78,44	59,54	18,90	17,22	3,15
XXVII sub	1 447,40	92,94	72,81	20,13	15,57	3,62
Escalier entre terrain de JDB et Str. XX	1 518,09	50,00	19,25	30,75	30,36	0,63
VI	1 554,65	76,68	41,75	34,93	20,27	1,19
Plate-forme sud-ouest Complexe à enceinte v.1	1 583,28	96,00	76,80	19,20	16,49	4,00
XIX v2	1 730,57	81,60	67,20	14,40	21,21	4,67
Vf sub 1	1 807,53	116,89	91,63	25,26	15,46	3,63
31	1 860,62	101,75	64,37	37,38	18,29	1,72
XXVII b	1 893,69	77,98	52,08	25,90	24,28	2,01
III	1 934,37	127,98	99,57	28,41	15,11	3,50
52	1 957,66	115,38	78,81	36,58	16,97	2,15
Vg	2 040,51	64,37	33,49	30,88	31,70	1,08
Escalier d'accès à XX sub par l'ouest	2 047,07	135,00	114,30	20,70	15,16	5,52
Plate-forme sud-ouest Complexe à enceinte v.2	2 291,38	127,20	97,44	29,76	18,01	3,27
Ve	2 291,93	75,58	45,79	29,79	30,32	1,54
Id	2 444,39	146,20	99,34	46,86	16,72	2,12
Vh	2 599,17	84,25	47,95	36,29	30,85	1,32
Vd sub 2	2 698,20	172,06	133,39	38,67	15,68	3,45
Vd sub 1	2 785,58	137,92	86,12	51,80	20,20	1,66
Vf	2 858,02	91,90	51,14	40,76	31,10	1,25
Acropole : soubassement de Vf et Vg	3 054,91	193,56	138,22	55,35	15,78	2,50
Plate-forme Acropole : extension nord	3 208,30	205,10	157,50	47,60	15,64	3,31
Escalier d'accès au terrain de JDB depuis la *Perdida*	3 442,27	210,00	137,38	72,63	16,39	1,89

32	3 772,32	233,52	166,14	67,38	16,15	2,47
Va	3 879,98	160,53	103,79	56,74	24,17	1,83
Escalier sud de la Place sud	3 939,07	262,50	225,75	36,75	15,01	6,14
VIII sub 1	3 949,23	235,58	173,73	61,85	16,76	2,81
XIII v1 (sans superstructure)	4 424,88	280,37	222,97	57,41	15,78	3,88
XIV	5 264,18	333,44	268,00	65,45	15,79	4,10
II	7 316,85	496,00	383,68	112,32	14,75	3,42
X	7 930,23	436,83	317,25	119,58	18,15	2,65
Place sud	8 580,03	1 686,00	1 666,00	20,00	5,09	83,30
IX	9 202,29	576,25	444,98	131,27	15,97	3,39
XXIII sub 1	9 239,23	589,39	495,44	93,94	15,68	5,27
Terrain de JDB étape principale	9 861,07	635,57	512,72	122,85	15,52	4,17
VIII	12 558,71	722,14	548,48	173,66	17,39	3,16
XII	14 163,89	938,44	769,65	168,80	15,09	4,56
Plate-forme centrale Acropole	14 793,06	1 224,69	1 125,30	99,40	12,08	11,32
Place du Triadique	15 565,99	2 926,00	2 872,45	53,55	5,32	53,64
Place nord v.1 hypothèse A	16 830,48	3 076,33	2 915,60	160,73	5,47	18,14
Vc	17 873,42	1 185,63	973,49	212,14	15,08	4,59
XV	19 567,23	1 440,50	1 256,65	183,85	13,58	6,84
Place Acropole v.2	21 815,85	2 267,78	2 236,00	31,78	9,62	70,36
Place Acropole v.3	21 815,85	2 267,78	2 236,00	31,78	9,62	70,36
Vb	22 503,14	1 525,65	1 291,96	233,69	14,75	5,53
Vd	22 598,71	1 663,38	1 372,20	291,18	13,59	4,71
Superstructure XIX	24 503,27	1 017,79	708,81	308,98	24,07	2,29
Niveau d'argile sous la Place ouest	24 595,48	5 500,00	5 500,00	X	4,47	X
XI a	25 689,18	1 453,31	1 178,21	275,10	17,68	4,28
Promontoire Structure XXVII	26 908,47	2 371,20	2 281,76	89,44	11,35	25,51
Place Acropole v.1	28 019,99	4 872,00	4 808,44	63,56	5,75	75,65
Place ouest	28 345,77	7 782,25	7 700,00	82,25	3,64	93,62
Murs entourant la Structure XXVII	29 455,28	1 863,96	1 474,20	389,76	15,80	3,78
XXI sub	31 130,83	2 202,80	1 947,28	255,53	14,13	7,62
Place nord v.1 hypothèse B	31 931,38	5 262,00	5 139,90	122,10	6,07	42,10
Sacbe v.2	33 386,53	5 190,90	4 800,24	390,66	6,43	12,29
XXVII	33 554,02	2 461,15	2 115,85	345,30	13,63	6,13
Sacbe v.1	39 537,23	2 437,50	2 318,50	119,00	16,22	19,48
Mur d'enceinte *Amurallado*	52 955,24	3 348,00	2 637,41	710,59	15,82	3,71
Perdida	59 880,83	4 729,67	4 190,98	538,68	12,66	7,78
XIX v.1	59 942,79	4 369,93	3 922,70	447,23	13,72	8,77
Place *Perdida*	60 589,25	6 600,00	6 600,00	X	9,18	X
XXI	71 171,62	5 266,61	4 688,20	578,41	13,51	8,11
I	76 349,25	6 060,76	5 384,33	676,44	12,60	7,96
XX sub (hypothèse 1 : basse)	82 318,86	6 541,44	6 251,98	289,46	12,58	21,60
Place nord v.2 hypothèse B	96 157,13	19 721,00	19 125,00	596,00	4,88	32,09
Place nord v.2 hypothèse A	99 134,95	20 471,00	19 875,00	596,00	4,84	33,35
XXIII	126 158,16	8 890,99	7 806,44	1 084,55	14,19	7,20

XX sub (hypothèse 2 : haute)	245 848,12	19 884,74	18 722,98	1 161,76	12,36	16,12
XX (hyp. 2 : sub haute)	386 513,14	26 929,85	24 574,97	2 354,88	14,35	10,44
XX (hyp. 1 : sub basse)	551 899,70	40 273,15	37 918,27	2 354,88	13,70	16,10

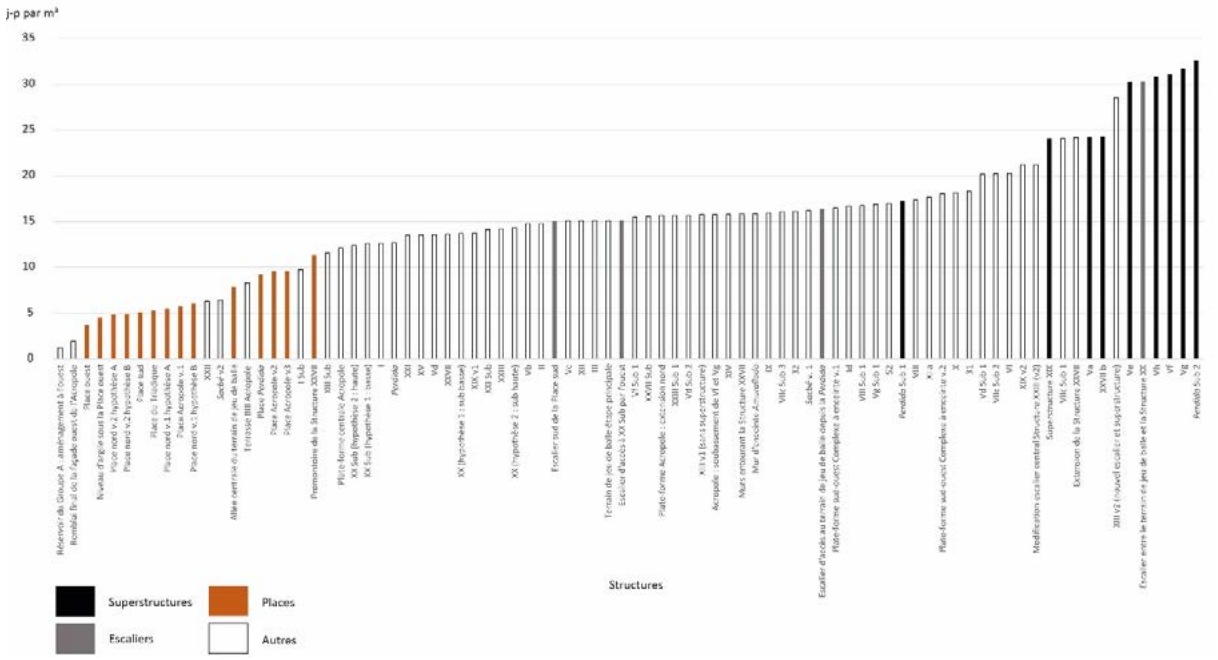


Figure 143. Coût en j-p par m3 des structures monumentales du Classique ancien de Naachtun (coût énergétique intermédiaire, production de chaux incluse).

Tableau 82. Corrélation entre le coût par m³ et le rapport volume de remblai/volume de parement pour les structures du Classique ancien à Naachtun.

Structure	Coût par m³ (X)	Rapport vol. remblai / vol parement (Y)	Rang X	Rang Y
Réservoir du Groupe A : aménagement à l'ouest	1,19	4	1	38
Place ouest	3,64	93,62	2	78
Place nord v.2 hypothèse A	4,84	33,35	3	71
Place nord v.2 hypothèse B	4,88	32,09	4	70
Place sud	5,09	83,3	5	77
Place du Triadique	5,32	53,64	6	73
Place nord v.1 hypothèse A	5,47	18,14	7	66
Place Acropole v.1	5,75	75,65	8	76
Place nord v.1 hypothèse B	6,07	42,1	9	72
XXII	6,28	6,24	10	53

Sacbe v.2	6,43	12,29	11	63
Place Acropole v.2	9,62	70,36	12	74
Place Acropole v.3	9,62	70,36	12	74
I sub	9,75	4,82	14	47
Promontoire de la Structure XXVII	11,35	25,51	15	69
Plate-forme centrale Acropole	12,08	11,32	16	62
XX sub (hypothèse 2 : haute)	12,36	16,12	17	65
XX sub (hypothèse 1 : basse)	12,58	21,6	18	68
I	12,6	7,96	19	58
Perdida	12,66	7,78	20	57
XXI	13,51	8,11	21	59
XV	13,58	6,84	22	54
Vd	13,59	4,71	23	46
XXVII	13,63	6,13	24	51
XX (hypothèse 1 : sub basse)	13,7	16,1	25	64
XIX v.1	13,72	8,77	26	60
XXI sub	14,13	7,62	27	56
XXIII	14,19	7,2	28	55
XX (hypothèse 2 : sub haute)	14,35	10,44	29	61
Vb	14,75	5,53	30	50
II	14,75	3,42	31	31
Escalier sud de la Place sud	15,01	6,14	32	52
Vc	15,08	4,59	33	44
XII	15,09	4,56	34	43
III	15,11	3,5	35	33
Escalier d'accès à XX sub par l'ouest	15,16	5,52	36	49
Vf sub 1	15,46	3,63	37	35
Terrain de JDB étape principale	15,52	4,17	38	41
XXVII sub	15,57	3,62	39	34
Plate-forme Acropole : extension nord	15,64	3,31	40	29
XXIII sub 1	15,68	5,27	41	48
Vd sub 2	15,68	3,45	42	32
Acropole : soubassement de Vf et Vg	15,78	2,5	43	22
Murs entourant la Structure XXVII	15,8	3,78	44	37
Mur d'enceinte *Amurallado*	15,82	3,71	45	36
IX	15,97	3,39	46	30
VIIc sub 3	16,09	1,53	47	10
32	16,15	2,47	48	21
Sacbe v.1	16,22	19,48	49	67
Escalier d accès au terrain de JDB depuis la Perdida	16,39	1,89	50	16
Plate-forme sud-ouest Complexe à enceinte v.1	16,49	4	51	38
Id	16,72	2,12	52	18
VIII sub 1	16,76	2,81	53	25

Vg sub 1	16,9	2,81	54	24
52	16,97	2,15	55	19
Perdida sub 1	17,22	3,15	56	26
VIII	17,39	3,16	57	27
XI a	17,68	4,28	58	42
Plate-forme sud-ouest Complexe à enceinte v.2	18,01	3,27	59	28
X	18,15	2,65	60	23
31	18,29	1,72	61	14
Vd sub 1	20,2	1,66	62	13
VIIc sub 2	20,26	1,66	63	12
VI	20,27	1,19	64	7
XIX v.2	21,21	4,67	65	45
Modification escalier central Structure XXIII (v.2)	21,21	4,17	66	40
Superstructure XIX	24,07	2,29	67	20
VIIc sub 1	24,08	0,91	68	4
Extension de la Structure XXVII	24,15	0,81	69	3
Va	24,17	1,83	70	15
XXVII b	24,28	2,01	71	17
XIII v.2 (nouvel escalier et superstructure)	28,51	1,12	72	6
Ve	30,32	1,54	73	11
Escalier entre le terrain de JDB et la Structure XX	30,36	0,63	74	2
Vh	30,85	1,32	75	9
Vf	31,1	1,25	76	8
Vg	31,7	1,08	77	5
Perdida sub 2	32,63	0,46	78	1

On remarque (Figure 142) que les superstructures et autres pièces voûtées, qui ont le coût au m^3 le plus élevé, ont un volume généralement bien inférieur aux grands soubassements ou aux places. A l'inverse, on a vu que les places, qui peuvent contenir un grand volume de matériaux de remblai, ont un coût par m^3 faible. Peut-on dire, dès lors, que les Mayas cherchaient systématiquement à réduire le coût par m^3 des édifices les plus volumineux, ou supposer qu'ils ne pouvaient construire de soubassement volumineux que s'ils avaient un coût par m^3 faible ? Nous testons l'hypothèse d'une corrélation entre volume élevé et coût énergétique au m^3 faible. La corrélation (voir Figure 144) est vérifiée mais n'est aucunement absolue, avec un coefficient de corrélation des rangs de Spearman ρ modéré, de -0,5529 et une valeur p inférieure à 0,001. Il est vrai que toutes les structures dont le coût par m^3 est le plus élevé (il s'agit souvent, voir Figure 143, des superstructures et des pièces voûtées, pour lesquelles le rapport volume de remblai/volume de parement est le plus faible) se trouvent parmi les moins volumineuses : des 20 structures dont le coût par m^3 est le plus élevé, seules deux ont un volume supérieur au volume médian (Figure 144). Plusieurs des structures parmi les plus volumineuses ont un coût par m^3 relativement bas (il s'agit souvent des places, dont le rapport volume de remblai/volume de parement est le plus élevé) : sur les 20 structures dont le coût par m^3 est le plus faible, quatorze ont un volume total supérieur au volume médian (voir Figure 144). Il y a tout de même une part, certes minoritaire, mais non négligeable, de structures donc le coût par m^3 et le volume sont peu élevés, et il faut noter que

plusieurs des structures parmi les plus volumineuses ont un coût par m^3 plus proche du coût médian que du coût minimal (Figure 144).
Il a été possible d'observer qu'à l'échelle des sous-phases, le coût par m^3 médian suit une légère augmentation entre Balam I et Balam III. Il est de 13,72 j-p par m^3 en Balam I, de 15,78 j-p par m^3 en Balam II et de 16,34 j-p par m^3 en Balam III. Cela peut s'expliquer par la construction fréquente de vastes places et de remblais volumineux et relativement peu coûteux (en termes de coût par m^3 et non de coût absolu, cela va de soi) en Balam I (et moins par la suite), mais ces chiffres devront être précisés par des données plus complètes dans le futur, lorsque la morphologie des édifices ainsi que leur séquence de construction seront mieux maîtrisées.
Un dernier test, fondamental, doit être effectué : il consiste à déterminer le paramètre le plus susceptible d'expliquer le coût de construction d'une structure, entre son volume total et son coût de construction par m^3. Il apparaît que le coût total de la construction n'est que peu corrélé à son coût de construction au m^3 : le volume est un paramètre bien plus déterminant. Le coefficient de corrélation des rangs de Spearman n'est que de -0,4327 (valeur-p inférieure à 0,001) entre le coût par m^3 et le coût total des structures. Le coefficient indique donc même une faible corrélation négative : il existe une légère tendance voulant que plus le coût de construction par m^3 d'une structure est élevé, moins son coût total de construction est élevé. Ce paradoxe[174] n'est, bien entendu, pas dû à un lien de causalité direct, et il s'explique facilement. En effet, le coût de construction est très fortement corrélé au volume total des structures (Tableau 85 et Figure 145), avec un coefficient ρ de corrélation des rangs de Spearman de 0,9685 (la valeur-p est inférieure à 0,001), ce qui permet de rejeter l'hypothèse nulle d'absence de corrélation entre coût et volume. Il existe une corrélation positive extrêmement forte entre le volume total et le coût de construction d'une structure. Or, on a vu qu'il existe aussi une tendance (certes, elle ne peut être qualifiée de très forte, mais elle est tout de même significative), à ce que les structures ayant un coût de construction par m^3 élevé aient un volume faible et vice versa. Dès lors, puisque les structures ayant un coût de construction par m^3 élevé tendent à être peu volumineuses, et puisque le coût total est très fortement corrélé au volume, il est logique que les structures dont le coût par m^3 est élevé aient un coût total plutôt faible (du fait de leur volume). Signalons que l'emploi d'un coefficient de corrélation fondé sur le rang plutôt que sur la valeur absolue permet de ne pas écarter du calcul les très volumineuses structures Balam I de la Place Nord, qui sont des *outliers* dans notre corpus, de par leur volume (voir la Figure 142) très largement supérieur au volume médian (il est de 436,83 m^3 quand tous les épisodes sont pris en compte, et de 234,55 m^3 lorsque les valeurs *outlier* sont exclues).

174 qui illustre parfaitement la règle d'or selon laquelle la corrélation n'implique pas la causalité.

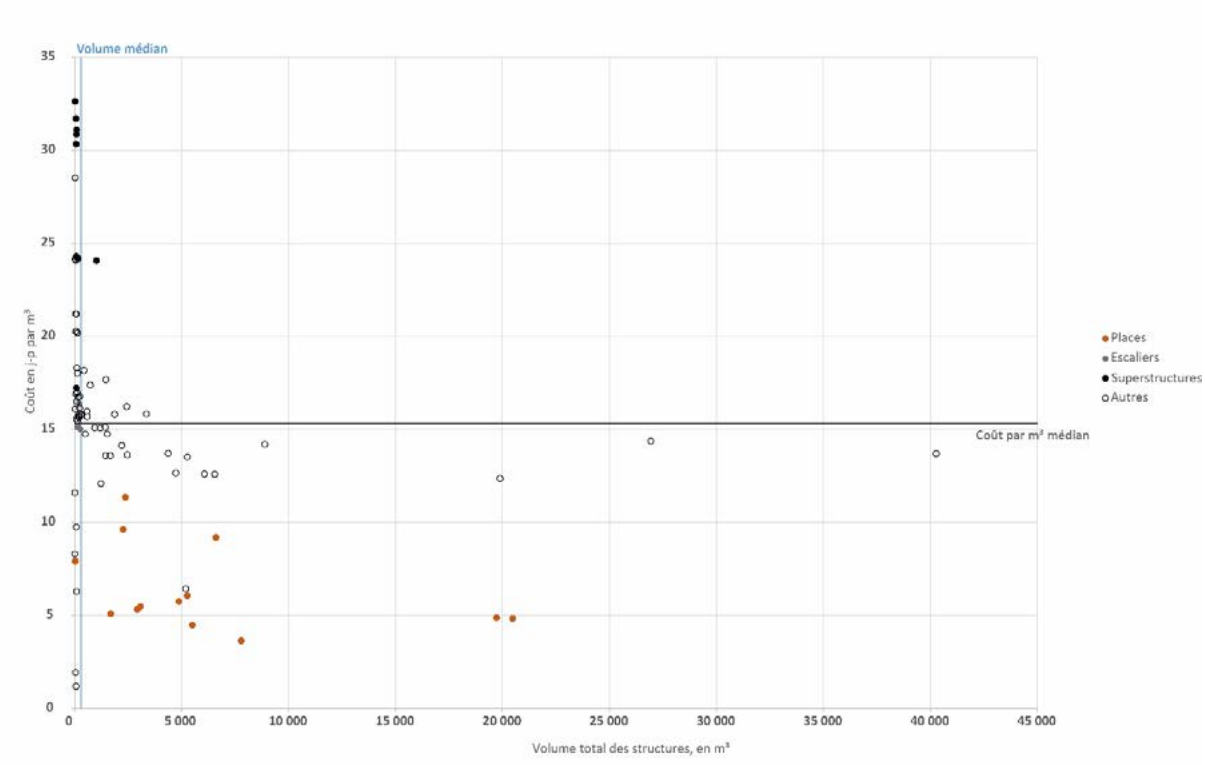


Figure 144. Corrélation du volume total et du coût en j-p par m³ des structures monumentales du Classique ancien de Naachtun. Nuage de points.

Observons tout de même, Figure 145, que les places ont un rapport coût total/volume qui les distingue des autres types de constructions. Manifestement, dans ce cas, le coût par mètre cube (faible, du fait de leur simplicité structurelle qui n'est pas compensée par le coût des vastes surfaces enduites) semble constituer un paramètre un peu plus déterminant que pour les autres types de structures, même si le volume demeure un critère important. C'est-à-dire que même si leur volume est élevé, leur coût reste relativement modéré par rapport à d'autres structures de même volume. L'inverse semble se véridier pour les superstructures, bien que leur volume ne soit jamais très élevé.
C'est cette logique qui nous permet d'écarter, comme le faisait Abrams (1994, p. 75), la prise en compte du coût de la maintenance et des réparations des édifices. Il est très probable qu'à notre niveau de précision, ce coût n'ait eu qu'une influence très marginale dans l'investissement énergétique. Les réparations étaient probablement ciblées et ponctuelles, et elles n'étaient surtout que superficielles, et nous venons de démontrer que le critère fondamental dans l'établissement des coûts de construction est bien plutôt le volume. Il nous semble donc que c'est plutôt à l'échelle d'une comparaison entre les coûts très détaillés de superstructures à l'architecture très bien connue que cette question de la maintenance est la plus pertinente, bien plus que dans le cadre de notre échelle d'analyse moins fine. Pour la même raison, le coût de certaines tâches annexes à la construction (construction et démontage des échafaudages, nettoyage du chantier) n'a pas été pris en compte dans cette recherche. Il ne fait aucun doute que le coût de ces tâches ne modifie pas significativement le résultat final, mais nous pourrons les prendre en compte dans de futurs calculs plus détaillés.

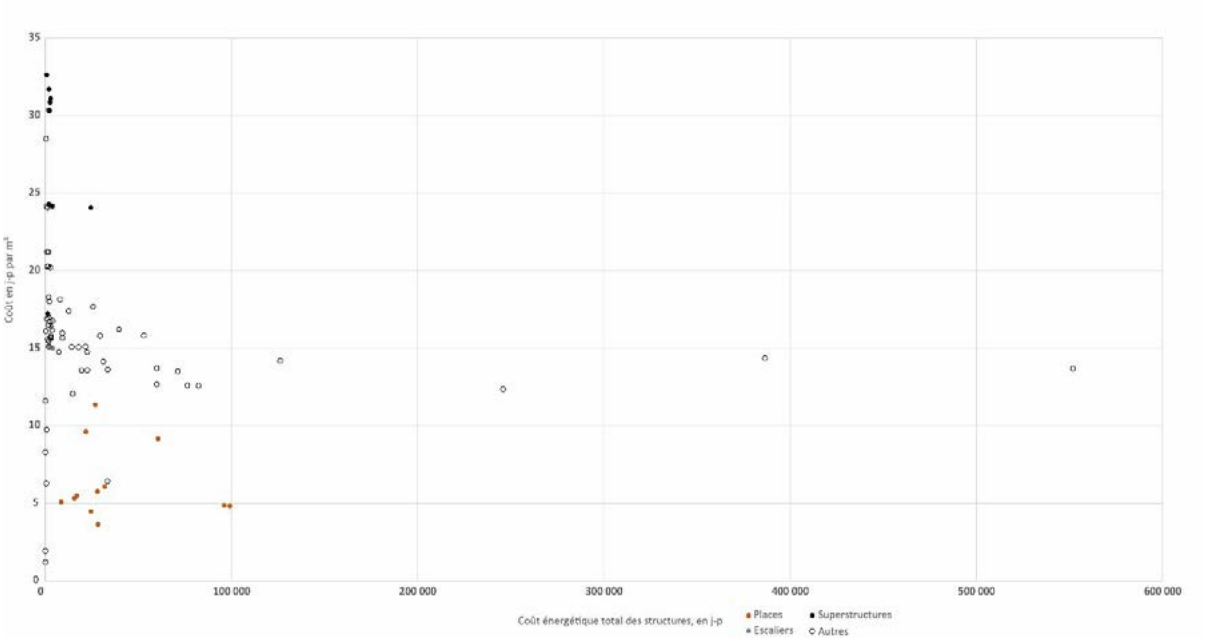


Tableau 83. Corrélation entre le coût par m³ et le coût énergétique total (intermédiaire) de la construction des structures du Classique ancien à Naachtun : nuage de points.

Tableau 84. Corrélation entre le coût par m³ et le coût énergétique total (intermédiaire) de la construction des structures du Classique ancien à Naachtun.

Structure	**Coût en j-p intermédiaire (X)**	**Coût par m³ en j-p (Y)**	**Rang X**	**Rang Y**
Plate-forme sud-ouest Complexe à enceinte v.2	2 291,38	18,01	28	64
Ve	2 291,93	30,32	29	78
Id	2 444,39	16,72	30	57
Vh	2 599,17	30,85	31	80
Vd sub 2	2 698,20	15,68	32	47
Vd sub 1	2 785,58	20,2	33	67
Vf	2 858,02	31,1	34	81
Acropole : soubassement de Vf et Vg	3 054,91	15,78	35	48
Plate-forme Acropole : extension nord	3 208,30	15,64	36	45
Escalier d'accès au terrain de JDB depuis la Perdida	3 442,27	16,39	37	55
32	3 772,32	16,15	38	53
Va	3 879,98	24,17	39	75
Escalier sud de la Place sud	3 939,07	15	40	37
VIII sub 1	3 949,23	16,76	41	58
II	7 316,85	14,75	42	36
X	7 930,23	18,15	43	65
Place sud	8 580,03	5,09	44	7
IX	9 202,29	15,97	45	51

XXIII sub 1	9 239,23	15,68	46	46
Terrain de JDB étape principale	9 861,07	15,52	47	43
VIII	12 558,71	17,39	48	62
XII	14 163,89	15,09	49	39
Plate-forme centrale Acropole	14 793,06	12,08	50	21
Place du Triadique	15 565,99	5,32	51	8
Place nord v.1 hypothèse A	16 830,48	5,47	52	9
Vc	17 873,42	15,08	53	38
XV	19 567,23	13,58	54	27
Place Acropole v.2	21 815,85	9,62	55	16
Place Acropole v.3	21 815,85	9,62	55	16
Vb	22 503,14	14,75	57	35
Vd	22 598,71	13,59	58	28
Superstructure XIX	24 503,27	24,07	59	72
Niveau d'argile sous la Place ouest	24 595,48	4,47	60	4
XI a	25 689,18	17,68	61	63
Promontoire de la Structure XXVII	26 908,47	11,35	62	19
Place Acropole v.1	28 019,99	5,75	63	10
Place ouest	28 345,77	3,64	64	3
Murs entourant la Structure XXVII	29 455,28	15,8	65	49
XXI sub	31 130,83	14,13	66	32
Place nord v.1 hypothèse B	31931,378	6,07	67	11
Sacbe v.2	333865,27	6,43	68	13
XXVII	33554,02	13,63	69	29
Sacbe v.1	39 537,23	16,22	70	54
Mur d'enceinte *Amurallado*	52 955,24	15,82	71	50
Perdida	59 880,83	12,66	72	25
XIX v.1	59 942,79	13,72	73	31
Place *Perdida*	60 589,25	9,18	74	15
XXI	71 171,62	13,51	75	26
I	76 349,25	12,6	76	24
XX sub (hypothèse 1 : basse)	82 318,86	12,58	77	23
Place nord v.2 hypothèse B	96 157,13	4,88	78	6
Place nord v.2 hypothèse A	99 134,95	4,84	79	5
XXIII	126 158,16	14,19	80	33
XX sub (hypothèse 2 : haute)	245 848,12	12,36	81	22
XX (hypothèse 2 : sub haute)	386 513,14	14,35	82	34
XX (hypothèse 1 : sub basse)	551 899,70	13,7	83	30

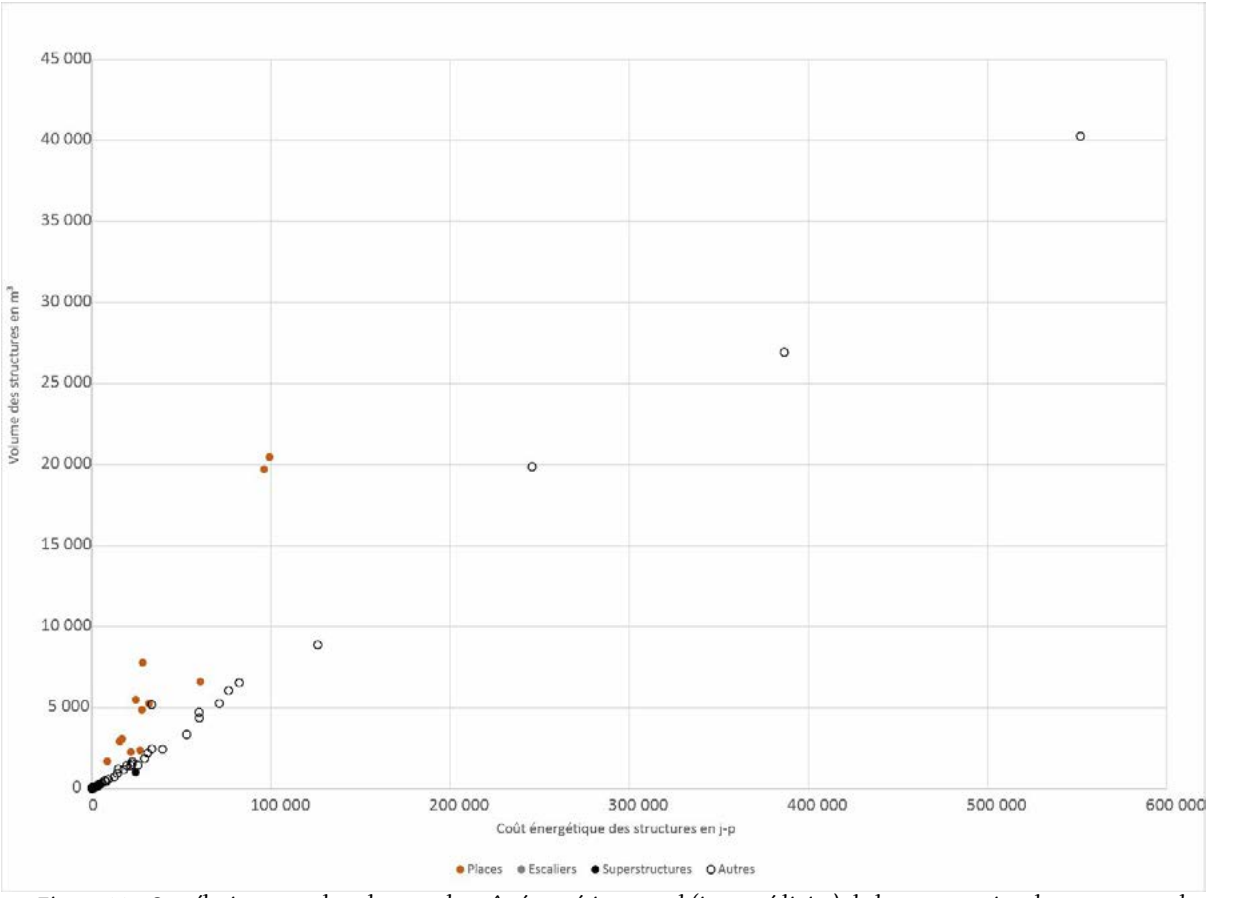


Figure 145. Corrélation entre le volume et le coût énergétique total (intermédiaire) de la construction des structures du Classique ancien à Naachtun : nuage de points.

Tableau 85. Corrélation entre le volume et le coût énergétique total (intermédiaire) de la construction des structures du Classique ancien à Naachtun.

Structure	**Coût en j-p intermédiaire (X)**	**Volume total en m³ (Y)**	**Rang X**	**Rang Y**
XIII sub	67,445	5,817	2	1
Terrasse BIII Acropole	63,05	7,6	1	2
XIII v.2 (nouvel escalier et superstructure)	464,199	16,28	6	3
VIIc sub 3	327,205	20,333	5	4
Perdida sub 2	775,251	23,76	10	5
Extension de la Structure XXVII	652,798	27,0325	8	6
Remblai final de la façade ouest de l'Acropole	81,152	42	4	7
Modification escalier central Structure XXIII (v.2)	914,981	43,14	11	8
Escalier entre le terrain de JDB et la Structure XX	1518,093	50	17	9
VIIc sub 2	1087,072	53,667	13	10
VIIc sub 1	1316,279	54,667	14	11
Vg sub 1	953,429	56,426	12	12
Vg	2040,507	64,368	26	13

Réservoir du Groupe A : aménagement à l'ouest	77,52	65	3	14
Ve	2291,93	75,583	29	15
VI	1554,646	76,68	18	16
XXVII b	1893,686	77,982	23	17
Perdida sub 1	1351,081	78,44	15	18
I sub	769,543	78,953	9	19
XIX v.2	1 730,57	81,6	20	20
Vh	2 599,17	84,245	31	21
Vf	2 858,02	91,898	34	22
XXII	579,215	92,167	7	23
XXVII sub	1 447,40	92,937	16	24
Plate-forme sud-ouest Complexe à enceinte v.1	1 583,28	96	19	25
31	1 860,62	101,75	22	26
52	1 957,66	115,383	25	27
Vf sub 1	1 807,53	116,885	21	28
Plate-forme sud-ouest Complexe à enceinte v.2	2 291,38	127,2	28	29
III	1 934,37	127,977	24	30
Escalier d'accès à XX sub par l'ouest	2 047,07	135	27	31
Vd sub 1	2 785,58	137,922	33	32
Id	2 444,39	146,195	30	33
Va	3 879,98	160,527	39	34
Vd sub 2	2 698,20	172,062	32	35
Acropole : soubassement de Vf et Vg	3 054,91	193,564	35	36
Plate-forme Acropole : extension nord	3 208,30	205,1	36	37
Escalier d'accès au terrain de JDB depuis la *Perdida*	3 442,27	210	37	38
32	3 772,32	233,52	38	39
VIII sub 1	3 949,23	235,583	41	40
Escalier sud de la Place sud	3 939,07	262,5	40	41
X	7 930,23	436,83	43	42
II	7 316,85	496	42	43
IX	9 202,29	576,25	45	44
XXIII sub 1	9 239,23	589,385	46	45
Terrain de JDB étape principale	9 861,07	635,568	47	46
VIII	12 558,71	722,143	48	47
XII	14 163,89	938,44	49	48
Superstructure XIX	24 503,27	1 017,79	59	49
Vc	17 873,42	1 185,63	53	50
Plate-forme centrale Acropole	14 793,06	1 224,69	50	51
XV	19 567,23	1 440,50	54	52
XI a	25 689,18	1 453,31	61	53
Vb	22 503,14	1 525,65	57	54
Vd	22 598,71	1 663,38	58	55
Place sud	8 580,03	1686	44	56
Murs entourant la Structure XXVII	29 455,28	1 863,96	65	57
XXI sub	31 130,83	2 202,80	66	58

Place Acropole v.2	21 815,85	2 267,78	55	59
Place Acropole v.3	21 815,85	2 267,78	55	59
Promontoire de la Structure XXVII	26 908,47	2 371,20	62	61
Sacbe v.1	39 537,23	2 437,50	70	62
XXVII	33 554,02	2 461,15	69	63
Place du Triadique	15 565,99	2926	51	64
Place nord v.1 hypothèse A	16 830,48	3 076,33	52	65
Mur d'enceinte *Armurallado*	52 955,24	3348	71	66
XIX v.1	59 942,79	4 369,93	73	67
Perdida	59 880,83	4 729,67	72	68
Place Acropole v.1	28 019,99	4872	63	69
Sacbe v.2	33 386,53	5 190,90	68	70
Place nord v.1 hypothèse B	31 931,38	5262	67	71
XXI	71 171,62	5 266,61	75	72
Niveau d'argile sous la Place ouest	24 595,48	5500	60	73
I	76 349,25	6 060,76	76	74
XX sub (hypothèse 1 : basse)	82 318,86	6 541,44	77	75
Place *Perdida*	60 589,25	6600	74	76
Place ouest	28 345,77	7 782,25	64	77
XXIII	126 158,16	8 890,99	80	78
Outliers				
Place nord v.2 hypothèse B	96 157,13	19721	78	79
XX Sub (hypothèse 2 : haute)	245 848,12	19 884,74	81	80
Place nord v.2 hypothèse A	99 134,95	20471	79	81
XX (hypothèse 2 : Sub haute)	386 513,14	26 929,85	82	82
XX (hypothèse 1 : Sub basse)	551 899,70	40 273,15	83	83

8.3 Conclusion

Le développement du logiciel Kampach d'automatisation du calcul des coûts énergétiques nous a permis de multiplier les simulations, en faisant varier la valeur des différents paramètres. C'est ainsi qu'il a été possible d'identifier ceux dont le poids est le plus déterminant dans le coût total de construction. Bien que le coût par m³ puisse varier en fonction du type d'édifice et de la qualité de sa construction, c'est bien plutôt le volume qui est le premier paramètre discriminant à prendre en compte pour expliquer le coût de telle ou telle structure (remarquons tout de même le cas particulier des places : malgré leur grand volume, la simplicité de leur construction fait que le coût reste relativement limité). Si Abrams et Bolland (1999, p. 268) affirmaient que « *high cost is often a consequence of elaborate architectural ornamentation* »[175], c'est parce qu'ils travaillaient essentiellement sur des structures résidentielles, comparables une à une (voir aussi Abrams 1994, p. 64). Il est vrai que lorsque l'on dispose de données précises sur le lieu d'extraction des matériaux de construction ou la qualité des parements, l'indice de coût par m³ prend de l'importance et permet de comparer des structures de volume égal ou très proche (c'était, par exemple, l'objectif de l'étude de Carmean *et al.* 2011). Mais dans notre corpus, le rapport entre la structure la moins coûteuse au m³ et la plus coûteuse est de 3/32 (ou 1/10,67), alors que le rapport entre la structure la moins volumineuse et la structure la plus volumineuse est beaucoup plus étendu : il est de 1/6 920. Cette différence de rapports explique probablement le fait que le volume soit, dans notre échantillon, un critère bien plus significatif que le coût par m³ pour expliquer le coût total

175 « Un coût élevé est souvent la conséquence d'ornements architecturaux complexes. »

de la construction d'une structure. Abrams (1994, p. 126) reconnaissait déjà que l'approche énergétique n'offre pas toujours des résultats différents de l'approche volumétrique, qui est parfois suffisante pour l'analyse des dynamiques d'investissement dans la construction (mais pas, bien entendu, pour l'étude précise de la part de la population impliquée dans la construction). C'était aussi la conclusion de M. Drennan et M. J. Kolb (2019, p. 64) pour le cas égyptien de Karnak, ainsi que de M. J. Kolb *et al.* (2019, pp. 130-131) pour les châteaux forts de Sicile médiévale.

A partir des données dont nous disposons, il apparaît donc nettement qu'un volumineux soubassement de matériaux de tout-venant a bien des chances de demeurer plus coûteux qu'une superstructure, même si la construction de celle-ci est très soignée et plus coûteuse au m^3. Cette donnée revêt une grande importance dans notre étude, parce que notre connaissance de la morphologie exacte des structures sub est encore lacunaire. Le fait de disposer d'une estimation, même limitée, du volume de chaque étape (ce qui est plus facile à obtenir que des données précises et complètes sur les techniques et matériaux de construction) peut suffire à déterminer l'ordre de grandeur du coût de construction. Il faut donc le souligner, dans le contexte d'un travail comme le nôtre, qui porte sur une grande série d'édifices en cours d'étude, il est plus urgent de travailler à l'acquisition de données exactes sur le volume et les dimensions de chaque étape, que d'affiner les indices de rendement appliqués aux diverses tâches (ce qui devient particulièrement utile dans un deuxième temps, lorsque la morphologie d'un édifice est parfaitement connue).

Les coûts proposés dans ce chapitre ont été calculés de la manière que l'on considérait la plus exacte possible. Ils se trouvent toutefois probablement dans la frange haute des estimations existant pour l'Aire Maya. En effet, on considère que la chaux (coûteuse à produire) était très présente dans les mortiers des remblais ainsi que dans les enduits. Le rendement pris en compte pour les fours à chaux repose sur l'hypothèse de leur faible productivité (on peut imaginer des techniques de combustion plus efficaces, voir la discussion de cette question en Annexe B). On calcule et l'extraction coûteuse de blocs parallélépipédiques (avec un rendement peu élevé) et la taille postérieure de ces blocs, ce qui pourrait être jugé excessif au vu de la qualité de taille (assez pauvre) des moellons employés dans les parements. L'application de calcul des coûts développée suppose qu'un parement existait derrière les escaliers, ce qui n'était probablement pas systématique (mais un escalier de construction était généralement construit préalablement, ce qui pourrait tendre à compenser la surestimation). Le coût de réutilisation de matériaux prélevés sur des structures existantes n'est pas systématiquement pris en compte (il est difficile à calculer en l'état de nos connaissances, mais il ne fait aucun doute que ce cas de figure s'est présenté), or, d'après Abrams (1998), cette pratique permet une économie substantielle d'énergie. Toutes ces raisons font que le coût qualifié d'intermédiaire est relativement élevé (même si cela est en partie compensé par la non-prise en compte du coût de construction des échafaudages, des rampes et d'autres activités annexes à la construction, dont le coût nous paraît minime) : dès lors, le coût maximal que nous proposons nous semble peu vraisemblable. Quant au coût minimal, on pourrait penser que l'addition des coûts minimaux est un scénario trop optimiste et que la succession des tâches tendait à ralentir la construction (en multipliant les contretemps potentiels), mais il mérite d'être étudié, quoique la distance de transport des pierres y soit sans doute sous-estimée pour les structures de la Place Nord.

Une étude alternative, fondée sur une demande énergétique nettement moins exigeante que celle qui est calculée pour nos coûts intermédiaires (rendements de la production de chaux et de l'extraction de calcaire plus élevés, utilisation moindre de la chaux dans les remblais) a d'ailleurs été présentée au Congrès d'Architecture et d'Iconographie Précolombienne de Valence en 2016. Cette étude prend aussi en compte des hypothèses alternatives à celles qui sont favorisées dans cette thèse pour la construction de la Structure XX, aussi bien en termes de morphologie que de chronologie. Nous avons choisi, ici, de privilégier l'hypothèse d'une construction ancienne - au sein de la période d'étude - des édifices les plus volumineux de la cité, à partir d'indices stratigraphiques certes encore ténus, mais qui nous semblent converger pour indiquer une construction au cours de la sous-phase Balam I. Nous considérons donc, sans exclure totalement les hypothèses alternatives, qu'un coût de construction monumentale publique élevé pourrait avoir caractérisé la Sous-phase Balam I. Nous en étudierons les implications en termes

de mobilisation de main-d'œuvre, et par conséquent, de population de la cité et de son arrière-pays au chapitre suivant.

Chapitre 9 : Corrélation entre population et coût de l'architecture monumentale et discussion

Nous disposons maintenant d'estimations du coût énergétique de la construction des édifices monumentaux, du nombre d'habitants de la Zone résidentielle de Naachtun ainsi que de la micro-région relevée par LiDAR pour chacune des sous-phases du Classique ancien. Il reste donc à étudier l'articulation de ces données de manière à détecter des tendances pouvant nourrir notre compréhension de l'essor de Naachtun comme capitale régionale au cours du Classique ancien. Précisons d'emblée que l'on ne cherchera pas, ici, à établir la distribution précise en jours et en hommes de chaque tâche de construction, à la façon des chercheurs utilisant les méthodes de gestion de projet. Notre analyse se situe à une autre échelle de précision, et porte sur des tendances de mobilisation de la main-d'œuvre plus générales. Pour comprendre au mieux le lien réciproque pouvant exister entre les projets de construction monumentale et les dynamiques démographiques, on étudiera d'abord les systèmes anciens de mobilisation des travailleurs et d'organisation du travail. Ensuite, on appliquera les paramètres retenus au cas de Naachtun, avant de présenter les scénarios envisageables du développement classique ancien de la cité.

9.1 La mobilisation de la main-d'œuvre et l'organisation du travail chez les Mayas à la période classique

9.1.1 Études de l'organisation du travail pour la construction monumentale et/ou publique

Le mode de recrutement de la main-d'œuvre, tout comme l'organisation des travaux à l'époque maya classique nous sont presque totalement inconnus, faute d'archives les décrivant. Si des comptes-rendus, des rapports de gestionnaires ou d'architectes, comme il en existe pour d'autres cultures antiques (voir le cas coréen exposé par Kim et Heo 2019), ont existé, ils ne nous sont pas parvenus. C'est donc une approche partant de l'ethnologie ou des témoignages archéologiques mieux maîtrisés, pour d'autres sociétés, qui permet d'approcher ce que pouvait être l'organisation du travail précolombienne.

9.1.1.1 De rares données épigraphiques

Aucun texte maya classique décrivant explicitement la mobilisation de la main-d'œuvre ou le processus de construction ne nous est parvenu. L'iconographie est, elle aussi, presque totalement muette à ce sujet (Houston 1998, p. 529). Même parmi les innombrables graffitis relevés sur les enduits des structures, qui représentent pourtant une grande diversité de thèmes, aucun ne montre sans équivoque de scène de construction. Tout au plus, de rares cas dépeignent, à Tikal, des temples pyramidaux parcourus d'échelles (Nielsen 2012, p. 6) ayant pu servir à l'application des enduits de stuc. De rares données épigraphiques sont exploitables, dans deux directions. D'une part, on trouve les données d'ordre dynastique, sans lien direct avec les processus de construction mais qui peuvent donner des bornes à la construction des édifices, si des noms de dirigeants dont les dates de règne sont connues sont lisibles sur des éléments d'architecture. C'était la stratégie employée par Webster et Kirker (1995) pour encadrer la construction du Temple I de Tikal, ou plus récemment par Martin (2015) pour la construction du Temple VI (dit « des inscriptions ») de la même cité. Ce type d'approche est rarement exempt d'ambiguïtés, parce qu'il est difficile de démontrer que le gouvernant responsable de l'inauguration d'un temple est également à l'initiative de sa construction, parce que les textes ne sont pas toujours entièrement lisibles, mais aussi parce que les modifications, ajouts et réparations étaient fréquents et qu'il est donc souvent impossible de déterminer l'ampleur exacte de la construction concernée par la mention épigraphique (voir la discussion de Martin, *ibid.,* p. 8, sur la question, non résolue, de la séquence de construction du Temple VI de Tikal et de son imposante crête faîtière). Dans les deux cas, par ailleurs probablement contemporains, en supposant que le dirigeant inaugurant le

temple était aussi celui qui était à l'origine de sa construction, l'épigraphie suggère que ces pyramides de Tikal auraient été construites dans un très court laps de temps, inférieur à un an pour le Temple VI (Martin 2015) (d'échelle modeste et qui recouvre une structure sub), inférieur à sept ans pour le Temple I (Webster et Kirker 1995)[176].
D'autre part, quelques textes semblent évoquer, de manière souvent élusive, des épisodes de construction. Ainsi, la longue et monumentale inscription placée à l'arrière de la crête faîtière du Temple VI de Tikal évoque la fabrication d'objets de pierre et de bois pour le temple, mais peut-être aussi la construction du *sacbe* - « *jatz' bihtuun* » - qui permet de s'y rendre (Stuart 2007 ; Martin 2015, p. 4). C'est également à propos de la construction et de l'entretien des chaussées que les données linguistiques sont peut-être les plus précieuses dans le cadre qui nous intéresse. Comme on le verra *infra*, c'est souvent dans les vestiges de chaussées que l'on détecte les indices les plus probants de l'existence d'une organisation segmentée du travail, un mode d'organisation perceptible dans le vocabulaire maya colonial (Bolles et Folan 2001).

9.1.1.2 Ethnologie : approches culturelles croisées et généralités sur les modalités de recrutement des travailleurs et l'organisation du travail

Nous avons déjà eu l'occasion de mentionner l'apport d'Erasmus (1955) dans le domaine de l'ethnologie de l'organisation traditionnelle du travail, en particulier sur les modèles réciproque et festif, qui seront évoqués par la suite (voir également Erasmus 1956). On doit à Udy (1959) l'un des ouvrages de référence sur l'organisation du travail dans les sociétés non industrielles. A partir d'un échantillon de 150 cultures de tous les continents, documentées par l'archéologie et l'ethnologie, il dégageait des tendances sur les caractéristiques de l'organisation du travail en fonction du type de production concernée. Parmi cet échantillon, on trouve des cultures rompues à la construction très monumentale, comme les Babyloniens, la Rome impériale, l'Europe médiévale ou encore les Maoris. Des distinctions entre les types de sociétés et les différents domaines de la production (de la chasse à la construction en passant par l'agriculture) étaient bien évidemment établies. Même si l'on ne peut dégager des règles systématiques et universelles d'une telle approche culturelle croisée (c'est tout particulièrement le cas, de l'aveu même d'Udy, dans le domaine de la construction, qui est soumis à une grande variabilité des techniques et des types d'organisation), il est tout de même possible de percevoir des pratiques récurrentes dans certains contextes de production. La riche base de données d'Udy *(ibid.)* lui permettait ainsi de formuler un grand nombre de *propositions,* dont on mentionnera les suivantes, utiles dans le cadre de cette étude :

- Une distinction est établie entre les relations de pouvoir et de prise de décision « *associational* » et « *bureaucratic* » (Udy 1959, pp. 36-37). Dans le cas « *associational* », on trouve un groupe de leaders qui prennent les décisions et influencent, par leur participation au travail, l'action du reste de la population, et ce uniquement dans le contexte d'un type de production (telle que peut l'être la construction). Dans un modèle « *bureaucratic* », on trouve au moins trois niveaux d'autorité, institutionnalisés au-delà du simple contexte de production. A partir de son corpus, Udy (*ibid.*, *Proposition* 6, p. 37) obtenait une majorité très relative et assez peu significative de structures « *bureaucratic* » dans le domaine de la construction. Mais quand le domaine est complexe (comme l'est la construction monumentale avec ses tâches multiples), le type de prise de décision est presque systématiquement « *bureaucratic* » *(ibid., Table* III et *Proposition* 7, pp. 23 et 38). On peut donc penser que la construction monumentale maya, au moins dans les cités de la période classique, une fois les dynasties établies et acceptées, était de type « *bureaucratic* ». Le doute est en revanche permis pour des périodes plus anciennes ou des établissements humains moins inégalitaires *(ibid.,* p. 39).

176 Webster et Kirker (1995, p. 368) reconnaissaient la fragilité de leur interprétation des données épigraphiques permettant de reconstituer ce scénario.

- La production en contexte non industriel est généralement fragmentée dans le temps, ce qui implique des mobilisations ponctuelles successives, jusqu'à conclure le processus (*ibid.,* p. 11).
- La construction est un type de travail demandant fréquemment des effectifs variables au long du processus (*ibid.,* pp. 26, 44).
- Dans le contexte d'organisation « *bureaucratic* » - qui semble être celui de la construction monumentale maya - les décideurs ne prennent généralement pas part au travail physique, au contraire des modèles « *associational* » (*ibid.,* p. 39). Plus sa position est haute dans la hiérarchie de décision, moins il est probable que le dépositaire de l'autorité participe au travail physique (*ibid.,* p. 41).
- Dans le contexte d'organisation « *bureaucratic* », les travailleurs sont presque systématiquement récompensés, alors que dans une organisation « *associational* », la récompense n'est aucunement systématique (*ibid.,* p. 39). La récompense varie souvent, en contexte « *bureaucratic* », selon la fonction tenue dans le processus de production. C'est moins le cas en contexte « *associational* » (*ibid.,* p. 39). En revanche, la récompense ne varie généralement pas, pour la construction en contexte « *bureaucratic* », en fonction de la performance du travailleur ou de la quantité de travail fournie (*ibid.,* p. 43, *Proposition* 12).
- Dans le domaine de la construction (l'étude concerne autant la construction résidentielle privée que la construction publique et monumentale), la mobilisation se fait très majoritairement sur des critères sociaux[177] (d'appartenance préalable à un groupe défini) et non territoriaux (Udy 1959, 46, *Proposition* 17). Il s'agit d'une proposition primordiale dans le cadre de notre étude.
- Les organisations « *bureaucratic* » tendent à mobiliser de manière forcée (*ibid*., 61, *Proposition* 31), et la construction est généralement menée à bien par une main-d'œuvre recrutée sur le mode familial ou forcé (*ibid*., 63, *Proposition* 34).
- Le mode de recrutement forcé (ainsi que le contractuel) est majoritairement rencontré dans des sociétés disposant d'un gouvernement centralisé, c'est-à-dire « *a concrete group having an ultimate monopoly on the legitimate use of force in a society of more than 1 500 persons*[178]. » (*ibid*., 64, *Proposition* 37). Ce type de gouvernement se trouve fréquemment dans des sociétés à la stratification sociale complexe (*ibid*., 69, *Proposition* 45).
- Dans les sociétés dotées d'un gouvernement centralisé, la mobilisation volontaire est très rare ou inexistante. Là où la mobilisation forcée existe, il est rare de rencontrer également la mobilisation volontaire (*ibid*., 66, *Propositions* 40 et 41), mais la mobilisation familiale perdure (*ibid*., p. 67). Dans le domaine de la construction (en général, pas uniquement monumentale et publique), on rencontre fréquemment ces deux types de recrutement (mobilisation familiale et mobilisation forcée).

Tout en sachant que chaque culture possède ses pratiques spécifiques et que ces propositions ne sont pas des lois absolues, nous acceptons le cadre ainsi posé par Udy (*ibid*.) pour notre analyse de la mobilisation de main-d'œuvre. Ce cadre général établi, il convient de s'intéresser aux pratiques de recrutement connues pour la Zone Maya.

177 On remarquera, par ailleurs, que la récompense, dans un contexte de recrutement social, n'est généralement pas indexée sur la performance du travailleur, mais simplement sur sa fonction (Udy 1959, 47, *Proposition* 18). Cela confirme donc la tendance énoncée par la *Proposition* 12.

178 « Un groupe défini jouissant du monopole de l'usage légitime de la violence dans une société comptant plus de 1 500 membres ». Si ce seuil de 1 500 personnes n'était probablement pas atteint par la Zone résidentielle au Classique ancien, il est largement dépassé lorsque l'on prend en compte l'arrière-pays de la cité.

9.1.2 Recrutement de la main-d'œuvre pour la construction chez les Mayas

Udy (*ibid*., p. 56) distinguait cinq grands types de recrutement pour le travail dans les sociétés non industrielles : le recrutement familial (cette « famille » pouvant être aussi réduite qu'une famille nucléaire, ou constituer un groupe beaucoup plus large, comme le lignage), forcé (« *custodial* »), contractuel, réciproque et volontaire. Les recrutements familiaux et forcés (qui, dans ce corpus, sont le plus généralement associés à la construction) se font généralement sur une base sociale, alors que les recrutements contractuels, réciproques et volontaires se font majoritairement sur une base territoriale. Tous impliquent des sanctions plus ou moins fortes en cas de non participation (*ibid.*, p. 58), y compris le recrutement volontaire (voir Erasmus 1965, p. 297, pour un exemple ethnographique). Mais ces sanctions sont d'ordre différent : celui qui se soustrait trop fréquemment à une mobilisation volontaire s'isole socialement (voir les exemples donnés par Golden et Scherer 2013, p. 405), mais il n'y a pas d'usage de la force par le dépositaire légitime du pouvoir pour le contraindre à participer. Dans le système maya de *fagina* décrit pour Chan Kom par Redfield et Villa Rojas (1934, pp. 6, 14), les familles en désaccord avec les décisions concernant le travail collectif s'excluaient de la communauté et préféraient généralement quitter le village.
Parmi les grands types de recrutement, on distingue trois types majeurs de mobilisation de la main-d'œuvre susceptibles d'avoir été mis en place par les Mayas pour leurs travaux de construction (Abrams 1987 ; M. J. Kolb 1997). On passera rapidement sur les formes de recrutement probablement réservées à la construction résidentielle privée périphérique à l'épicentre. Elles doivent tout de même être évoquées parce qu'elles sont, d'une part, mieux documentées par l'ethnologie que les cas de construction monumentale comparables aux grands projets mayas ; notons, d'autre part, que c'est probablement dans ce cadre de la construction résidentielle privée que la plupart des techniques étaient apprises et perfectionnées, ce qui permettait aux paysans de maîtriser les techniques de construction. Enfin, il faut tenir compte du fait que les travailleurs prenant part à la construction monumentale devaient également participer à la construction résidentielle privée (ainsi qu'à la construction et à l'entretien des terrasses agricoles), à laquelle il fallait donc consacrer temps et énergie. Brysbaert (2018) insistait sur l'importance de prendre en compte les tâches auxquelles devaient se consacrer les travailleurs et leur famille au-delà de la stricte activité de construction monumentale. Pour revenir à un exemple mésoaméricain, Murakami (2019, p. 278) soulignait qu'à Teotihuacan, la construction résidentielle contemporaine des grandes constructions publiques (sauf l'étape majeure de la Pyramide du Soleil, qui appartient à une phase pour laquelle il est difficile d'évaluer le coût de la construction résidentielle) a représenté un coût global cinq à dix fois supérieur à celui de la construction monumentale publique. La construction résidentielle maya était toutefois moins coûteuse, et Murakami (*ibid.*, p. 279) observait qu'au Classique ancien à Copan, l'investissement dans l'architecture monumentale publique était bien plus substantiel que l'effort consacré à l'architecture résidentielle, un ratio qui s'inversait au Classique récent. Il en était probablement de même à Naachtun.

9.1.2.1 La mobilisation pour la construction résidentielle

Le premier type de recrutement est la mobilisation familiale réciproque. Le deuxième est la mobilisation forcée dite « festive » dans certaines études (Erasmus 1956, p. 445 ; Abrams 1987, p. 491 ; M. J. Kolb 1997). Erasmus (1956, p. 446) a souligné que la distinction entre les deux types de mobilisation peut parfois se brouiller. Le mobilisation familiale réciproque, à propos de laquelle Udy (1959, p. 77) remarque une étonnante constance dans les formes d'organisation à travers son vaste échantillon de cultures, implique la participation de proches, généralement des voisins[179], aux travaux de construction ou de

179 Même si Abrams (1994, p. 103), comme Udy (1959) maintenaient que le critère de proximité sociale et familiale primait probablement sur la seule proximité spatiale. Pour Erasmus (1956, p. 446), les deux critères tendent, en pratique, à souvent se confondre dans les communautés rurales. En contexte urbain, il est vrai que la densité de l'occupation fait que les voisins ne sont pas nécessairement des proches sur le plan social.

rénovation dépassant la capacité de travail d'un seul foyer. On vient généralement en grand nombre (nombre souvent supérieur aux effectifs nécessaires), et il est attendu que le demandeur des travaux soit présent, en retour, lorsque les participants en font la demande (Erasmus 1956 ; Udy 1959). Abrams (1994, p. 98) remarquait cependant qu'un demandeur ne pouvait se permettre d'accepter un trop grand nombre de participants, sans quoi il serait dans l'incapacité de remplir sa part de travail en retour auprès de chacun de ses débiteurs. On suppose que c'est en suivant ce type de recrutement que la majorité des habitats non élitaires de la Zone résidentielle de Naachtun comme des autres cités mayas étaient construites (Abrams 1987, p. 491).

Lorsqu'une famille disposait d'un statut économique ou social plus élevé - à l'image des chefs de lignage (*ibid.*, p. 491) -, elle pouvait recruter de la main-d'œuvre sans réciprocité, mais avec compensation (Erasmus 1956, pp. 445-447 ; 456). Dans ce contexte, le demandeur ne participe pas physiquement à la construction (Abrams 1994, p. 99). La compensation pouvait souvent prendre la forme d'un banquet aussi opulent que possible, raison pour laquelle le terme de mobilisation festive est employé. Erasmus (1956, pp. 451, 458), Udy (1959, p. 110) et Carballo (2012, p. 245) rappellent que c'est le prestige, la réputation sociale du demandeur qui est en jeu dans la qualité et l'abondance du banquet ou de la célébration associée à la mobilisation, ce qui peut conduire à des dépenses très conséquentes. La compensation peut prendre une autre forme, moins directement matérielle : les travailleurs peuvent également attendre reconnaissance sociale ou sécurité de leur contribution aux travaux pour une famille socialement supérieure (M. J. Kolb 1997, p. 268).

9.1.2.2 La corvée

Venons-en maintenant à la mobilisation mise en place pour l'architecture monumentale publique. On suppose que le recrutement se faisait grâce à un système de corvée (qui entre dans la catégorie « *custodial* » d'Udy 1959), à l'instigation de l'élite politique détentrice de l'autorité. Le terme de corvée est employé dans la littérature, y compris en langue anglaise. Il peut tout à fait être adapté à notre contexte, étant bien évidemment entendu qu'il doit être distingué du contexte féodal médiéval. Rien n'indique, en effet, qu'une institution telle que le servage ait existé, même si les questions de propriété des terres à la période classique échappent encore très largement à notre compréhension (Webster 2018, *Appendix* E, pp. 83-89). Le servage, dans son acception stricte (féodale) ou non, est en effet indissociable de la propriété des terres. On le trouve principalement en Europe à partir de l'Antiquité et en Asie (Udy 1959, p. 82).
Dans tous les cas, la corvée est une forme de taxe, à laquelle il est théoriquement impossible de se soustraire. Udy (*ibid.*, p. 79), observait que dans les sociétés non industrielles, la corvée de type « américain » (très présent sur le continent américain, ce type de recrutement est aussi rencontré ailleurs) permet à une institution dominante de recruter de la main-d'œuvre de manière ponctuelle pour mener à bien une tâche définie. Ce type de recrutement n'est donc guère appliqué à la production économique, mais il s'agit bien plutôt d'une institution politique. Il est intéressant de constater que l'ethnologie suggère que la participation systématique à toutes les mobilisations de tous les travailleurs susceptibles d'être recrutés n'est pas obligatoire dans ce système. La participation à la majorité des mobilisations est, toutefois, attendue (*ibid.*, p. 79). Dans le cadre de la corvée de type « africain » (de même que pour le type américain, le type africain est seulement plus présent en Afrique, mais il n'en est pas spécifique et peut coexister avec le type américain dans une société), en revanche, la participation est toujours obligatoire. Udy (*ibid.*, p. 81) classait la corvée Wogeo de Nouvelle Guinée, qui est citée par Erasmus (1965, pp. 280-281) dans sa mise en perspective de la mobilisation maya, parmi les recrutements de ce type africain. Cela est évident pour la construction, mais il doit être précisé que la corvée, qu'elle soit de type américain ou africain, implique toujours le déplacement de la main-d'œuvre vers le site de travail (Udy 1959, p. 81). Si l'obligation systématique de participation est un critère pertinent pour définir le type de corvée, alors il semble que la mobilisation maya soit à placer, sauf cas exceptionnels, dans le cadre américain, puisque seule une fraction réduite des familles participait à un

épisode de construction (Webster et Kirker 1995 ; McCurdy 2019), de sorte qu'une rotation était possible, n'exigeant finalement à chaque famille qu'une contribution légère à l'échelle d'une génération.
En pays maya, des moments de plus grande intensité dans la mobilisation peuvent être détectés. Les cas de fondation dynastique pourraient en faire partie, et être accompagnés de programmes de construction si intenses que la participation de toutes les familles devient nécessaire, avec moins de possibilités de rotation (voir *infra* pour Naachtun, Carrelli 2004, pour Copan et, dans un contexte temporel différent, McCurdy 2019, pour Xunantunich). Abrams (1987, p. 491) suppose lui aussi que le système de corvée chez les Mayas était « modéré », et c'est ce que rapportait Zorita (avec un parti pris très orienté, sur lequel on reviendra par la suite) même pour la population de l'Empire mexica (Ternaux-Compans 1839, pp. 238, 242). Nous reviendrons de manière plus complète et précise sur la durée concrète de mobilisation dans le cadre d'une telle corvée « modérée ».
Udy (1959, p. 87) mentionnait également l'existence de systèmes de mobilisation totale de la population, pour des objectifs ponctuels liés à la chasse (Indiens des Plaines) et à la pêche (Polynésie). Selon Udy (1959), cela ne semble pas concerner la construction, qui n'est pas mentionnée. On peut, cependant, observer ce type de mobilisation en Afrique subsaharienne : l'entretien annuel de la mosquée de terre crue de Djenné (au Mali) en est un exemple marquant[180]. L'ensemble des hommes de la ville, les garçons, et des centaines de femmes prennent part aux tâches permettant d'enduire la totalité de la mosquée d'une couche de mortier de terre crue (Marchand 2015, pp. 9-10). Cette mobilisation massive permet de venir à bout de la tâche en une journée *(ibid.).*

La participation à la construction monumentale comme impôt

Quelques indices épigraphiques et linguistiques suggèrent, de manière indirecte, que la participation à la construction monumentale pouvait faire partie d'une forme d'impôt dû par les gens du commun (la question de l'exemption des élites à l'impôt étant posée). Dans les différents dictionnaires de langues mayas, le mot *patan* est traduit par « *tributo, renta, trabajo, labor, actividad, faena, obra, oficio, cultivo* » (Lacadena 2008, p. 24). Ce sont des termes parfois synonymes mais toujours associés au champ lexical du travail, qui est souvent, mais pas toujours, agricole : la production artisanale et la construction sont, semble-t-il, également concernées. Rappelons, avec M. E. Smith (2014, p. 19), que le terme *tributo* désignait, en Espagnol du XVI[e] siècle, l'impôt, prélevé sur une base régulière, et non nécessairement le tribut, ponction exceptionnelle, arbitraire, *ad hoc*, faite sur un groupe dominé. M.E. Smith (*ibid.*, p. 21) considérait que les Aztèques, mais aussi probablement les Mayas classiques, étaient soumis à des taxes et des impôts plutôt qu'à des tributs, et que la corvée pour les travaux publics faisait partie de ces impôts réguliers.
L'acception large de *patan* peut donc parfaitement désigner la participation obligatoire à la construction monumentale, et ce sous la forme d'un impôt régulier auquel l'ensemble (ou une grande partie) de la population serait soumis. Il pouvait cependant exister (au moins chez les Aztèques), comme on le verra par la suite, des mobilisations exceptionnelles pour la construction monumentale, plus proches du tribut.
Impôt ou tribut, le dirigeant exigeait une quantité de journées de travail à un groupe donné, et des responsables se chargeaient du recrutement effectif des travailleurs. Il a d'abord été suggéré que ce recrutement pouvait être mené par les chefs de lignage. Abrams et Bolland (1999, p. 277), listaient, de manière peut-être intuitive, « *the king, priests, lineage lords supplying labor, sculptors, and/or scribes recording past labor contributions per lineage [...] represented the managerial bureaucracy responsible for the recruitment of sufficient numbers of generalized laborers and the allocation of those generalized laborers to tasks according to*

180 Si l'ancienneté de la pratique a pu être discutée, au vu de l'histoire de la construction somme toute récente de l'édifice dans sa version actuelle, il est bien possible que cette tradition perpétue un modèle pluriséculaire (Marchand 2015, p. 6).

a planned project design[181] ». Voir aussi, pour de l'architecture résidentielle élitaire, un contexte qui est donc différent de l'architecture publique ou même palatiale royale, Abrams (1998, p. 131).
En réalité, la question même de l'existence de lignages au cours de la période classique pose problème. Haviland (2003, pp. 132-133) et Webster (2018, p. 85) ont émis l'hypothèse que le système de lignage chez les gens du commun pouvait avoir été très fortement perturbé par les stratégies des élites sociales et économiques dont l'intérêt était de détourner à leur profit les privilèges dont auraient pu se prévaloir les membres des lignages. En était-il déjà ainsi au début du Classique ancien, ou l'évolution du système est-elle plus probable dans la société peut-être plus complexe du Classique récent ? On voit l'intérêt de la précision prudente, chez Abrams et Bolland (1999, p. 286), selon laquelle le recrutement pouvait se faire par l'intermédiaire des chefs de lignages « *or some comparably large kin-based corporate group*[182] ». Quoi qu'il en soit (lignage ou non), le recrutement impliquait probablement des groupes habitués au travail collectif, en particulier agricole.
Quelle pouvait être la taille de ces groupes ? Les risques de fission précédemment évoqués, auxquels on doit ajouter les divisions provoquées par la recherche de terres à cultiver (A. F. Chase et D. Z. Chase 2014, p. 12), couplés à la forte mortalité infantile et à une espérance de vie somme toute courte limitaient forcément les effectifs et *a fortiori* le nombre d'adultes.
A partir de l'étude d'inscriptions sur support céramique, Lacadena (2008, p. 32) a signalé qu'au Classique récent, des administrateurs, de rang inférieur dans l'organisation politique des sites, portant le titre de *lakam*, étaient chargés de regrouper et remettre à l'*ajaw* (ou à un autre notable de rang intermédiaire) le produit de l'impôt (ou du tribut) local, qu'il s'agisse de biens ou d'hommes pour la guerre. Il est probable qu'ils aient aussi été chargés de recruter les travailleurs pour la construction monumentale, comme c'était le cas de leur équivalent du Yucatán postclassique, le *ah cuch cab* (*ibid.*, p. 33)[183]. L'hypothèse du recrutement par le lakam rejoint en quelque sorte celle du chef de lignage, puisque Lacadena (*ibid.*, pp. 38-39) suggérait que les unités résidentielles principales des quartiers identifiables (on identifie ces quartiers avec leur unité principale à La Joyanca, Lemonnier 2011 mais aussi à Naachtun, Lemonnier et Cotom Nimatuj 2012 et Hiquet, Sion *et al.* 2018, et dans bien d'autres sites encore, M. E. Smith 2011a) pouvaient être les lieux de résidence des différents *lakam.* On pourrait aussi supposer que les chefs de lignages vivaient, de la même manière, dans les groupes résidentiels les plus complexes et anciens, ce qui permettrait de faire coïncider les deux hypothèses. Dans ce cas, il se pourrait bien qu'au moins une partie des ouvriers soient recrutée dans les quartiers des zones résidentielles, par des responsables vivant dans les unités résidentielles principales, *lakam* ou chefs de lignage. Ce type de fonctionnement est fréquemment observé dans différents types de cités, modernes ou plus anciennes, denses ou « *low-density* » (*ibid.*, p. 54).
Le titre de *lakam* n'apparaît pas, toutefois, au Classique ancien (Lacadena 2008, p. 33), ce qui suscite deux interprétations : d'un côté, on peut supposer que la fonction de *lakam* existait au Classique ancien, mais que les mentions ne nous en sont pas parvenues, puisqu'il s'agit d'un titre relativement mineur qui n'apparaît que sur la céramique, jamais sur des monuments. Or, la céramique du Classique ancien n'est pas un support épigraphique, comme peut l'être beaucoup plus fréquemment la céramique du Classique récent. D'un autre côté, il est possible que le titre et la fonction ne soient apparus que tardivement, avec la complexification croissante de la société (*ibid.*, p. 35).
La reconstitution de la mobilisation pour l'architecture comme contribution fiscale en pays Maya à la période classique tient donc sur un faisceau d'hypothèses, issues en partie de l'épigraphie, en partie de

181 Le roi, les prêtres, les chefs de lignages qui fournissaient la main-d'œuvre, les sculpteurs, et/ou les scribes qui tenaient le registre des contributions fournies par chaque lignage, telle était la bureaucratie responsable du recrutement d'une quantité suffisante de main-d'œuvre non spécialisée et de l'assignation de ces travailleurs aux différentes tâches du projet.
182 « Ou une autre groupe de parenté "en corps" de taille comparable »
183 Hormis dans le cas de sa description des attributions du *ah cuch cab*, Lacadena (2008) ne mentionne pas le recrutement pour la construction publique, et se limite à la perception de l'impôt, sans plus de précision, et à la mobilisation militaire.

l'étude de l'habitat. Les descriptions précises du système de mobilisation sont donc chose rare. Dans un contexte chronologique et politique différent, il existe des chroniques ethnohistoriques qu'il nous semble falloir mentionner, puisqu'elles concernent la construction monumentale publique mésoaméricaine.

Un cas particulier de corvée mésoaméricaine : la construction du Templo Mayor de México-Tenochtitlan selon les chroniques du XVI^e^ siècle

Plusieurs chroniques de l'histoire mexicaine écrites au XVI^e^ siècle (*Crónica mexicana* de Fernando Alvarado Tezozómoc et *Historia de las Indias de Nueva España y Islas de Tierra Firme* de Diego Durán, toutes deux sans doute inspirées d'une « Chronique X », perdue de nos jours) évoquent avec une certaine précision les travaux menés à Tenochtitlan pour les agrandissements successifs du Templo Mayor décidés par Moctezuma Ilhuicamina autour de l'année 1447 puis en 1467 (López Luján *et al.* 2003, pp. 137-138). Bien que ces deux textes aient été publiés par des personnalités nées après la conquête du Mexique, une lecture critique de ces écrits n'est pas inintéressante, puisqu'ils s'inspirent de chroniques et de codex plus anciens, œuvres de membres de l'élite mexica et de leurs descendants (Peperstraete 2007), et qu'il s'agit des plus anciennes descriptions détaillées[184] du mode de construction de pyramides mésoaméricaines qui nous soient parvenues.

En 1447, le *tlatoani* de Tenochtitlan convoqua les dirigeants (ses vassaux) des cités proches, comme Coyoacán, Tetzcoco ou encore Xochimilco. Il leur fut ordonné de convoquer de la main-d'œuvre au sein de leur population et de fournir les matières premières. D'après les chroniques, cette mobilisation obligatoire permit de réunir une grande quantité de main-d'œuvre. La construction, menée à marche forcée, aurait été terminée avec une rapidité encore jamais vue (López Luján *et al.* 2003, p. 138). On comprend donc que dans ce cas, la construction s'est faite en une saison de travail, grâce à l'apport d'une main-d'œuvre nombreuse. Ce cas de mobilisation forcée, *ad hoc* et ponctuelle, orienterait l'interprétation des cas de construction monumentale les plus exceptionnels comme un tribut, plus que comme un impôt, dans le cadre de la discussion proposées par M. E. Smith (2014). Le cas de l'agrandissement de 1467 est plus intéressant encore, car les administrateurs du projet auraient exigé, selon Durán, une tâche spécifique à chaque cité appelée à contribuer (toujours de manière obligatoire, toujours aussi rapidement que possible, toujours, semble-t-il, comme un tribut). C'est ainsi que, selon Durán, « *Tetzcoco aportaría los materiales y la mano de obra para la construcción de la fachada principal ; Tlacopan tendría a su cargo la fachada posterior ; Chalco, la meridional ; Xochimilco, la septentrional ; en tanto que los Mazahuaques contribuirían con la arena, y los pueblos morelenses de Tierra Caliente traerían la cal.*[185]» (López Luján *et al.* 2003, p. 138).

Néanmoins, López Luján *et al.* (*ibid.*, p. 139) considéraient qu'une telle division du travail est peu probable, dans la mesure où les différents côtés de cette étape de la pyramide (de même que ceux des autres étapes) présentent une grande homogénéité aussi bien en ce qui concerne les matériaux que les techniques de construction employées. Or, on verra par la suite que la construction de différentes parties d'un édifice monumental par des groupes distincts se traduit fréquemment par une hétérogénéité notable des matériaux employés et de leur mise en place. Se pourrait-il, tout de même, que la construction ait été supervisée de près par des architectes, garants de l'homogénéité des

184 N'oublions pas la lecture par von Humboldt du « manuscrit du père Pedro de los Ríos » (il s'agit du *Codex Ríos*, anciennement appelé *Codex Vaticanus A*, de rédaction probablement contemporaine à la *Chronique X*). Dans ses *Vues des cordillères et monumens des peuples indigènes de l'Amérique*, on lit que ce codex rapportait « que les habitants de Cholula croyaient, d'après une ancienne tradition, que les briques qui ont servi pour le teocalli avaient été faites dans la province de Tlalmanalco, au pied de la montagne Cocotl, et que des prisonniers avaient été rangés en file de manière à se passer les briques de main en main, sur une distance de plusieurs lieues, de Cocotl à Cholula ». Cette « ancienne tradition » semble toutefois largement mythologique, puisqu'il est aussi rapporté que l'initiateur de ces travaux serait un géant (Humboldt 1816, pp. 114-115).

185 « Texcoco apporterait les matériaux et la main-d'œuvre pour la construction de la façade principale ; Tlacopan aurait la charge de construire la façade postérieure ; Chalco, la face sud ; Xochimilco, la face nord ; les Mazahuas contribueraient avec le sable, les cités de la Tierra Caliente du Morelos se chargeraient d'apporter la chaux. »

techniques mises en place malgré la diversité des constructeurs ? Même dans ce cas, l'homogénéité des matériaux demeure un indice fort en faveur des scrupules de López Luján *et al.* (*ibid.*).

9.1.2.3 Le cas de l'esclavage

L'éventualité que la construction monumentale ait été menée à bien par des esclaves, qui changerait radicalement les implications démographiques de l'architecture, doit être discutée. L'esclavage existait au Postclassique, des Hautes Terres du Guatemala au Yucatán (R. L. Roys 1972). Ainsi, les sociétés k'iché et poqomam (Mayas des Hautes Terres du Guatemala) avaient une organisation pyramidale au sommet de laquelle se trouvaient les nobles, alors que la catégorie sociale la plus basse était celle des esclaves (mais encore faudrait-il mener une étude stricte des formes de ce qui est appelé esclavage dans la tradition locale). On peut consulter, pour des références sur le sujet, Fauvet-Berthelot (1986, pp. 61, 225), en gardant en tête qu'il n'y a pas de définition universelle des droits ou des conditions de vie des esclaves (Testart 1998).
Pour la période classique, on ne dispose que de bien peu d'indices sur l'existence d'un type d'esclavage, les pratiques de mise à mort des prisonniers de guerre, abondantes dans l'iconographie, étant écartées par Testart *(ibid.,* p. 48) du champ de l'esclavage. En l'absence de données épigraphiques, c'est vers l'habitat que plusieurs chercheurs se sont tournés, espérant identifier les demeures d'éventuels esclaves par la piètre qualité de l'architecture. Pyburn *et al.* (1998, p. 56) avançaient l'hypothèse de maisons de travailleurs sans terres, voire d'esclaves, pour expliquer la présence de très petites structures du Classique ancien à Albion Island. Abrams (1994, p. 89) concluait d'une étude énergétique de l'architecture résidentielle qu'aucun élément dans l'habitat ne permettait d'identifier l'existence d'une classe permanente d'esclaves dans la société de Copan au Classique récent.
Cette notion de classe permanente est sans doute un point clé de l'analyse pour la période classique. Des cas ponctuels d'esclavage (probablement des prisonniers de guerre) ne sont pas à exclure, mais ils ne semblent pas avoir constitué une base économique. Testart (1998, pp. 42, 46) remarquait que, dans les sociétés à lignage, comme l'étaient sans doute, au moins théoriquement, les Mayas de la période classique, l'esclave est exclu du groupe de parenté, mais il est inclus (comme les autres possessions) dans le groupe domestique. L'exclusion du groupe de parenté peut n'être que temporaire, avant une adoption, dans le cadre de la stratégie d'extension du lignage, qui est une constante dans ce type de sociétés, où le poids social et économique du lignage se mesure au nombre de ses membres. Il est, dans ce contexte, peut-être vain de chercher dans les petites structures isolées, ou dans des unités résidentielles uniquement composées de structures de ce type, des maisons d'esclaves, qui devaient vivre dans les unités résidentielles avec le reste du groupe (certes, probablement pas dans les résidences majeures des unités). On peut envisager des structures de petite taille en matériaux périssables au sein des unités résidentielles, même si l'on sait par l'exemple de diverses sociétés que tous les esclaves ne vivaient pas, loin s'en faut, dans la misère économique (le cas maya classique n'est pas documenté sur cette question). L'intégration progressive au groupe de parenté permettrait sans doute, sur le long terme, une amélioration de l'habitat, interdisant pratiquement la distinction archéologique des résidences d'esclaves ou de leurs descendants (Testart 1998, p. 46). Ce n'est pas dans ce type de société lignagère « à esclavage » que les esclaves sont suffisamment nombreux pour en faire une base économique *(ibid.,* p. 46). Il est donc probablement inutile de chercher chez les Mayas classiques des quartiers d'esclaves comme on pourrait le faire dans une société « esclavagiste »[186], dans laquelle les esclaves sont une classe nombreuse au rôle économique majeur, ce qui était le cas des sociétés mayas postclassiques, si l'on en croit les données ethnohistoriques (R. L. Roys 1972, pp. 34-35 ; 53). Pour R. L. Roys (*ibid*. p. 35), au Yucatán postclassique, « *A large slave traffic existed, both for export and domestic labor. Slaves were employed for heavy manual labor, working on the farms and in the fishing industry, as carriers on the*

186 Les termes et la distinction sont de Testart (1998).

road and as paddlers in the trading canoes[187] ». Soulignons aussi qu'Udy (1959, pp. 86-87) n'accordait une place que très limitée à l'esclavage dans son étude de la production dans les cultures non industrielles. Il remarquait en effet qu'au sein de son corpus, l'esclavage au sens strict du terme (c'est-à-dire, lorsque l'esclave est considéré comme un bien meuble, ce qui permet d'établir une distinction avec les formes extrêmes du servage - attachement à la terre, mais le travailleur conserve une personnalité juridique - et du péonage - essentiellement fondé sur l'endettement organisé des travailleurs envers leur employeur -) ne joue pas un rôle déterminant dans l'organisation de la production.
En somme, dans le cadre de cette étude, l'hypothèse de la construction monumentale par des esclaves est pour l'instant écartée, même si des esclaves, en situation temporaire avant leur inclusion au lignage, ont pu y participer. Cette participation éventuelle ne change rien, en termes d'implications démographiques, au modèle de recrutement de la main-d'œuvre.

9.1.3 Question de la spécialisation

Pour comprendre la répartition de l'effort de construction au sein de la population, il est souhaitable de déterminer un ordre de grandeur de la part des spécialistes et des travailleurs à plein-temps dans la main-d'œuvre. Ils n'étaient pas, en effet, soumis aux mêmes contraintes d'emploi du temps, comme l'obligation de travailler les champs, et pouvaient se consacrer de manière permanente à l'avancement de la construction, ce qui implique des stratégies de gestion du temps différentes au sein d'un même projet de construction. La question avait été introduite, de manière assez superficielle, par Ricketson et Bayles Ricketson (1937, p. 21). Elle est traitée plus en profondeur par Abrams (1987).

9.1.3.1 Une majorité de travailleurs non spécialisés pour la construction monumentale

Dans un cadre général, Udy (1959, p. 105) concluait de l'analyse de son corpus que la spécialisation des travailleurs est très peu probable dans un système de corvée tel qu'il est envisagé pour les anciens Mayas, système qui a des visées beaucoup plus politiques qu'économiques. Pour concevoir une spécialisation des ouvriers mayas travaillant dans la construction, il faudrait imaginer un système de recrutement complètement différent de la corvée, et impliquant que beaucoup parmi les habitants des cités aient été spécialisés dans la construction, ce qui est très improbable. Il y avait manifestement des travailleurs très expérimentés, connaisseurs des différents types de pierres et de sédiments, des techniques et saisons de construction. Ce n'est pas pour autant que l'on doit nécessairement considérer que la construction était leur activité principale. Il s'agissait, au contraire, très probablement de paysans, comme la grande majorité de la population à cette période. L'activité de production agricole n'entrait pas en contradiction avec la participation à de nombreux chantiers de construction privée ou publique, et par conséquent l'acquisition des connaissances nécessaires (Gillot 2018a, p. 442). Abrams (1987) montrait, par ailleurs, que d'un point de vue des techniques, bien peu de tâches de la construction demandaient la participation de spécialistes. Les techniques d'équarrissage de pierre pour les parements (à distinguer de la sculpture de statues et des bas-reliefs, et plus encore, de la finition des blocs de parement qui pouvaient exiger dans certains cas une maîtrise plus élevée) étaient sans doute apprises dans le cadre de la construction résidentielle privée (Abrams 1987, p. 491 ; 1994, p. 113), lors des mobilisations familiales et festives. Extraction de terre ou de galets, de bois, collecte d'eau et transport des matériaux ne demandaient bien entendu pas les compétences de spécialistes. Selon Abrams (1987, p. 491 ; 1994, p. 112), l'extraction de tuf est suffisamment simple à Copan pour ne pas être obligatoirement faite par des spécialistes. On pourrait toujours discuter le cas de l'extraction de blocs de calcaire en carrière, peut-être plus complexe (Woods et Titmus 1994 considéraient que les blocs mégalithiques préclassiques ne pouvaient être extraits que par des spécialistes), mais des expérimentations ainsi que des observations ethnologiques ont montré que la technique d'extraction

187 « Un marché des esclaves développé existait, à la fois pour leur export et pour les travaux domestiques. Les esclaves étaient affectés aux travaux manuels les plus physiques, travaillaient dans l'agriculture et la pêche, comme porteurs sur terre ou rameurs dans les embarcations marchandes. »

pouvait aussi être acquise par des travailleurs non spécialisés (Gillot 2018a, p. 439). De plus, on sait que des carrières dédiées à l'extraction de pierres pour la construction résidentielle se trouvaient à proximité des unités résidentielles : elles étaient exploitées par leurs habitants, qui dominaient donc les techniques basiques d'extraction et acquerraient une familiarité avec le matériau[188].

9.1.3.2 Les cas particuliers de la production de chaux, de la maçonnerie et de la sculpture

Parce que la fabrication de chaux semble avoir été particulièrement coûteuse (même lorsque l'on envisage des coûts de production inférieurs à ceux qui sont obtenus expérimentalement avec des *caleras* à l'air libre) et parce que la demande annuelle était très élevée, pour la construction monumentale publique comme pour la construction privée et la consommation quotidienne, il est souvent suggéré que ce domaine était l'un des rares dont la gestion aurait été (au moins en partie) aux main de spécialistes, à temps plein ou partiel, pouvant, en cas de besoin, encadrer une main-d'œuvre non spécialisée (Abrams 1987, pp. 492, 494 ; 1994, p. 116 ; Russel et Dahlin 2007, p. 419). Dans le cas spécifique de la Zone Puuc, Seligson *et al*. (2017a) envisageaient une production à temps partiel, en saison sèche, et en complément d'autres ressources économiques.
Abrams (1987, p. 492) émettait dans un premier temps l'hypothèse que la construction (c'est-à-dire, les tâches de maçonnerie) avait pu être menée à bien par des spécialistes, tout en restant ouvert à une deuxième possibilité, selon laquelle les travaux de maçonnerie auraient été effectués par une majorité de non spécialistes, probablement formés dans le cadre de la construction résidentielle, placés sous la direction de quelques spécialistes dont l'existence est suggérée, dans les dictionnaires coloniaux, par les termes fréquents qui semblent désigner des maîtres-artisans spécialisés dans l'édification des murs (Houston 1998, p. 529). La première hypothèse était formulée dans un contexte où Abrams (1987, p. 492) cherchait à évaluer le nombre maximal de spécialistes impliqués dans la construction. Par la suite, Abrams (1994, p. 114) est revenu sur cette hypothèse pour considérer que les tâches de construction pouvaient être menées à bien par une majorité de travailleurs non spécialisés (la deuxième option envisagée au départ). C'est cette dernière hypothèse qui est retenue ici. Certes, les Mayas de Naachtun n'apprenaient, pas au Classique ancien, les techniques de construction de structures voûtées dans le cadre de la construction résidentielle[189], mais ils se familiarisaient avec les techniques d'extraction et de taille sommaire des blocs, et la construction des voûtes pouvait être supervisée ou menée à bien par un nombre très réduit de spécialistes ou de travailleurs expérimentés spécialisés dans ces techniques.
Enfin, comme on l'a déjà évoqué, il est bien possible que la décoration architectonique sculptée, modelée et peinte ait été l'œuvre de spécialistes (Abrams 1987, p. 492 ; 1994, pp. 114-118 ; Gillot 2018a, p. 443). Ces derniers spécialistes, ainsi que ceux qui étaient chargés de la production de la chaux, n'étaient pas tenus par les mêmes délais que le reste des travailleurs non spécialisés et des maçons. Leur travail pouvait se dérouler très en amont du moment effectif de la construction (c'est même particulièrement souhaitable dans le cas de la production de chaux, comme on l'a déjà mentionné) ou, dans le cas des décors de stuc modelés, après la construction (Abrams 1987, p. 492). Même en supposant que les maçons étaient des spécialistes, Abrams *(ibid.,* p. 493) calcule que les spécialistes impliqués dans la construction de la Structure 10L-22 de Copan pouvaient ne représenter qu'1 % de la main-d'œuvre totale.

9.1.3.3 Architectes, administrateurs et gestionnaires

Le cas des décideurs, architectes, administrateurs et gestionnaires impliqués dans les projets architecturaux mais qui ne participaient pas physiquement à la construction est généralement écarté

188 Au Classique ancien, il est vrai que les structures n'étaient pas voûtées, mais les plates-formes et la base des murs demandaient tout de même l'emploi de moellons de calcaire.
189 Nous avons vu que les résidences voûtées sont extrêmement rares, voire inexistantes, dans la Zone résidentielle de Naachtun au Classique ancien.

des calculs de coût de main-d'œuvre. Ils n'étaient pas assez nombreux pour que ces effectifs soient significatifs à l'échelle de précision de ce type de calcul. Abrams *(ibid.,* p. 493) rappelait que l'on trouve généralement, dans les sociétés comparables aux anciens Mayas (voire plus complexes), un seul architecte royal, une charge souvent héréditaire. Quant aux autres responsables, leurs fonctions dépassaient sans doute largement le contrôle et la gestion des chantiers de construction (Abrams 1994, p. 115).

9.1.4 L'organisation du travail : travail segmenté

Même si l'on ne dispose d'aucune donnée précise sur l'organisation du travail pour les ouvriers non spécialisés, on suppose généralement que le modèle suivi pour la construction monumentale était celui de l'organisation segmentée. Il consiste en la division du volume de l'édifice en différents blocs (les segments) que des groupes de travailleurs sont chargés de compléter. En l'absence d'écrits sur l'organisation des chantiers, l'hypothèse du travail segmenté repose principalement sur l'observation de l'hétérogénéité des techniques et de la composition des remblais, souvent organisés en compartiments (Houston 1998, p. 530 ; Wernecke 2005, p. 59-61 ; Keller 2010, p. 194).
L'hypothèse de la segmentation permet donc d'expliquer de nombreuses caractéristiques des vestiges architecturaux, à commencer par l'hétérogénéité des remblais. Il en est de même pour les structures linéaires manifestement bâties par tronçons non nécessairement contigus, comme les chaussées. Dans de nombreux cas archéologiques, il est non seulement manifeste que les techniques de construction employées variaient entre les différents secteurs d'une même étape d'un édifice, mais il semble même parfois que cette hétérogénéité était recherchée, voire accentuée, comme si chaque groupe de travailleurs tenait à se démarquer des autres. Dans ce cas, le mode d'organisation de la construction serait révélateur du mode de recrutement : chaque groupe tenu de contribuer à la construction accomplirait sa tâche d'une manière spécifique.
C'était la lecture que proposait Moseley (1975, p. 193) pour les murs monumentaux de la grande capitale Chimu de Chan Chan et pour les Huacas de Moche, au Pérou. Même si l'interprétation a par la suite été contestée pour Chan Chan (Smailes 2011, p. 57), il semble bien que les pyramides en terre crue de Moche constituent un exemple d'organisation segmentée de la mobilisation, comme le suggéreraient les différents motifs incisés sur les blocs d'adobe, la composition variable des blocs ainsi que l'absence manifeste d'harmonisation des techniques de construction entre les différents secteurs.
Pour en revenir au monde maya, le Projet Chichen Itza de la Carnegie Institution of Washington avait proposé très tôt cette interprétation pour la construction du Temple du Chac Mool. La fouille de l'édifice avait permis de mettre en évidence l'existence de cellules de construction successives, d'un volume régulier, proche de 3,82 m^3, dont les extrémités étaient marquées d'une incision sur les murs de la structure sub (E. H. Morris *et al*. 1931, pp. 146-156). Ils supposaient donc qu'il incombait aux groupes de travailleurs de construire une cellule de remblai au format délimité par avance.
L'hypothèse du travail segmenté est couramment employée pour expliquer la construction des chaussées. Bolles et Folan (2001) rapportaient qu'on trouve dans les environs de Coba les vestiges d'un *sacbe* abandonné en cours de construction, sous la forme de segments, non connectés les uns aux autres. Cela pourrait indiquer que différents groupes étaient chargés de mener à bien la construction de ces segments. Chacun des groupes concernés complétait la section qui lui était assignée, indépendamment de l'unité formelle de l'ensemble et de l'avancée des autres groupes, un modèle d'organisation encore observé au XX^{e} siècle au Mexique (*ibid*.), et que ces auteurs identifiaient dans plusieurs cas archéologiques yucatèques. Ce type d'organisation est particulièrement visible pour les chaussées inter-sites. Keller (2010, p. 194) adoptait le même point de vue pour la construction du *Sacbe* 1 de Xunantunich ainsi que pour différents soubassements de la même cité (*ibid.*, p. 196).
A Naachtun, Michelet (2016, p. 483) interprétait l'extrême hétérogénéité du remblai de la Structure I (le Complexe triadique du Groupe C), comme un indice de la mobilisation de différents groupes de travailleurs ayant pour consigne de remplir un volume déterminé de remblai, avec pour seule obligation de contribuer à la solidité de l'ensemble. Parfois constitué en majorité de pierres amorphes de grande

taille, le remblai est, en d'autres secteurs de la structure, formé par un amalgame solide de pierres plus petites et d'un mortier de terre argileuse noire. L'hétérogénéité de ce remblai, comme de celui de la Structure XXVII ou de la *Perdida* a pu être confirmée par nos propres observations dans les tunnels de pillage (Hiquet 2018).

9.1.5 La durée de la journée de travail

La durée quotidienne de travail pour les tâches physiques les plus exigeantes est estimée, en milieu tropical, à cinq heures. Pour des travaux moins épuisants que le transport des matériaux ou le travail en carrière, la plupart des chercheurs prennent en compte une journée plus longue, par exemple huit heures. Erasmus (1965, p. 283), qui est l'un des premiers à proposer ces chiffres, avait pu observer que les tâches les plus physiques, telles que l'extraction ou le transport des matériaux, ne pouvaient guère être menées sur une durée de plus de cinq heures, de l'aube à la mi-journée. Au-delà, on observe en effet une diminution marquée du rendement des travailleurs. Mais il est vrai qu'un tailleur de pierre ou un maçon est à même de mener à bien son travail sur une plus longue durée quotidienne (Erasmus 1965, p. 293). La durée moyenne de la journée de travail, plus ou moins épuisant, est donc assez largement acceptée (Aaberg et Bonsignore 1975, p. 46 ; Arnold et A. Ford 1980, p. 718 ; Abrams 1994, p. 43 ; Eeckhout 2002, p. 205 ; Peterson et R. D. Drennan 2011, p. 131 ; Kim 2013, p. 231 ; Murakami 2015, p. 268). Il est toujours possible d'imaginer des modes de mobilisation plus intensifs, en fonction de l'idée que l'on se fait du système social maya. Un modèle d'exploitation extrême des travailleurs, tel que suggéré par E. H. Morris *et al.* (1931) peut être testé : après tout, on sait que la journée de travail dépassait parfois très largement les huit heures dans les établissements industriels européens du XIX^{e} siècle, mais ces systèmes d'exploitation du travailleur se placent dans un contexte économique qui nous semble bien peu compatible avec celui de la construction des structures monumentales des épicentres des cités mayas. Aaberg et Bonsignore (1975, p. 46) modélisaient la construction de la Pyramide du Soleil à Teotihuacan avec des journées de cinq heures, mais pour nuancer leur étude, ils ont aussi utilisé, de manière heuristique, des journées de travail de sept et neuf heures, qu'ils considèrent par ailleurs comme improbables. C'était aussi le cas de Ricketson (Ricketson et Bayles Ricketson 1937, p. 21), qui proposait d'abord, pour le transport de terre dans le cadre de la construction du Groupe E de Uaxactun, une journée de huit heures, puis ramenait ce chiffre, jugé peu réaliste, à quatre heures. Citons le cas, extrême, suggéré par Lancaster (2019, p. 97), pour qui la construction en Sicile archaïque se faisait par des journées de travail de douze heures, dont dix heures effectives, et ce 220 jours par an.

9.1.5.1 Étude de cas sur la corvée au Mexique central peu avant la conquête : les réponses à la cédule royale du 20 décembre 1553

En 1553, Charles Quint, soucieux de réduire la main-mise des *encomenderos*[190] sur les ressources obtenues de la colonisation de la Nouvelle Espagne et de réajuster au profit de la couronne la fiscalité coloniale, demanda aux notables et religieux en poste au Mexique d'établir auprès des anciens des comptes-rendus de la fiscalité précolombienne. Il reçut plusieurs réponses, qui constituent des documents aussi précieux que sujets à caution sur la fiscalité et la corvée au Mexique central avant la conquête. Puisqu'il s'agissait de consulter les indigènes sur le poids des impôts les concernant, en les comparant à ceux qui étaient en place avant la conquête, il ne serait guère étonnant que le poids de la contribution pré-coloniale ait été assez largement minoré par les informateurs consultés, ce qui constitue donc une limite à ces documents. Parmi ces réponses, on trouve celle de l'auditeur à l'audience royale de Mexico Alonzo de Zorita, traduite et commentée en français par Ternaux-Compans (1839) puis en anglais par Keen (1963).

190 Le terme désigne les colons espagnols placés à la tête de grands domaines agricoles et miniers et bénéficiant à titre gratuit du travail des indigènes qui y étaient regroupés par la force.

Alonzo de Zorita épousa la cause des indigènes et ses écrits révèlent un parti pris systématique en leur faveur, qui nuit certainement à la crédibilité historique du témoignage. Il dépeint en effet l'existence idyllique des contribuables avant l'arrivée des Espagnols, dans une société faite de bienveillance, de sobriété et de bonne volonté. Parfois, la description de la supposée organisation précolombienne par Zorita semble constituer un négatif exact du système d'*Encomienda* et de ses abus. Ce parti pris est donc à prendre en compte à la lecture du passage concernant la construction monumentale. Il est vrai, toutefois, qu'il est nuancé dans d'autres écrits de Zorita, sur les questions d'idolâtrie, qu'il condamnait durement (Lesbre 2000).

« Les travaux en commun se font très-volontiers, parce qu'encore qu'ils soient peu robustes, ils travaillent beaucoup lorsqu'ils sont réunis. Six travailleurs indiens ne font pas tant d'ouvrage qu'un seul Espagnol, car leur nourriture étant légère ils ont peu de force. Les temples, les habitations des chefs et les édifices publics étaient toujours construits en commun. Lorsqu'ils sont réunis en grand nombre, ils sont fort gais. Aussitôt la pointe du jour, et dès que le froid du matin était passé, ils sortaient de leurs maisons après avoir pris un léger repas conforme à leurs usages et à leur pauvreté, et qui leur suffisait. Ils travaillaient un peu, comme ils le pouvaient, sans qu'on les pressât ou qu'on les maltraitât. En hiver et dans le printemps, afin d'éviter la rigueur du froid, ils quittaient le travail de très-bonne heure, avant que la fraîcheur du soir ne se fit sentir, car tous en général sont nus ou portent sur eux si peu de vêtements que c'est comme s'ils n'en avaient pas. Pour peu qu'il plût, ils se mettaient à l'abri, parce que, pour quelques gouttes d'eau qu'ils reçoivent, ils frissonnent de froid. Ils se rassemblaient et s'accompagnaient à leurs maisons, qui sont très-petites, bien abritées et remplacent pour eux les habillements. Leurs femmes y avaient allumé du feu et préparé leurs repas ; ils se réjouissaient avec elles et leurs enfants ; aussi jamais n'a-t-il été question de les payer pour ces travaux. C'est ainsi que les églises et les couvents des villages se sont construits avec beaucoup de facilité et de gaieté. Ces édifices, loin d'être aussi somptueux que quelques personnes le disent, sont très-modestes en tout et seulement conformes au besoin. » (Ternaux-Compans 1839, p. 265).

Zorita écrivait ce passage dans un but précis : démontrer que ce sont bien les sévices infligés par les Espagnols[191] (comme la participation forcée aux grands travaux publics) qui ont provoqué la dépopulation, et non les pratiques précolombiennes, comme l'excès de travail consacré à la construction monumentale. Dans cette optique, il exagérait sans doute la faiblesse physique des Indiens, décrits comme faibles et inaptes aux durs travaux physiques. On trouve toutefois dans ce passage des évocations concordant avec des observations ethnologiques rapportées par Udy (1959) sur l'atmosphère bon enfant pouvant régner dans les chantiers collectifs, où le nombre de travailleurs est largement supérieur à celui qui est strictement nécessaire aux tâches à mener à bien. Zorita décrivait ainsi la reconstruction de Mexico par des travailleurs locaux : « Lorsque pour porter des matériaux ils se réunissent en nombre considérable, ils ont coutume de chanter et de jeter des cris pour moins éprouver de fatigue : ces cris se faisaient entendre nuit et jour, car la ville se construisit avec la plus grande célérité dans les deux ou trois premières années. » (Ternaux-Compans 1839, p. 275).

Notons aussi que, bien que la question de la cédule royale portât sur la situation mexicaine, Zorita précise (*ibid.*, p. 271) que l'organisation qu'il décrit pour les travaux publics existe également dans toutes les contrées qu'il a visitées. Or, on ne peut lui retirer le fait d'avoir été l'un des rares chroniqueurs à avoir connu personnellement et la Nouvelle Espagne, et la Capitainerie du Guatemala, et la Nouvelle-Grenade.

D'autres réponses à la cédule royale ont été émises, souvent par des religieux. Fray Nicolás de Witte rapportait que chez les Huastèques de Pánuco, l'impôt était modeste et tout à fait supportable pour le peuple, qui ne devait la corvée qu'une à deux fois par an (Keen 1963, p. 278). Chez les Huastèques de Metztitlán, qui n'avaient pas été soumis à la domination mexica, ce sont des esclaves (sans doute des prisonniers de guerre de ce peuple belliqueux) qui menaient à bien les tâches les plus rudes, libérant ainsi le reste de la population d'une grande partie du poids de la corvée nécessaire à la guerre et à l'entretien des nombreux temples (*ibid.*, p. 278).

191 Laïcs, l'Eglise étant dégagée de toute responsabilité.

Les franciscains Fray Toribio de Motolinía et Fray Diego de Olarte décrivirent la situation à Cholula : il y était confirmé qu'un impôt régulier était dû à la Triple Alliance[192], sous la forme de nourriture et de produits de luxe, mais que cela pouvait aussi inclure, pour les populations soumises sans combattre, la participation aux campagnes militaires mexicas et aux grands travaux publics (Keen 1963, p. 281 ; Carrasco 1967, p. 128).
Le dominicain Fray Domingo de la Anunciación répondait qu'à Chimalhuacán, en plus de l'impôt dû par les gens du commun aux seigneurs locaux, il fallut, sous le règne de Moctezuma II, contribuer fiscalement aux demandes de la Triple Alliance. Cela se faisait par l'envoi de maïs et par la participation aux campagnes militaires, mais il fallait aussi, 2 à 3 fois par an, amener des pierres, du sable et du bois pour contribuer à la construction de Tenochtitlan (Keen 1963, p. 283).
Bien évidemment, le contexte géographique, politique et chronologique est éloigné des Mayas du Classique ancien, mais il s'agit de rares témoignages du système de corvée mésoamericain pour la construction publique qui, pris avec prudence, peuvent donner de précieuses pistes sur les modes de mobilisation de main-d'œuvre et d'obtention de matériaux de construction dans le monde précolombien.

9.1.6 Pourquoi travailler ? Coercition, motivation, récompenses

Afin de mieux modéliser la mobilisation, il convient d'en analyser les ressorts et les conditions. Selon Udy (1959, p. 100), la participation à la production dans un contexte non industriel s'explique par trois grands ressorts institutionnels : l'obligation de participer à la production, les sanctions en cas de refus de participation et les récompenses prévues. Un quatrième facteur, sans doute moins rationnel, peut être ajouté, celui de la fierté de contribuer à un objectif commun, souvent teintée de sens religieux. Ce quatrième facteur pourrait se rapprocher d'une forme non directement matérielle de récompense. Notons d'ailleurs qu'Udy (*ibid.*, p. 105) reconnaissait devoir laisser de côté, dans son analyse des différents types de récompense, le prestige et l'estime tirés par les travailleurs, faute de données comparatives suffisantes. Il ne pouvait pas non plus quantifier les mécanismes de motivation (« incentives »), qui sont tout de même évoqués dans la littérature spécialisée sur l'organisation du travail (*ibid.*, pp. 114-115). Parmi ces mécanismes de motivation desquels on attend qu'ils améliorent le rendement, citons une très probable volonté de la part des travailleurs de soutenir le rythme de travail de leurs pairs (Erasmus 1956, p. 450). On trouve également le travail ponctué par un chant collectif rythmé, généralement rencontré dans les travaux agricoles mais qui peut aussi concerner la construction, au moins résidentielle (Ternaux-Compans 1839, p. 274 ; Erasmus 1956, pp. 459, 452 ; Udy 1959, p. 114). La compétition (entre individus d'un même groupe de travailleurs ou entre groupes de travailleurs lorsque les effectifs sont suffisants) est une source de motivation fréquemment citée pour l'agriculture, la chasse et la pêche (Erasmus 1956, p. 449 ; Udy 1959, p. 115). Dans la littérature sur la quantification du coût énergétique de l'architecture, elle apparaît fréquemment dans la description des expérimentations d'extraction, de transport ou de construction (Erasmus 1965 ; Stavrakis-Puleston 2015). Quand des travailleurs mayas sont sollicités, il est fréquent qu'ils redoublent d'effort devant l'opportunité qui leur est offerte de valoriser leur culture et celle de leurs ancêtres. Enfin, on évoquera par la suite l'observation répétée du « plaisir » et du divertissement (Udy 1959, p. 115) associés à la participation à certains travaux collectifs, en particulier la construction, au moins résidentielle.
Il est possible que le rendement des travailleurs soit influencé par le mode de recrutement et le type de construction à mener à bien. Dans le contexte de la construction résidentielle privée, il arrive que la mobilisation de type familial et réciproque exige de la famille demandeuse des travaux l'organisation de divertissements pour les travailleurs, en plus de la nourriture, qui se doit d'être aussi élaborée et abondante que possible. Dans ce cadre, l'aspect social du regroupement des travailleurs l'emporte fréquemment sur l'efficacité économique et il est manifeste que le rendement est très largement

192 L'expression est un euphémisme pour désigner l'Empire Mexica, théoriquement une coalition de trois cités, mais en pratique très vite totalement dirigé par Tenochtitlan.

inférieur à ce qu'il serait si des ouvriers engagés par contrat se chargeaient du même travail. C'est notamment ce qui est observé chez les Popolucas des Etats de Veracruz et Oaxaca (Udy 1959, p. 76) ou, dans le contexte des grands travaux agricoles, chez les Hopi *(ibid.,* p. 74). Ces événements, pour lesquels une réciprocité est attendue, attirent généralement bien plus de travailleurs que nécessaire (comme dans la construction résidentielle Bisaya, aux Philippines), ce qui nuit évidemment à leur efficacité d'un strict point de vue rationnel *(ibid.,* p. 78). On se trouve, ici, à l'opposé des théories d'optimisation de coût énergétique et d'élimination des goulots telles que proposées par Goldratt (voir le Chapitre 3).
Pouvait-il en être de même dans le cadre de la construction monumentale publique, alors que le recrutement était probablement forcé ? C'est ce que l'on semble pouvoir conclure de la chronique de Zorita sur le système de corvée chez les Mexicas (Ternaux-Compans 1839), même s'il faut la lire avec un recul certain. Il existe en tout cas de nombreux exemples indiquant que la fierté de la participation au travail commun traditionnel jouait un rôle dans la motivation des travailleurs (Udy 1959).

9.1.6.1 La récompense : aspects mesurables et matériels

On peut se demander si la participation à la corvée pour la construction impliquait une forme de récompense pour les travailleurs. Notons d'une part que les systèmes de recrutement qualifiés par Udy (1959) de bureaucratiques ont tendance à inclure une récompense, équilibrée entre la simple main-d'œuvre et les administrateurs et responsables (*ibid.*, 102, *Proposition* 48). Cependant, là où l'obligation de participer à la production est très forte, avec des sanctions prises à l'encontre de ceux qui s'y soustrairaient, on rencontre plus facilement des systèmes de récompense très déséquilibrés en faveur des responsables et administrateurs et au détriment de la main-d'œuvre, c'est-à-dire le système « *unbalanced leiturgical* » dans les termes choisis par Udy (1959, p. 103).
Une certaine forme de récompense n'est donc pas totalement exclue, même dans le cadre de la corvée obligatoire. Guderjan (2005, p. 134) a proposé l'hypothèse que la très grande quantité d'objets de jade retrouvés en contexte résidentiel non-élitaire du Classique ancien à Blue Creek (il s'agit de quantités très largement supérieures à celles retrouvées pour le Classique récent) pouvait correspondre à des récompenses de la part des élites royales pour service rendu. La récompense peut aussi prendre la forme d'un banquet, qui n'est en aucun cas réservé exclusivement au modèle de recrutement festif sans réciprocité. Il est évidemment pratiquement impossible de vérifier la validité de telles hypothèses.

9.1.6.2 Aspects non-mesurables et immatériels

Pour de nombreux chercheurs, il ne faut pas se limiter à la seule crainte de sanctions pour expliquer la mobilisation (Kaplan 1963, p. 402). Il est tout à fait possible que la participation à la construction monumentale ait éveillé des sentiments de fierté de contribuer à l'édification d'une réalisation spectaculaire. Il est aussi probable que la ferveur religieuse ait joué un rôle non négligeable dans bien des cas : pour Becquelin, Breton *et al.* (2001, p. 207), c'est le sens religieux, plus que l'autorité des élites, qui a permis la mobilisation nécessaire à la construction monumentale au moins dans les Hautes Terres au Postclassique (mais M. Drennan et M. J. Kolb 2019, p. 60 minimisaient cet aspect pour la construction monumentale en Égypte ancienne). Notons aussi que dans son discours pour justifier la construction du *Templo Mayor* (discours qui a dû être modifié par les chroniqueurs écrivant plus d'un siècle après les faits, dans un cadre monothéiste), le *Tlatoani* avance, pour convaincre les contributeurs, la nécessité de construire une grande demeure pour « le » dieu, à la mesure de sa grandeur (López Luján *et al.* 2003). Si le contexte est sans doute monothéisé, on imagine bien que l'argument religieux pouvait être employé pour justifier ce qui apparaît en fait plus comme la volonté d'un souverain impérialiste de maintenir son pouvoir et son prestige sur ses vassaux. Le sens religieux des populations pouvait donc, selon certaines interprétations, être manipulé par les élites dirigeantes pour faire accepter l'effort de construction d'édifices servant les stratégies de consolidation du pouvoir (Trigger 1990, p. 122). Enfin, la participation collective aux travaux accentuerait la cohésion sociale de la communauté (Kaplan 1963, p. 402 ; Abrams 1994, p. 92 ; Golden et Scherer 2013) et renforcerait l'implantation de l'idée d'une

identité partagée (voir Kim et Heo 2019, pp. 48-49 sur la construction de remparts très monumentaux en Corée après l'annexion de nouveaux territoires). Il est probable que les élites aient également joué sur ces ressorts pour encourager la participation répétée des populations à la construction.
Le terme de corvée ne doit donc pas nécessairement éluder les aspects positifs, voire ludiques, de la participation à un projet collectif. Même la souffrance peut prendre une tournure positive si l'on considère le sens religieux dont faisaient probablement preuve les travailleurs. Mais nous verrons *infra* que la participation à la construction peut tenir lieu de châtiment dans certaines sociétés. Tout dépend, sans doute, de l'intensité exigée dans le travail par les commanditaires.

9.1.7 L'identité des travailleurs

9.1.7.1 Identité biologique

Il arrive que le terme « hommes » soit utilisé, dans ce travail, comme un synonyme de travailleur. Précisons que l'emploi de ce terme ne présume en aucune manière du sexe ou de l'âge des travailleurs, « homme » prenant bien évidemment, ici, son sens collectif « d'exécutant, militaire ou civil, dans une hiérarchie, une équipe », synonyme d'ouvrier[193]. Toutefois, si l'on n'exclut a priori aucunement la possibilité que des femmes et des enfants aient participé aux activités de construction monumentale (de même qu'Abrams et McCurdy 2019, p. 4), les observations ethnologiques montrent systématiquement, pour la zone maya, une participation très majoritairement (voire exclusivement) masculine aux tâches de construction (Wauchope 1938, p. 139 ; Carrelli 2004 ; Abrams 1994, p. 111). Il est, en réalité, bien possible que la répartition sexuelle des activités ait obéi à de fortes contraintes, souvent justifiées par des questions rituelles. La production de la chaux est un bon exemple de ce type de répartition, puisque les observateurs de cette activité ont systématiquement relevé (et ce, depuis les premières chroniques du XVI^{e} siècle) qu'il s'agissait d'une production exclusivement masculine, les femmes étant strictement écartées des *caleras*, pour des raisons rituelles liées à leur fertilité, pouvant interférer avec le bon déroulement du processus de formation de la chaux, perçu comme la naissance d'une entité féminine : voir, à ce sujet, la discussion de Schreiner (2003, p. 481). En revanche, la distribution de la chaux (plutôt, toutefois, pour son usage domestique) par les femmes est non seulement permise, mais en plus, souhaitable (*ibid.*, p. 482). On voit donc bien que la répartition des tâches selon le genre pouvait obéir à des logiques fort différentes de ce qu'une pensée féministe actuelle pourrait envisager (voir également Erasmus 1956, pp. 447, 452).
En ce qui concerne l'âge des travailleurs, Abrams (1994, p. 111) rapporte des études ethnologiques selon lesquelles les jeunes hommes disposeraient de connaissances et d'une maîtrise technique suffisantes pour apporter leur contribution à la construction dès l'âge de 12 à 13 ans. En effet, les jeunes garçons seraient progressivement familiarisés avec les techniques de construction résidentielle dès leur enfance (Wauchope 1938, p. 140). Cette familiarité avec la construction résidentielle devait permettre une adaptation relativement aisée aux tâches de la construction monumentale et à leur organisation. Même s'il est vrai que les résidences maçonnées et voûtées étaient rares au Classique ancien, on trouvait fréquemment, dans la construction résidentielle comme dans la construction monumentale publique, des soubassements structurellement assez semblables quoique de dimensions bien différentes.
Il existait sans doute une répartition sexuelle des tâches, ainsi que, bien sûr, une sélection en fonction de l'âge. Ces critères démographiques limitent nécessairement la main-d'œuvre potentielle pour la mobilisation, ce dont il faut tenir compte dans notre modélisation. Si la famille nucléaire comptait deux adultes et deux ou trois enfants, il est ainsi très improbable que la mobilisation pour la construction ait concerné plus de 40 % de la population totale (2 personnes sur 5).

193 Définition du *Petit Robert*.

9.1.7.2 Identité sociale

Une autre question consiste à déterminer quelles étaient les classes de la société impliquées dans le travail physique de construction. Une vision intuitive suggérerait que les tâches de construction, souvent ingrates, auraient été réservées aux niveaux sociaux les plus défavorisés. Il faut apporter quelques nuances à cette idée, laquelle comporte tout de même un certain degré de réalité (au point que dans bien des cultures, la peine des condamnés pouvait inclure la participation aux travaux de construction monumentale : voir, entre autres, Loewe 1999, p. 1021, sur la Chine ancienne). Nous considérons que la majorité de la main-d'œuvre était constituée par des gens du commun, mais il convient de définir les limites sociales de la population susceptible d'être mobilisée. On verra qu'elles étaient probablement assez floues.

Tout d'abord, on sait qu'en Mésoamérique, et au moins chez les Mexicas, la noblesse était soumise au paiement de taxes sur la terre, quelles qu'aient été ses revendications postérieures et opportunistes auprès de l'administration fiscale coloniale (Carballo 2012, p. 247 ; M. E. Smith 2014, p. 20). Dans le cadre de la construction monumentale, en revanche, M. E. Smith (2014, p. 21) rapporte que la participation à la corvée ne concernait que les *commoners,* mais que tous les foyers y étaient soumis. Il n'est pas précisé si certains roturiers au statut économique ou social privilégié, comme par exemple de grands guerriers, étaient également exemptés. On sait quand même que chez les Mexicas, les novices du culte avaient pour devoir de participer à la construction monumentale (López Luján *et al.* 2003, p. 140).

Mais revenons directement à la population qui nous concerne, celle de Naachtun. On peut raisonnablement supposer que les membres de l'élite noble n'étaient pas tenus de participer directement à l'effort physique[194]. Quelle proportion de la population était ainsi écartée ? Dans leur chapitre introductif à *Ancient Maya Commoners*, Lohse et Valdez Jr. (2004, p. 2) considéraient que les gens du commun représentaient, selon le point de vue envisagé, entre 80 et 98 % de la population totale (voir aussi Sabloff, 2019 : 255). Au classique ancien, la part de la noblesse de sang royal (qu'il est important de distinguer, dans cette discussion, des couches inférieures des élites politiques et sociales) était probablement plus restreinte qu'au Classique récent, et nous l'évaluons à bien moins de 10 % de la population. On suppose qu'ils vivaient dans des palais se trouvant peut-être dans le secteur du Complexe à enceinte ou au nord de la Place Est de l'Épicentre, à proximité du Complexe Ouest du Groupe B. Dès lors, on suppose que ces personnes ne font pas partie de la population calculée au Chapitre 7, et que le poids de cette catégorie sociale était quantitativement négligeable (nous ne prétendons aucunement à ce que notre estimation de population ait une précision de ne serait-ce que 10 %).

Qu'en était-il des habitants au plus haut statut économique et social vivant dans la Zone résidentielle ? La question est double : il s'agit, d'une part, de déterminer si la Zone résidentielle n'était occupée que par des familles de rang social élevé, et d'autre part, si les membres des familles de rang social élevé étaient tenus ou non de participer à l'effort de construction monumentale. La vision concentrique consistant à considérer que les habitants des unités résidentielles les plus proches de l'épicentre jouissaient d'un statut social privilégié, et que ce statut décroissait à mesure que l'on s'éloignait de l'épicentre, semble aujourd'hui largement infondée, et a été invalidée par de nombreuses études. En réalité la question était mal posée, car le modèle concentrique est occidental. Son application au monde maya venait essentiellement de la fameuse description de Mayapan par Diego de Landa (Brasseur de Bourbourg 1864, p. 91), qui se justifiait jusqu'à un certain point dans ce cas précis, mais n'est pas applicable aux centres classiques. Arnold et A. Ford (1980, p. 724) démontraient qu'à Tikal, la proximité d'une unité résidentielle à l'épicentre n'était aucunement liée au statut social de ses habitants, pour autant que le coût de construction résidentielle soit révélateur de ce statut. Il en est de même à Caracol (A. F. Chase et D. Z. Chase 2016, p. 6). Inomata (2008, pp. 177-178) n'observait à Aguateca qu'une très faible corrélation (elle existait tout de même) entre la taille des unités résidentielles, censée être un

194 Abrams (1994, p. 101) rappelle tout de même que dans le contexte féodal européen, il pouvait arriver que des nobles participent physiquement à la construction pour des seigneurs de plus haut rang, afin de mener à bien un projet dans les délais convenus. Il semble s'agir de cas relativement exceptionnels.

marqueur de statut social, et leur proximité à l'épicentre. La zone résidentielle adjacente aux épicentres n'était donc aucunement réservée aux membres de l'élite, pas plus que les secteurs éloignés, aux couches sociales inférieures. La typologie morphologique des unités résidentielles de Naachtun nous permet d'ores et déjà, en l'attente d'une analyse spatiale plus poussée combinée à des fouilles extensives, d'écarter ce modèle, parce que les unités résidentielles les plus grandes, dotées de l'architecture résidentielle la plus imposante (et dans lesquelles nos sondages ont permis de mettre au jour le matériel le plus luxueux - céramique, pierre verte, objets de coquillage, albâtre ...) se trouvent en marge de la Zone résidentielle, et non à proximité de l'Épicentre.
Si l'on considérait que les habitants de la Zone résidentielle formaient partie d'une certaine élite, et qu'ils étaient exemptés de participation aux travaux collectifs en vertu de ce statut social, alors il faudrait démontrer l'existence d'un très grand nombre de logements (invisibles) non élitaires dans les alentours de Naachtun, ayant accueilli une population par définition bien plus nombreuse que les supposées élites (moins de 10-15 % de la population totale) vivant dans les unités résidentielles visibles : il semble bien qu'une telle masse de vestiges n'existe pas, même s'ils n'ont pas fait l'objet d'une recherche spécifique à Naachtun (voir également la discussion de Tourtellot 1988, p. 100). Il serait, de plus, infondé de supposer qu'il existait une homogénéité sociale au sein des grandes unités résidentielles (M.-C. Arnauld, Michelet et Nondédéo 2013, p. 471 ; A. F. Chase et D. Z. Chase 2014, p. 11). Certes, c'est dans ces unités que résidaient les membres des grandes familles, mais il existait très probablement une porosité sociale, qui faisait que des familles d'un rang inférieur avaient toujours la possibilité de réussir un mariage avec un membre d'une famille de rang plus élevé, ou de créer des relations de réciprocité. Nous écartons donc l'idée selon laquelle la Zone résidentielle de Naachtun n'était occupée que par des familles de classe élevée. Par conséquent, nous écartons également l'objection parfois formulée selon laquelle les occupants de la Zone résidentielle de Naachtun n'étaient pas concernés par la participation à la construction monumentale, au prétexte qu'ils jouissaient d'un statut social trop élevé pour être mobilisés dans le cadre de la corvée.
Il apparaît que la Zone résidentielle n'était pas occupée que par les familles des élites. D'autre part, on peut s'interroger sur la possibilité que les élites intermédiaires aient été soumises à la mobilisation pour la construction monumentale. Selon Abrams (1995, p. 210), les élites royales (donc l'État) percevaient une contribution de tous les lignages, sous la forme de journées de travail consacrées à la construction et peut-être à l'agriculture. Il est vrai que selon l'hypothèse du mode de recrutement de la main-d'œuvre précédemment présentée, les chefs de lignage pouvaient avoir la responsabilité du recrutement et par conséquent la possibilité de le répartir sur des familles affiliées de moindre rang, ce qui écarterait de la corvée les membres des grandes familles, de fait, mais non de droit.
L'analyse détaillée des ossements de l'individu enterré dans la Sépulture 45 de l'Unité résidentielle 5N6 (Goudiaby 2018) démontre que cet occupant, qui appartenait probablement à une couche basse de l'élite du site, a pratiqué une activité physique intense au long de sa vie, impliquant la charge d'objets pesants, des tâches qui laissèrent sur ses articulations des traces bien détectables. Rien n'indique que ces tâches comprenaient la participation à la construction monumentale publique, mais l'analyse ostéologique démontre en tout cas que cet individu, dont l'emplacement de la tombe suggère qu'il pourrait être le fondateur de l'unité dans sa version classique récente (donc, une personne importante dans un groupe socialement relativement important), n'était pas exempté de tâches physiques.
En somme, nous considérons que la Zone résidentielle n'était pas habitée que par les élites, et que ses habitants étaient tenus de participer à la construction monumentale. La répartition effective des travailleurs pouvait, finalement, dépendre des chefs des grandes familles, ce qui empêche l'établissement d'une distinction nette entre Zone résidentielle et arrière-pays, d'autant plus que des mobilités existaient entre ces deux espaces, comme on le verra dans la sous-section suivante.

9.1.8 Les implications spatiales de la mobilisation

L'une des questions centrales dans l'étude de l'investissement énergétique consenti pour la construction monumentale est celle du contexte spatial de la mobilisation. Elle est, dans une certaine

mesure, liée à la question sociale qui vient d'être discutée : où vivaient les travailleurs prenant part aux chantiers ? Pouvait-il ne s'agir que des habitants de la zone résidentielle adjacente à l'épicentre ? Faisait-on surtout appel à des habitants de l'arrière-pays ? On doit, tout d'abord, rappeler qu'il existait une mobilité certaine entre Zone résidentielle et arrière-pays et qu'il n'est donc peut-être pas totalement pertinent d'opposer strictement la population de ces deux zones. Si l'on pousse à l'extrême cette hypothèse de la mobilité, il se peut que la population de la Zone résidentielle et celle de l'arrière-pays ait été en grande partie la même, certains membres du groupe familial pouvant vivre temporairement dans l'arrière-pays (Zetina Gutiérrez et Faust 2011).

Ricketson (Ricketson et Bayles Ricketson 1937, p. 21) avait posé la question de l'espace sur lequel les dirigeants de Uaxactun pouvaient mobiliser de la main-d'œuvre pour la construction monumentale. Cette réflexion avait abouti, de manière tout à fait arbitraire, à l'établissement d'une zone de « *10 miles on the average in all directions*[195] ». C'est cette question de l'aire de mobilisation de la main-d'œuvre pour l'architecture monumentale qui a lancé l'une des toutes premières tentatives de quantification d'une population archéologique maya. On voit bien que dans ce cas, il était supposé que la main-d'œuvre ne provenait pas seulement de la zone résidentielle adjacente à l'épicentre, mais qu'elle était recrutée dans un vaste arrière-pays.

Si des chefs de lignages ou autres percepteurs étaient chargés du recrutement pour les dirigeants, alors le lieu d'habitation des travailleurs, zone résidentielle ou arrière-pays, ne peut être défini. Il appartenait aux personnes chargées de la mobilisation de réunir les ouvriers, quel que soit leur lieu d'implantation, car les principes régissant la mobilisation dépendaient probablement beaucoup plus de l'affiliation au groupe social que de la résidence en termes physique et spatial. Dans la deuxième partie de ce chapitre, nous considérons que la population maximale estimée de la Zone résidentielle peut être une échelle pertinente pour estimer la population mobilisable pour les projets architecturaux publics les plus courants, parce que les chefs de famille pouvaient décider de la mobilisation d'un membre de la famille même si celui-ci se trouvait temporairement sur une parcelle agricole de l'arrière-pays. En revanche, pour les quelques projets architecturaux les plus ambitieux, nous verrons que la mobilisation de travailleurs à l'échelle régionale (en plus de la totalité de la main-d'œuvre pouvant être mobilisée par les familles de la Zone résidentielle) était obligatoire.

Pour Lacadena (2008, pp. 36-37), le recrutement pour la guerre (et peut-être la construction monumentale) par le *lakam* pouvait se faire à l'échelle des quartiers[196], districts ou divisions des cités, quel que soit le nom qu'on leur donne. Encore une fois, il est possible que la définition de ces divisions ait évolué avec le temps : ainsi, la question de la stricte parenté pouvait être primordiale à la création de ces quartiers, puis perdre de son importance au cours du temps, sans toutefois disparaître complètement (*ibid*., p. 37). D'autres critères, tels que la « *cohesión territorial, las obligaciones económicas y tributarias comunes, así como las actividades rituales y religiosas compartidas [...] la tenencia y explotación de tierras comunales o la integración en estructuras mayores en distintos planos de producción económica y conformación de milicia*[197] » pouvaient définir ces divisions de la cité (*ibid*., p. 37).

9.1.9 Question de la durée maximale des campagnes, et de leur compatibilité avec les tâches agricoles

La double question de la durée de la construction demeure. Il s'agit de savoir, d'une part, si l'on cherchait à mener les projets à bien en un seul bloc aussi long que nécessaire, et si tel n'était pas le cas, quelle était la durée des campagnes successives. Les comptes rendus historiques, lorsqu'ils existent, ainsi que les observations ethnologiques sont, dans ce cadre, primordiaux. On l'a déjà mentionné, l'étude d'Udy (1959, p. 11) suggérait que la production est généralement fractionnée dans les sociétés

195 « 10 miles [16 km] en moyenne, dans toutes les directions »

196 C'était l'interprétation de Zorita sur le système mexicain postclassique (Ternaux-Compans 1839, pp. 231, 236).

197 « La cohésion territoriale, les obligations économiques et fiscales communes, ainsi que les activités rituelles et religieuses partagées [...] la gestion et l'exploitation des terres communautaires ou l'intégration à des structures supérieures à divers niveaux de production économique et la formation de groupes armés ».

pré- et non industrielles, ce qui pourrait concerner la construction monumentale et ses coûts élevés. Abrams (1994, p. 129) remarquait, lui aussi à partir d'une analyse culturelle croisée, que les structures publiques peuvent être bâties de manière fractionnée. L'étude détaillée des remblais de certaines structures volumineuses permet d'identifier des couches pouvant correspondre à ces pauses saisonnières de la construction. C'est le cas dans la région Puuc : les constructeurs appliquaient une couche de mortier sur le remblai avant l'arrivée de la saison sèche, puis reprenaient le travail à ce niveau à la saison des pluies suivante (Dominique Michelet, communication personnelle, 2016). Dans le même ordre d'idée (mais avec un calendrier saisonnier inverse), Murakami (2015) observait dans le remblai de la Pyramide du Soleil à Teotihuacan des niveaux compactés par les pluies lors des pauses dans la construction pendant la saison humide.

La main-d'œuvre n'étant pas spécialisée, on considère que la saison de construction était limitée par les nécessités des activités agricoles. Pour autant, il n'existe pas réellement de consensus à l'échelle de l'aire maya sur la saison optimale pour la construction. Au Yucatán, Michelet a observé (communication personnelle, 2016) que l'on construit entre mai et décembre, durant la saison des pluies. Loin de constituer un obstacle à la bonne tenue du chantier, la pluie s'avère très utile puisque la construction demande l'emploi de matériaux humides. Le travail s'effectuant très probablement de l'aube à la mi-journée, il était possible d'éviter les pluies les plus intenses, qui tombent normalement en fin de journée. De nombreux observateurs des travaux de restauration architecturale en zone maya concordent donc sur l'idée que la construction en saison humide est tout à fait plausible (Webster et Kirker 1995, p. 371 ; Gillot, communication personnelle, 2016 ; Muñoz Cosme, communication personnelle, 2018).

Pourtant, on lit aussi fréquemment que la construction devait être effectuée en saison sèche. C'était l'hypothèse d'Abrams (Abrams 1994, pp. 42, 103 ; Abrams et Bolland 1999, p. 284), fondée sur ses observations de construction résidentielle actuelle dans les environs de Copan. A l'heure actuelle, les habitants y privilégieraient la fin de la saison sèche (février-mars sur une saison sèche allant de novembre à avril) pour la construction résidentielle privée, afin d'éviter les pluies tout en n'empiétant pas sur les activités agricoles. Après avoir émis, dans un premier temps, l'hypothèse inverse, Webster et Kirker (1995, p. 376) considéraient pour leurs calculs que la construction se faisait au cours de la saison sèche. Becquelin observait, chez les paysans Ixil des Hautes Terres du Guatemala, une saison de travail de construction (des maisons comme des édifices collectifs) s'étendant principalement de janvier à avril (Becquelin, Breton *et al.* 2001, p. 206). Murakami (2015, p. 275) considérait que la construction ne se faisait, à Teotihuacan, qu'au cours de la saison sèche. Mais il est vrai que la construction à Teotihuacan peut inclure de la brique de terre crue, qu'il faut faire sécher et qu'il est difficile de mettre en place en saison des pluies (voir Smailes 2011, p. 44, ou encore Remise 2019, p. 86, pour des exemples des difficultés logistiques posées par la fabrication et le séchage des briques de terre crue, dans d'autres contextes climatiques).

Si l'une des conditions de la mobilisation de main-d'œuvre était d'éviter d'interférer dans les tâches agricoles, qui permettent la subsistance de l'ensemble de la communauté, il en était probablement ainsi de toutes les mobilisations collectives. Or, Kettunen (2014, p. 102) et Martin (Houston 2019) soulignent que la majorité des mentions épigraphiques de conflits situaient les batailles au cours de la saison sèche (deux tiers des batailles rapportées ont eu lieu en saison sèche, contre un tiers en saison humide selon Kettunen 2014), de façon à éviter les périodes de semailles ou de récoltes. Il en était peut-être de même de la mobilisation pour l'architecture monumentale.

Si les habitants de Copan, localité traversée par un cours d'eau, peuvent se permettre d'attendre la fin de la saison sèche pour construire, c'est peut-être parce qu'ils disposent de suffisamment de ressources en eau tout au long de l'année. Ce n'est pas toujours le cas ailleurs en zone maya : selon Gillot (2018a, p. 117), à Río Bec, site éloigné des sources d'eau permanentes, travailler au cours de la saison des pluies ou dans les semaines succédant au pic de précipitations (lorsque les *bajos* sont en eau) permettait de réduire de manière significative le coût de transport de l'eau nécessaire à la construction monumentale. La situation était donc peut-être différente selon les régions : l'absence de cours d'eau et de *cenotes*[198] devait

198 Dolines d'effondrement permettant un accès à la nappe phréatique, fréquentes au nord du Yucatán.

obliger les habitants de la Zone Puuc (ou d'autres zones isolées des points d'eau) à optimiser leur gestion de l'eau et à compter sur les précipitations pour l'architecture (Carmean *et al.* 2011, p. 155). La question de la gestion des ressources était peut-être moins pressante dans d'autres régions, comme le nord du Petén, où de très nombreux et vastes réservoirs concentraient l'eau au centre des bajos en saison sèche (voir la Figure 4 pour les alentours de Naachtun), ou Copan : il était probablement possible d'y effectuer la construction en saison sèche. Gillot (2018a) souligne avec raison que la période optimale de construction pouvait être le début de la saison sèche, mais dans le cadre de l'architecture monumentale, on ne pouvait concentrer tout l'effort de construction sur ce seul moment, et il fallait donc poursuivre le travail durant plusieurs mois, et donc tout au long de la saison sèche, ce qui, dans les alentours de Naachtun, pourrait avoir été permis par l'aménagement quasi systématique des points d'eau.
La même question se pose pour la saisonnalité de la production de chaux : selon Abrams et Freter (1996, p. 426), la production devait se faire au cours de la saison sèche. Schreiner (2001, p. 359) et Seligson *et al.* (2017b, p. 139) observaient que la pluie avait un effet néfaste sur le rendement de la *calera* (ou même sur un four semi-enterré), pouvant aller jusqu'à empêcher totalement la combustion. Mais, alors que Seligson *et al.* (*ibid.*) concluaient que la combustion se faisait probablement en saison sèche dans la Région Puuc, Schreiner (2001) ajoutait tout de même que dans les Basses Terres du nord, la combustion peut se faire, traditionnellement, en saison des pluies. Russel et Dahlin (2007, p. 421) arrivaient à la même conclusion que Seligson, l'argument principal étant, dans tous les cas, l'extinction naturelle de la chaux par les précipitations.
Comment ces hypothèses se traduisent-elles en termes de temps disponible pour la construction ? Il y a bien longtemps que cette question de morte-saison agricole intéresse les archéologues mésoaméricanistes. Dans un premier temps, une vision de la subsistance des anciens Mayas uniquement fondée sur l'observation ethnologique du système extensif de *milpa* après essartage-brûlis avait conduit certains archéologues à envisager un système simpliste de gestion du temps au long de l'année. Pour Morley et Brainerd (1956, p. 140), un seul agriculteur travaillant sa parcelle avec un système d'agriculture sur brûlis n'aurait (actuellement) besoin que de 48 jours de travail, chaque année, pour subvenir aux besoins de sa famille. Les implications qu'ils en tiraient, qui sont aujourd'hui largement remises en cause[199], ne manquent d'ailleurs pas d'intérêt dans le cadre de notre sujet :

« *If the Maya farmer and his wife are content to do without store-bought extras and if they keep only a few pigs and chickens, he can produce enough corn for his family and limited livestock in only 76 workdays. If he has no livestock at all he can raise enough corn for himself and his family in 48 days. In short, he has between 293 and 317 days out of the year for non-food-producing activities. Here is the surplus time - roughly nine to ten months - during which the ancient Maya ceremonial centers were built ; during which, in the Spanish colonial period, the great churches and other public buildings were erected ; and during which today the hemp fields of northwestern Yucatan are cultivated. With so much free time, the Maya Indian for the last two thousand years has been exploited - first by his native rulers and priests, next by his Spanish conquerors, and more recently by private owners in the hemp fields*[200] » (Morley et Brainerd 1956, p. 140).

199 Voir la critique d'Erasmus (1965, p. 280) sur l'absurdité de la situation décrite par Morley et Brainerd (1956).
200 « Si le fermier maya et son épouse se satisfont de vivre sans biens de confort manufacturés et s'ils élèvent seulement quelques cochons et poulets, il peut produire assez de maïs pour subvenir aux besoins de la famille et des quelques bêtes en seulement 76 jours de travail. S'il n'a pas de bêtes, il peut produire suffisamment de maïs pour subvenir aux besoins de sa famille en 48 jours. En somme, il dispose d'entre 293 et 317 jours par an pour les activités ne tenant pas de la subsistance alimentaire. Inutile de chercher plus loin le temps libre - environ neuf à dix mois - durant lequel les anciens centres cérémoniels mayas étaient bâtis ; durant lequel, à la période coloniale, les grandes églises et les autres bâtiments publics étaient érigés ; et durant lequel, aujourd'hui, les plantations de chanvre du nord-ouest du Yucatan sont cultivées. Avec autant de temps libre, le Maya des deux derniers millénaires a été exploité, d'abord par ses dirigeants et ses prêtres indigènes, puis par les conquérants espagnols, et enfin, plus récemment, par les propriétaires des exploitations de chanvre. »

Cowgill (1962, p. 283) concluait que ce mode d'agriculture après essartage-brûlis laissait aux Mayas « *close to half the total labor supply available for other tasks. Such a labor supply would suffice for construction of the monumental ruins of the Classic Period* »[201]. La moitié du temps disponible pour des travaux autres que l'agriculture de subsistance familiale, c'est aussi la conclusion de Wingard (2013, p. 148) à partir de ses observations de l'agriculture contemporaine à Copan. Mais nous avons vu que d'autres systèmes de subsistance que la seule agriculture sur brûlis devaient être envisagés (voir en 1.1.6). En complément de la *milpa* (*outfield*), l'exploitation plus intensive des parcelles *infield* demandait un investissement certain, à d'autres moments de l'année. Certaines observations ethnologiques nuancent, par ailleurs la vision consistant à séparer une saison des pluies qui serait celle de l'agriculture et une saison sèche au cours de laquelle le cultivateur pourrait délaisser sa parcelle pour s'adonner à d'autres activités. Ainsi, au Yucatán, Redfield et Villa Rojas (1934, p. 42) observaient que : « *The agricultural cycle swings around the entire year; there is no season when some men are not engaged in their milpas*[202] ». C'est ce que confirmait Becquelin pour la région de Nebaj, dans les Hautes Terres du Guatemala, où les tâches agricoles sont réparties tout au long de l'année, durant la saison humide comme la saison sèche (Becquelin, Breton *et al.* 2001, p. 20). McCurdy (2019, p. 219, Fig. 10.6) réunissait des données montrant également que le travail agricole s'étendant sur toute l'année, et allait jusqu'à suggérer que « *agricultural demands are in fact comparatively high during the main dry season*[203] » : le brûlis et les semailles du maïs ont lieu au cours de la deuxième moitié de la saison sèche, et c'est en saison sèche que l'on sème ou récolte de nombreuses espèces (potentiellement cultivées *infield*) et que l'on récolte le miel. Wingard (2013, p. 149) précisait, en revanche, que les tâches les plus intensives ont bien lieu en saison des pluies.

Si la construction était faite au cours de la saison sèche, cela laissait, d'après Abrams et Bolland (1999, p. 284), une fenêtre d'une centaine de jours de travail par an, amplement suffisante pour mener à bien n'importe quel programme de construction résidentielle, ou une fraction substantielle des projets publics plus coûteux. Rappelons tout d'abord que la construction monumentale n'était pas la seule activité à laquelle les gens du commun étaient tenus de participer une fois les semailles passées. Entre autres activités, il fallait aussi consacrer du temps à la construction résidentielle. On a eu l'occasion d'évoquer la question du coût de construction de l'architecture résidentielle non élitaire (Chapitre 3). Abrams (1994, p. 42) avait observé la construction de maisons de torchis dans les alentours de Copan en 1981. Leur coût de construction était compris entre 24 et 160 j-p et la durée moyenne de la construction était d'une trentaine de jours (moyenne : 29,4, écart-type : 9,8, médiane : 30). A Chan Kom, Redfield et Villa Rojas (1934, p. 80) rapportaient les cas d'hommes ayant contribué 16, 38 et 63 jours d'une année à la construction résidentielle. Il est évident que l'apport de ces observations est limité par l'abandon de la construction monumentale dans ses modalités précolombiennes (même si des projets de construction publique de plus grande ampleur que les simples maisons, demandant une mobilisation de l'ensemble des travailleurs, existent encore). Les estimations de coût de construction de structures résidentielles archéologiques du Classique récent vont de quelques centaines à quelques milliers de j-p ; il existait une continuité certaine, sans rupture, dans les différences de qualité, de complexité et de coût énergétique de ces constructions (Arnold et A. Ford 1980, p. 724 ; Carmean 1991, p. 159, 163 ; Abrams 1994, pp. 60-61). Cependant, de manière générale, il est possible que les structures du Classique ancien aient été moins coûteuses que les structures voûtées du Classique récent.

La durée disponible pour les travaux de construction dépend évidemment des conditions locales. Une centaine de jours semble constituer un chiffre raisonnable pour les Basses Terres et la région de Naachtun (voir la Figure 3), mais le climat était différent dans d'autres régions de Mésoamérique. DeLuca (2019, p. 195) considérait par exemple que la construction des structures circulaires de

201 « Près de la moitié de la capacité de travail disponible pour d'autres tâches. Une telle capacité de travail serait suffisante pour la construction des centres monumentaux de la période classique. »

202 « Le cycle agricole court tout au long de l'année ; il n'est pas une seule saison au cours de laquelle des hommes ne travaillent à la milpa. »

203 « La demande pour les travaux agricole est en réalité plus haute durant la saison sèche principale. »

Guachimontones, dans l'État de Jalisco, pouvait se faire sur de plus longues périodes (100 à 150 jours), étant donnée la longueur de la saison sèche locale.

Synthèse

Les données sur les caractéristiques de la mobilisation maya classique sont quasiment inexistantes, et la discussion est compliquée par le fait que l'on méconnaît particulièrement le schéma de l'implantation résidentielle du Classique ancien (on en revient au problème de la nucléation, discuté p.493), de même que l'on méconnaît l'ampleur des inégalités sociales à l'échelle de la Zone résidentielle à cette période. Nous supposons que les disparités étaient moindres qu'au Classique récent. En tous les cas, on observe que les disparités dans la taille (ou plus exactement, le nombre de patios) des unités résidentielles (qui pourraient être un bon indicateur d'inégalités sociales) étaient moindres au Classique ancien qu'au Classique récent. Dans ce contexte, les grandes familles du Classique ancien auraient eu moins d'options que celles du Classique récent pour se soustraire à la corvée. On considère donc qu'il est plausible que la main-d'œuvre pour la construction ait été recrutée dans la Zone résidentielle, même si des habitants de l'arrière-pays ont également très probablement (obligatoirement, dans les cas les plus coûteux) contribué à la mobilisation. La mobilisation pouvait concerner un homme par foyer ou bien quelques hommes appartenant à un lignage ou un quartier (sans obligation pour chaque foyer de contribuer à chaque projet). On testera par la suite la plausibilité de chaque modèle de mobilisation. Mais en réalité, la mobilité probable des populations et le mode de recrutement nuancent la question.
Les données ethnologiques et ethnohistoriques suggèrent que la construction monumentale pouvait être menée à bien au cours de campagnes d'une durée inférieure à une centaine de jours, probablement en saison sèche, même si la construction en saison humide n'est aucunement exclue. Si l'ensemble de ce temps était dédié à la construction monumentale, il restait alors peu de possibilités de procéder à une construction résidentielle élaborée, en supposant que l'on faisait appel à l'ensemble de la population mobilisable. Si, au contraire, la mobilisation pour la corvée était plus courte, ou ne concernait pas l'ensemble de la population mobilisable (plusieurs chercheurs, dont Abrams 1994, évoquent une rotation des familles mobilisées), on pouvait investir dans une construction résidentielle plus ambitieuse. Or, à Naachtun nous remarquons (autant que cela est possible à partir de simples sondages) des dynamiques inversées dans les tendances architecturales au Classique ancien : en Balam I, la construction monumentale publique fit l'objet d'un fort investissement, alors que la construction résidentielle était encore très légère. En Balam II, on trouve de très nombreux épisodes de construction, qu'elle soit publique ou résidentielle privée, mais les coûts de cette dernière restèrent encore assez limités. Quant à Balam III, la situation semble s'être inversée par rapport à Balam I, avec un investissement réduit dans la construction monumentale mais une architecture résidentielle peut être plus ambitieuse. Murakami (2019, p. 279) relevait des dynamiques comparables à Copan entre le Classique ancien et le Classique récent : autour des débuts de la dynastie au V^{e} siècle, l'investissement total dans la construction résidentielle pouvait représenter l'équivalent de 15 à 35 % de l'investissement dans la construction monumentale publique. Au Classique récent, la répartition de l'effort entre la construction résidentielle et la construction publique, difficile à mesurer avec exactitude, était probablement bien plus équilibrée. Murakami (*ibid.*, p. 279) interprète cette dynamique par deux facteurs : la croissance de la population et, d'autre part, une nouvelle répartition des pouvoirs, avec l'apparition d'élites intermédiaires aux pouvoirs croissants. Peut-on suggérer qu'à Naachtun, la demande pour la construction monumentale en Balam I et Balam II était si élevée qu'elle ne permettait pas de consacrer plus d'énergie à la construction résidentielle, ce qui n'était plus le cas en Balam III (voir le Tableau 66) ? Pour répondre à cette question, il faudrait mener une recherche quantifiée ambitieuse sur la construction résidentielle classique ancienne, qui dépasse les objectifs et moyens de cette recherche. On renvoie, tout de même, au Tableau 37, montrant l'augmentation de la surface des patios occupés en Balam III. Rappelons aussi que les indices (qui demanderont confirmation) les plus anciens de construction de structures voûtées dans la Zone résidentielle remontent à Balam III. Il n'est donc pas impossible que l'on observe, en Balam III, un renversement dans l'investissement

architectural, en faveur des projets résidentiels hors épicentre, qui pourraient témoigner d'une évolution des rapports de pouvoir entre la dynastie, peut-être en crise, et certains groupes de la Zone résidentielle, parvenant à récupérer une partie de la force de travail disponible (Hiquet, Sion et al. à paraître).

9.2 La mobilisation en chiffres

9.2.1 Proportion de la population susceptible d'être mobilisée

Nous adoptons la proposition (fondée sur différentes données ethnologiques et historiques) selon laquelle les Mayas de la période classique recrutaient probablement la main-d'œuvre pour la construction monumentale sur le mode de la corvée, une corvée sans doute « modérée » (Abrams 1994, p. 106), avec (autant que possible) un système de rotation des familles sollicitées de manière à répartir le poids de la demande. Mais quelle proportion de la population pouvait être appelée à contribuer à la construction dans ce cadre ?
Pour les Mayas précolombiens, on ne dispose d'aucune source écrite susceptible de nous éclairer sur la quantité d'ouvriers pouvant être mobilisés, et la durée de cette mobilisation, deux aspects qu'il est difficile d'envisager séparément (cependant, le nombre de jours de mobilisation est peut-être l'élément le plus significatif, l'identité précise de l'individu prenant part aux travaux étant secondaire, tant que le groupe envoyait un travailleur). En revanche, les registres ethnographiques et historiques comportent de nombreux témoignages de ce type, pour d'autres cultures.

9.2.1.1 Comparaisons historiques et ethnologiques

Une approche culturelle croisée permet de déterminer un ordre de grandeur des mobilisations envisageables. Il est évident que l'intensité de la corvée est variable et en partie corrélée au type d'organisation politique, et au pouvoir dont disposaient les dirigeants. En partie seulement, puisqu'il existe de nombreuses exceptions, reconnues très tôt, à cette logique intuitive (Erasmus 1965, pp. 281-282). Dans le cadre de son étude sur la construction d'Uxmal, Erasmus (*ibid.*) avait pour objectif initial de comparer le degré de mobilisation des paysans mayas pour la construction à la mobilisation connue dans d'autres cultures mieux documentées, afin d'en tirer des inférences sur le degré de complexité politique des Mayas classiques. Pour ce faire, il citait certains exemples de mobilisation plus ou moins intensive, à commencer (*ibid.,* p. 280) par la corvée Wogeo (une chefferie de Nouvelle-Guinée) pour laquelle un homme adulte par famille nucléaire (c'est, en tous cas, l'interprétation par Erasmus du « *household heads* » des rapports originaux) contribue à hauteur de 40 à 45 jours par an au travail collectif. Les exemples cités par Erasmus (*ibid.*) concernent, cependant, prioritairement les tâches agricoles, c'est pourquoi l'application au cas de la construction monumentale et à ses spécificités logistiques n'est pas complètement évidente. Nous pensons en particulier à l'exemple cité par Erasmus des 500 j-p communautaires par famille et par an exigés dans les kolkhozes ukrainiens après la deuxième guerre mondiale.
Les chroniques ethnohistoriques[204] rapportent qu'à Hawaii, à la veille du contact avec les Européens, et alors que l'archipel n'était pas unifié, la majorité de l'année était consacrée à la subsistance familiale ; 36 jours par an et par famille étaient consacrés au travail collectif pour les élites intermédiaires locales, et 36 autres jours par an et par famille étaient consacrés à la corvée royale, qui impliquait, entre autre, la participation à la construction des grands temples, des routes et des bassins à poissons (M. J. Kolb 1997, p. 271).
Dans un registre d'État plus inégalitaire, des sources précises existent sur les grands travaux entrepris en Chine antique. Loewe (1968) rapportait que sous la dynastie Han, tout homme âgé de 22 à 56 ans

204 Mais M. J. Kolb (1997, pp. 280-281) signalait que les vestiges archéologiques pourraient suggérer d'autres dynamiques au cours de l'histoire locale.

devait participer à la corvée pour l'État à hauteur d'un mois par an, une mobilisation qui permettait bien évidemment de mener à bien des travaux particulièrement coûteux (voir également les précisions d'Abrams 1994, p. 101 sur la mobilisation en Chine impériale). A un degré de mobilisation plus intensif encore, on trouve, en Corée impériale, entre 1413 et 1865, un système de corvée exigeant une participation de 20 jours par mois, que Kim et Heo (2019, p. 45) proposent de multiplier par les neuf mois de l'année au cours desquels la présence des agriculteurs sur leur exploitation n'est pas indispensable.

9.2.1.2 Hypothèses archéologiques pour les Mayas

Les archéologues ne disposant pas de sources écrites utilisent généralement une approximation du nombre de travailleurs mobilisables par famille nucléaire. C'était l'approche choisie par Abrams (1987) pour le cas de Copan. Abrams (*ibid.*, p. 493) considérait que la main-d'œuvre mobilisable[205] pouvait représenter entre 20 et 33 % de la population totale de Copan. Le 20 % correspond aux seuls hommes (ou chefs de famille, cette personne pouvant être une femme) adultes, et le 33 % correspond à tous les hommes adultes, ainsi que quelques femmes adultes et quelques adolescents (*ibid.*, p. 493). La population totale de la vallée prise en considération par Abrams (*ibid.*) était de 15 000 habitants pour la seule *Copan Pocket* (incluant la zone résidentielle urbaine) au Classique récent, un chiffre en accord avec les estimations de Webster et Freter (1990b, p. 51). Selon les paramètres proposés, la main-d'œuvre mobilisable aurait donc été comprise entre 3 000 et 5 000 travailleurs (Abrams 1987, p. 493).
Pour Abrams (1994, p. 106), la contribution à la corvée ne concernait que très épisodiquement les habitants de Copan au Classique récent : une contribution totale de 180 jours par personne au cours d'une vie entière est évoquée. Par la suite, d'autres estimations de coût énergétique permettaient de revoir ce chiffre à la hausse, en particulier en ce qui concerne le Classique ancien et la période de fondation de la cité, dont Abrams (*ibid.*, p. 107) paraissait avoir sous-estimé la complexité, dans le contexte théorique des travaux du Proyecto Arqueológico Copan II (voir la sous-section 3.1.5). Ainsi, on ne voit, aujourd'hui, aucune raison de supposer avec Abrams (*ibid.*, p. 107) que la corvée n'existait pas au Classique ancien. L'estimation de Carrelli (2004) présentait l'intérêt d'englober la totalité de la construction monumentale (non pas, certes, du site, mais du secteur le plus dynamique de l'épicentre), au lieu de ne reposer que sur des exemples isolés comme c'était le cas pour Abrams (1994) et Webster et Kirker (1995). Pour Carrelli (2004) comme pour Wingard (2013), chaque homme valide du territoire de Copan devait contribuer à la construction monumentale, au moins au Classique ancien, à hauteur de 40 à 47 jours par an. Dans ce contexte précis (qui a pu n'être qu'un moment de pression relativement ponctuel dans l'histoire du site, à corréler avec l'installation de la dynastie), on arrive à une mobilisation peut-être équivalente, voire supérieure au nombre canonique de 900 journées de travail que chaque homme devait consacrer à l'Etat au cours de sa vie en Chine impériale antique (Abrams 1994, p. 106).

9.2.1.3 Estimations pour d'autres cultures archéologiques sans sources écrites

Dans le contexte des cités de la Sicile grecque archaïque, Lancaster (2019, p. 105) considérait que la main-d'œuvre pour la construction d'une fortification monumentale pouvait avoir représenté 22,5 % de la population, c'est-à-dire tous les hommes adultes moins 10 % de membres de l'élite dispensés de travail manuel. Dans ce contexte, il était considéré que l'ensemble de ces travailleurs potentiels avait été mis à contribution, étant donné le caractère urgent de la construction. Toujours dans le contexte insulaire méditerranéen, Devolder (2005, p. 177) reprenait un intervalle 20-33 %, tiré des travaux d'Abrams (1987) pour la construction des palais de Crète minoenne.

205 Il s'agit bien du groupe des personnes susceptibles d'être mobilisées et non du nombre effectif de travailleurs. Il n'était pas forcément nécessaire de faire appel à l'ensemble de ces personnes lors de la construction.

Pour la construction des monticules mississippiens de Moundville (XIII^{e}-XIV^{e} siècle), Lacquement (2019, p. 172) reprenait le chiffre de 20 % de la population mobilisée, représentant une personne par famille de cinq. La population sur laquelle il travaillait était d'ailleurs proche de celle que nous estimons (Chapitre 7) pour Naachtun au Classique ancien, dans son ordre de grandeur : 1 250 habitants pour la partie centrale du site, 10 000 pour l'arrière-pays.

9.2.2 La mobilisation à Naachtun

Nous avons vu que la part de la population totale susceptible d'être mobilisée était estimée par divers chercheurs à l'intervalle 20 - 33 %. A combien de travailleurs potentiels cela correspond-il pour Naachtun et son arrière-pays au cours du Classique ancien ? Dans cette sous-section, pour chaque sous-phase du Classique ancien (ainsi que pour la phase préclassique récente), on calculera la main-d'œuvre mobilisable à Naachtun, à partir de la population estimée au Chapitre 7.
Pour la Zone résidentielle, on indique le nombre de travailleurs pouvant être réunis selon plusieurs intensités de mobilisation (le critère de la durée de la mobilisation ne sera introduit que par la suite) sur un intervalle de 10 à 50 % de la population totale. Comme on l'a déjà mentionné, l'intervalle 20 - 33 % semble être le plus crédible, même si la construction de bien des structures exigeait en réalité une mobilisation encore inférieure. En revanche, la mobilisation de 50 % de la population est un extrême qui paraît bien peu crédible (premièrement, pour des raisons démographiques, parce que cela aurait concrètement impliqué que tous les adultes et les jeunes aient été impliqués dans la construction, ce qui n'est envisageable que sur de très courtes périodes, et sur un modèle de mobilisation peut-être rituelle, au détriment de l'efficacité de la production, mais aussi parce bien peu d'épisodes de construction auraient demandé une telle quantité de main-d'œuvre).
A l'échelle de la micro-région, comprenant le site et son arrière-pays (dont seule la population du côté guatémaltèque de la frontière a pu faire l'objet d'une première estimation préliminaire), des taux de mobilisation aussi élevés sont bien entendu tout à fait hors de propos, et l'on calcule le nombre de travailleurs mobilisables sur un intervalle de 1 à 33 % de la population totale, en insistant sur la partie basse de cet intervalle (1, 2, 5, 10 %) : cette échelle de mobilisation est amplement suffisante pour mener à bien les programmes de construction, même les plus ambitieux, en quelques saisons, tout au plus.

9.2.2.1 Phase Kutz'

La population de la Zone résidentielle de Naachtun à la fin du Préclassique récent est estimée à l'intervalle 168-315 habitants. 20 % de cette population représente 34 ou 63 personnes, et 33 %, 55 à 104 travailleurs potentiels (Tableau 86).
La population de la micro-région de Naachtun à la fin du Préclassique est estimée à 13 259 habitants. Mobiliser ne serait-ce que 2 % de cette population permettrait de rassembler 265 travailleurs (Tableau 87), bien plus que toute mobilisation imaginable pour la Zone résidentielle de Naachtun à cette période.

9.2.2.2 Sous-phase Balam I

Pour la fin de la sous-phase Balam I, on a estimé la population de la Zone résidentielle de Naachtun à l'intervalle 582-1 051 habitants. Une mobilisation de 20 % de cette population correspond à un intervalle de 116 à 210 travailleurs potentiels, 33 % à un intervalle de 192 à 347 travailleurs potentiels (Tableau 88).
Le nombre d'habitants de la micro-région à la fin de la sous-phase Balam I est estimé à 15 405. Mobiliser 2 % de cette population permettrait de réunir 308 travailleurs, et 5 %, 770 travailleurs (Tableau 89).

9.2.2.3 Sous-phase Balam II

La population de la Zone résidentielle de Naachtun en Balam II a été évaluée à l'intervalle 630-1167 habitants. Mobiliser 20 % de cette population permettrait de rassembler de 126 à 233 travailleurs, et 33 % permettrait de rassembler de 208 à 385 travailleurs (Tableau 90). Le nombre d'habitants de la micro-région de Naachtun en Balam II a été estimé à 17 025 habitants. Mobiliser 2 % de cette population reviendrait à rassembler 341 travailleurs potentiels, et 5 %, 851 travailleurs potentiels (Tableau 91).

9.2.2.4 Sous-phase Balam III

La population de la Zone résidentielle en Balam III a été estimée à l'intervalle 760-1 282 habitants (selon une première hypothèse, l'Hypothèse A) ou à 597-1 103 habitants (Hypothèse B). Si l'on se place dans le cadre de l'Hypothèse A, alors une mobilisation de 20 % de la population de la Zone résidentielle permettait de rassembler entre 152 et 256 travailleurs, et une mobilisation de 33 % des habitants permettait de rassembler entre 251 et 423 travailleurs (Tableau 92). Dans le cadre de l'Hypothèse B, 20 % de la population correspondent à l'intervalle 119-221 et 33 % à l'intervalle 197-364 (Tableau 93). La population de la micro-région en Balam III a été évaluée à 19 780 habitants. La mobilisation de 2 % des habitants permettait de rassembler 396 travailleurs, et celle de 5 % des habitants, 989 (Tableau 94).

Tableau 86. Nombre de travailleurs (arrondi à l'unité) susceptibles d'être mobilisés à Naachtun en fonction de la part de la population mobilisée. Fin de la phase Kutz'.

	Population totale du site	
	min	**max**
Part de la population mobilisable	**168**	**315**
	Nombre de travailleurs mobilisables	
10%	17	32
20%	34	63
25%	42	79
30%	50	95
33%	55	104
35%	59	110
40%	67	126
50%	84	158

Tableau 87. Nombre de travailleurs (arrondi à l'unité) susceptibles d'être mobilisés à Naachtun et dans son arrière-pays en fonction de la part de la population mobilisée. Fin de la phase Kutz'.

	Population totale (intermédiaire) de la région
	13 259
Part de la population mobilisable	**Nombre de travailleurs mobilisables**
1 %	133
2 %	265
5 %	663
10 %	1 326
15 %	1 989
20 %	2 652
25 %	3 315
33 %	4 375

Tableau 88. Nombre de travailleurs (arrondi à l'unité la plus proche) susceptibles d'être mobilisés à Naachtun en fonction de la part de la population mobilisée. Sous-phase Balam I.

	Population totale du site	
	min	**max**
	582	**1 051**
Part de la population mobilisable	**Nombre de travailleurs mobilisables**	
10%	58	105
20%	116	210
25%	146	263
30%	175	315
33%	192	347
35%	204	368
40%	233	420
50%	291	526

Tableau 89. Nombre de travailleurs (arrondi à l'unité) susceptibles d'être mobilisés à Naachtun et dans son arrière-pays en fonction de la part de la population mobilisée. Sous-phase Balam I.

	Population totale (intermédiaire) de la région
	15 405
Part de la population mobilisable	**Nombre de travailleurs mobilisables**
1 %	154
2 %	308
5 %	770
10 %	1 541
15 %	2 311
20 %	3 081
25 %	3 851
33 %	5 084

Tableau 90. Nombre de travailleurs (arrondi à l'unité la plus proche) susceptibles d'être mobilisés à Naachtun en fonction de la part de la population mobilisée. Sous-phase Balam II.

	Population totale du site	
	min	**max**
	630	**1 167**
Part de la population mobilisable	**Nombre de travailleurs mobilisables**	
10%	63	117
20%	126	233
25%	158	292
30%	189	350
33%	208	385
35%	221	408
40%	252	467
50%	315	584

Tableau 91. Nombre de travailleurs (arrondi à l'unité) susceptibles d'être mobilisés à Naachtun et dans son arrière-pays en fonction de la part de la population mobilisée. Sous-phase Balam II.

	Population totale (intermédiaire) de la région **17 025**
Part de la population mobilisable	**Nombre de travailleurs mobilisables**
1 %	170
2 %	341
5 %	851
10 %	1 703
15 %	2 554
20 %	3 405
25 %	4 256
33 %	5 618

Tableau 92. Nombre de travailleurs (arrondi à l'unité la plus proche) susceptibles d'être mobilisés à Naachtun en fonction de la part de la population mobilisée. Sous-phase Balam III, Hypothèse B.

	Population totale du site	
	min	**max**
	597	**1 103**
Part de la population mobilisable	**Nombre de travailleurs mobilisables**	
10%	60	110
20%	119	221
25%	149	276
30%	179	331
33%	197	364
35%	209	386
40%	239	441
50%	299	552

Tableau 93. Nombre de travailleurs (arrondi à l'unité) susceptibles d'être mobilisés à Naachtun et dans son arrière-pays en fonction de la part de la population mobilisée. Sous-phase Balam III.

Part de la population mobilisable	Population totale (intermédiaire) de la région 19 780 Nombre de travailleurs mobilisables
1 %	198
2 %	396
5 %	989
10 %	1978
15 %	2967
20 %	3956
25 %	4945
33 %	6527

9.2.2.5 Jours-personnes par saison

A partir de ces chiffres de main-d'œuvre mobilisable, il est possible d'estimer le nombre de jours-personnes de travail pouvant être effectués, en fonction de la durée de la saison de travail. Le Tableau 95 présente les résultats de cette estimation pour la micro-région de Naachtun (la cité et son arrière-pays). Le Tableau 96 synthétise les résultats pour la mobilisation à l'échelle de la Zone résidentielle.

Tableau 94. Nombre de jours-personnes pouvant être fournis par la main-d'œuvre provenant de l'ensemble de la micro-région de Naachtun en une saison.

Sous-phase	Pourcentage de la population mobilisée (micro-région)	Population mobilisable	Jours-personnes par saison		
			Saison de 60 jours	Saison de 80 jours	Saison de 100 jours
Kutz'	2%	265	15 900	21 200	26 500
	5%	663	(F) 39 780	(G) 53 040	66 300
Balam I	2%	308	18 480	24 640	30 800
	5%	770	(F) 46 200	(G) 61 600	77 000
Balam II	2%	341	20 460	27 280	34 100
	5%	851	(F) 51 060	(G) 68 080	85 100
Balam III	2%	396	23 760	31 680	39 600
	5%	989	(F) 59 340	(G) 79 120	98 900

Tableau 95. Nombre de jours-personnes pouvant être fournis par la main-d'œuvre provenant de la Zone résidentielle en une saison.

Sous-phase	Pourcentage de la population (ZR) mobilisée	Population mobilisable		Jours-personnes par saison (min. et max.)					
		Min	Max	Saison de 60 jours		Saison de 80 jours		Saison de 100 jours	
Kutz'	20 %	34	63	(A) 2 040	(B) 3 780	2 720	5 040	3 400	6 300
	25 %	42	79	2 520	4 740	3 360	6 320	4 200	7 900
	33 %	55	104	3 300	6 240	4 400	8 320	5 500	(C) 10 400
Balam I	20 %	116	210	(A) 6 960	(B) 12 600	9 280	16 800	11 600	21 000
	25 %	146	263	8 760	15 780	11 680	21 040	14 600	26 300
	33 %	192	347	11 520	20 820	15 360	27 760	19 200	(C) 34 700
Balam II	20 %	126	233	(A) 7 560	(B) 13 980	10 080	18 640	12 600	23 300
	25 %	158	292	9 480	17 520	12 640	23 360	15 800	29 200
	33 %	208	385	12 480	23 100	16 640	30 800	20 800	(C) 38 500
Balam III Hypothèse A	20 %	152	256	(A) 9 120	(B) 15 360	12 160	20 480	15 200	25 600
	25 %	190	321	11 400	19 260	15 200	25 680	19 000	32 100
	33 %	251	423	15 060	25 380	20 080	33 840	25 100	(C) 42 300
Balam III Hypothèse B	20 %	119	221	(A) 7 140	(B) 13 260	9 520	17 680	11 900	22 100
	25 %	149	276	8 940	16 560	11 920	22 080	14 900	27 600
	33 %	197	364	11 820	21 840	15 760	29 120	19 700	(C) 36 400

9.2.3 Croisement de la main-d'œuvre disponible avec les coûts de construction

Si l'on croise (Figure 146, Figure 147,Figure 148[206]), pour chaque sous-phase, la main-d'œuvre mobilisable chaque saison telle qu'établie dans ce chapitre (Tableau 95, Tableau 96) avec la demande pour la construction telle qu'établie au Chapitre 8, on s'aperçoit que la majorité des épisodes pouvait être chacun intégralement construit en une saison, en s'appuyant sur la seule population de la Zone résidentielle. Précisons que cela concerne de très nombreux épisodes de construction publique de l'épicentre aux dimensions relativement modestes, et non les plus grands soubassements, qui demandaient, eux, plusieurs saisons de construction. Toutefois, plusieurs grandes places ont pu être construites en une seule saison.

206 Comme établi au Chapitre 8, l'architecture monumentale de la Phase Kutz' n'est pas analysée dans la présente recherche, faute de données suffisamment solides. Toutefois, la quantification de la main-d'œuvre mobilisable nous sera utile pour établir les effectifs de travailleurs disponibles au début de la Sous-phase Balam I. Nos estimations de population portent, en effet, nécessairement sur la fin des sous-phases.

Cette tendance est à nuancer par cinq paramètres : la qualité de notre estimation du coût de main-d'œuvre, la population estimée de la Zone résidentielle, selon que l'on emploie la borne maximale ou minimale (on tendrait à privilégier la borne maximale, pour des raisons qui ont déjà été évoquées *supra),* la proportion de la population mobilisée (ce n'est pas parce qu'il était possible de mener à bien la construction d'une structure en une seule saison grâce à une mobilisation intensive que c'était nécessairement la solution qui était choisie), la durée des campagnes *(idem)* et la prise en compte ou non de la production de chaux (on suppose qu'une grande partie de celle-ci se faisait selon des modalités de mobilisation différentes des autres opérations, grâce au travail de spécialistes travaillant en amont de la construction, mais une situation mixte, demandant la contribution de non spécialistes, n'est pas à écarter). Un certain nombre d'alternatives est donc envisageable pour simuler la mobilisation pour la construction monumentale. Les plus crédibles sont matérialisées dans les diagrammes de cette sous-section, où, pour chaque sous-phase du Classique ancien, le coût énergétique de chaque[207] épisode de construction (coût de production de chaux compris mais distingué des autres tâches) est croisé avec le nombre de j-p de travail susceptibles d'être fournis par la population de la Zone résidentielle ou de la micro-région de Naachtun.

Figure 146, Figure 147, Figure 148, Figure 149, Figure 150, la ligne C correspond à une mobilisation jugée maximale et relativement peu crédible sur le long terme, à l'échelle de la Zone résidentielle : borne maximale de la population, 33 % de la population mobilisée, saison de 100 jours. La zone grisée correspond donc à l'effort pouvant être fourni en une saison dans ces conditions de recrutement : par conséquent, tout épisode de construction se trouvant intégralement dans cette zone peut être construit en une seule saison. On considère qu'il s'agit d'une mobilisation trop intensive pour constituer le système de base de la construction monumentale : elle oblige à mobiliser plus d'une personne par famille nucléaire sur 100 jours, ce qui est non seulement une ponction pesante, mais en plus non nécessaire, la grande majorité des épisodes de construction ayant un coût largement inférieur à l'effort fourni selon ce mode de recrutement. Cela dit, il est tout à fait envisageable de la mettre en place pour un projet exceptionnel.

On voit que dans ce cadre, 86,25 % des épisodes de construction (69/80, soit 19/26 en Balam I, 39/42 en Balam II et 11/12 en Balam III) peuvent être intégralement menés à bien en une seule saison de travail, production de chaux comprise. Si l'on exclut la production de chaux, ce sont même 95 % des épisodes qui peuvent être construits en une seule saison avec la main-d'œuvre de la Zone résidentielle (76/80, soit 23/26 en Balam I, 41/42 en Balam II et 12/12 en Balam III). En Balam I (Figure 146), le coût de construction (production de chaux exclue) de quelques édifices (XIX v1, XXI, XX sub) correspond approximativement à ce type de mobilisation sur une saison. Deux autres (v2 de la Place Nord et XXIII) correspondent approximativement à deux saisons de travail (ligne D) selon ces critères de mobilisation.

La mobilisation la plus modeste (ligne A, Figure 146, Figure 147, Figure 148 et Figure 149) est calculée à partir de la borne inférieure de la population et une mobilisation de 20 % de la population sur 60 jours. Elle est suffisante pour mener à bien intégralement et en une seule saison un peu plus de la moitié des épisodes de construction : 53,75 % (43/80, répartis de la manière suivante : 11/26 en Balam I, 26/42 en Balam II et 6/12 en Balam III). Si l'on exclut la production de chaux, alors cette mobilisation minimale permet de compléter en une saison 63,75 % des épisodes de construction (51/80, soit 12/26 en Balam I, 30/42 en Balam II et 9/12 en Balam III). Il est manifeste qu'une grande partie des nombreux projets de construction Balam II devait reposer sur une mobilisation minimale de la main-d'œuvre, ce qui devait permettre de mener de front la construction de plusieurs édifices au cours d'une même saison.

Entre ces valeurs extrêmes, une mobilisation vraisemblable pourrait correspondre (ligne B, Figure 146, Figure 147, Figure 148 et Figure 149) aux paramètres suivants : population maximale, mobilisation de 20 % de la population (approximativement, un adulte par famille nucléaire) durant 60 jours. On remarque

207 Pour des raisons de lisibilité, dans le Figure 146, seule l'Hypothèse A (soubassements indépendants) est prise en compte pour la première version de la Place Nord et seule l'Hypothèse 1 (Structure sub basse) est prise en compte pour la Structure XX. Les Hypothèses B (une seule place aux contours irréguliers) et 2 (Structure XX sub haute) figurent, en revanche, Figure 149, Figure 150 et Figure 151, plus détaillés.

que le coût de construction (production de chaux exclue) de plusieurs édifices coïncide approximativement avec la quantité de jours-personnes par saison envisageables à partir de ces paramètres. La ligne E correspond aux journées de travail pouvant être fournies en deux saisons d'une telle mobilisation. Ici encore, on peut observer que cette mobilisation répond correctement au coût de construction de certains édifices. La mobilisation B, que l'on peut qualifier de peu intensive, permettait de mener à bien complètement et en une seule saison de travail 63,75 % des épisodes (51/80, soit 12/26 en Balam I, 30/42 en Balam II et 9/12 en Balam III). Si l'on exclut la production de chaux, la mobilisation B permet de construire, en une saison de travail, un minimum de 77,5 % des épisodes (62 ou 63/80, soit 16/26 en Balam I, 36/42 en Balam II et 10 ou 11/12 en Balam III).

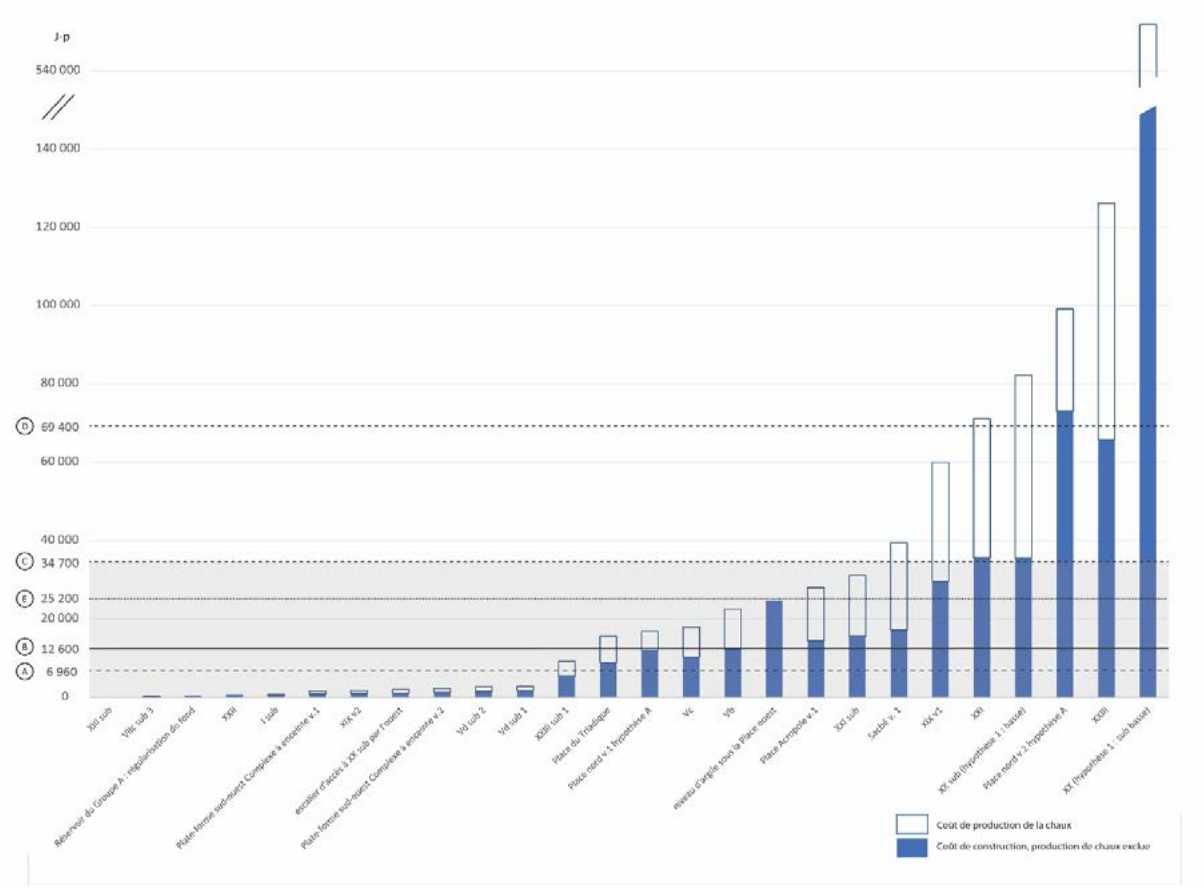


Figure 146. Nombre de jours-personnes pouvant être travaillés au cours d'une saison à Naachtun en Balam I : croisement avec le coût énergétique (intermédiaire) de la construction monumentale.

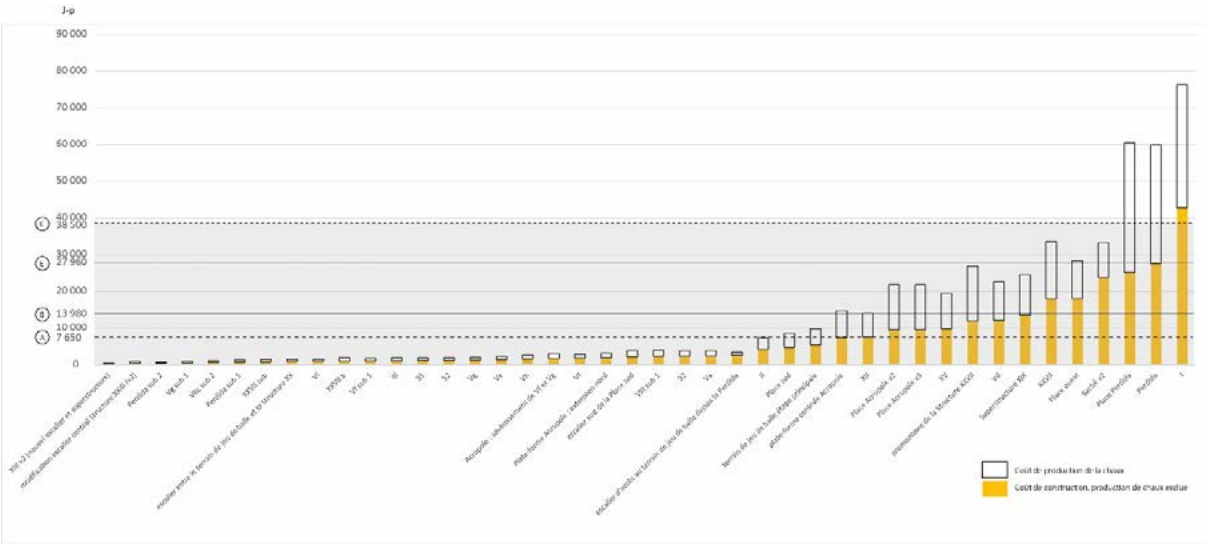


Figure 147. Nombre de jours-personnes pouvant être travaillés au cours d'une saison à Naachtun en Balam II : croisement avec le coût énergétique (intermédiaire) de la construction monumentale.

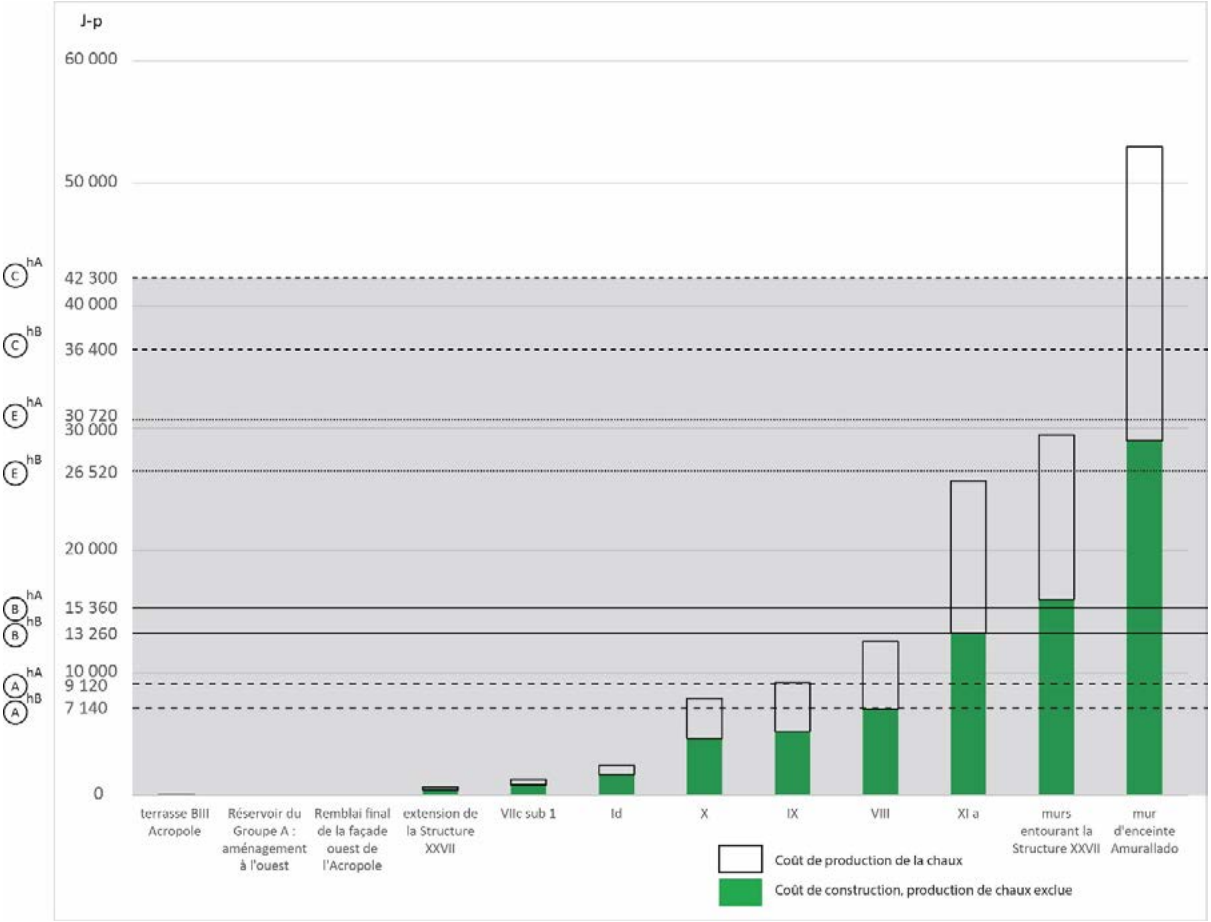


Figure 148. Nombre de jours-personnes pouvant être travaillés au cours d'une saison à Naachtun en Balam III : croisement avec le coût énergétique (intermédiaire) de la construction monumentale.

Si l'on croise les chiffres de mobilisation potentielle avec le coût de construction médian au cours de chaque sous-phase (Figure 149), il en ressort que la mobilisation potentielle annuelle était très largement supérieure au coût médian en Balam II et Balam III : il a sans doute pu exister des campagnes de construction multiples durant certaines saisons. En Balam I, la demande médiane était plus élevée : il arrive même qu'elle dépasse (selon que l'on compte ou non le coût de production de la chaux) les possibilités annuelles d'une mobilisation peu intensive à l'échelle de la Zone résidentielle. Les constructions simultanées étaient alors probablement peu fréquentes (moins qu'en Balam II et III). Avec une mobilisation intensive (33 % de la population maximale durant 100 jours), le coût médian, même en Balam I, est très largement dépassé par la capacité de travail de la population mobilisable.
Le coût moyen des épisodes de construction monumentale au cours d'une sous-phase est évidemment moins représentatif des tendances réelles que le coût médian, puisqu'il est fortement affecté par les valeurs extrêmes. Le coût moyen Balam I, particulièrement élevé (Figure 150), montre bien, cependant, le coût des très volumineuses structures du début de l'histoire de la cité, et le décalage existant entre ces constructions très coûteuses et la capacité de mobilisation à l'échelle de la Zone résidentielle (mobilisation calculée à partir des effectifs de main-d'œuvre mobilisable pour la fin de chaque sous-phase).

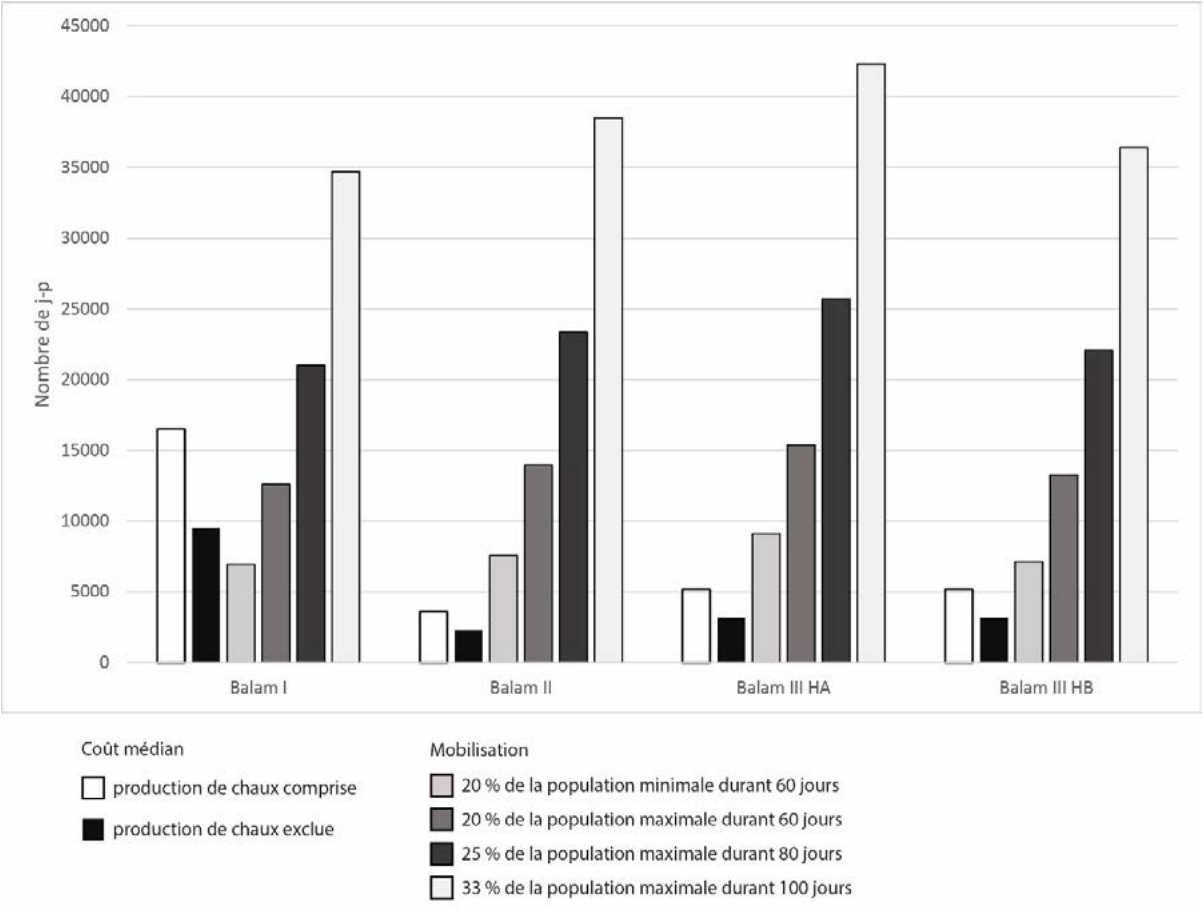


Figure 149. Coût médian (intermédiaire) au cours de chaque sous-phase et nombre de jours-personnes pouvant être fournis au cours d'une saison par la population de la Zone résidentielle de Naachtun.

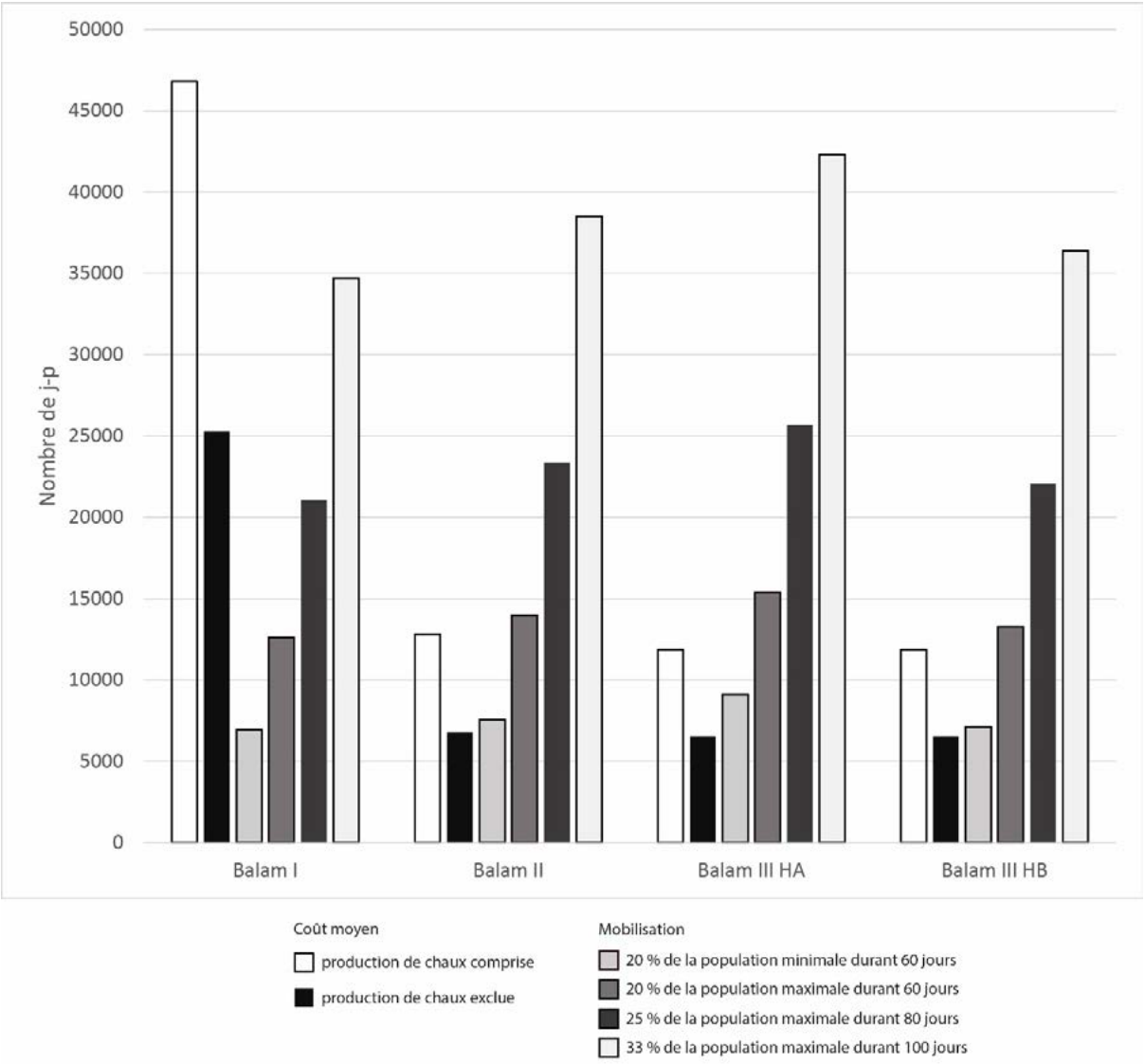


Figure 150. Coût moyen (intermédiaire) des étapes de construction monumentale au cours de chaque sous-phase et nombre de jours-personnes pouvant être fournis au cours d'une saison par la population de la Zone résidentielle de Naachtun.

9.3 La fondation et la croissance de Naachtun vues à travers la construction du Groupe de Type E

Le rythme de la construction est une donnée primordiale pour l'analyse du rapport entre la population du site (et de son arrière-pays) et la demande en main-d'œuvre pour la construction monumentale. Il est malheureusement impossible à l'heure actuelle de déterminer avec précision la durée des constructions et leur succession exacte. Seules des fouilles plus complètes de nombreuses structures de l'épicentre permettraient de préciser la séquence de construction monumentale, encore lacunaire. Quant à la durée des constructions, il y a peu de chance que des mentions épigraphiques permettent d'encadrer certains épisodes de construction comme ce peut être le cas à Tikal, et il faudrait plutôt compter, sans garantie de succès de l'opération, sur des études détaillées des remblais des structures les plus volumineuses dans le but d'identifier des niveaux correspondant à des pauses saisonnières de la construction. Ajoutons que le mode de mobilisation de la main-d'œuvre a également pu changer avec

le temps, comme le simulait McCurdy (2019, p. 223). Il nous faut donc passer par différentes simulations et scénarios pour envisager l'évolution de la cité. Le meilleur cas d'étude pour cela est le Groupe de Type E, construit autour de la Place Nord, qui a probablement joué un rôle central dans l'essor de Naachtun en tant que cité au début du Classique ancien et a pu demander un lourd investissement énergétique : sept des huit épisodes de construction les plus coûteux en Balam I (et les six plus coûteux) sont des éléments du Groupe de Type E. Une hypothèse méritant d'être explorée est que sa construction ait contribué à accélérer le processus d'attraction et de fixation d'une partie de la population à Naachtun. Il nous a été possible de distinguer différentes étapes dans la construction de ce complexe, chacune possédant des implications différentes sur la mobilisation de la main-d'œuvre. Les plus significatives d'entre elles seront exposées dans cette section.

9.3.1 Première étape de la Place nord

La première grande étape de construction de la Place Nord est mal connue. On a proposé deux hypothèses sur sa morphologie. Pour les résumer, il est possible qu'il se soit agi d'une place aux contours irréguliers (Hypothèse B), ou de plates-formes basses indépendantes les unes des autres (Hypothèse A). La (rare) céramique associée à ces vestiges ainsi que leur position stratigraphique indiquent que la construction remonte au début de la sous-phase Balam I. A cette époque, la population de la Zone résidentielle de Naachtun était probablement bien inférieure à la population maximale calculée pour Balam I. Nous suggérons qu'un apport extérieur de population aurait eu lieu au cours de cette sous-phase, puisque la seule croissance naturelle de la population préclassique locale (à l'échelle de la Zone résidentielle) ne permet pas d'atteindre la population estimée pour la fin de Balam I.
On cherche à tester l'adéquation du coût de construction des premières phases de la construction de la Place nord avec la population de la fin du Préclassique récent, laquelle est estimée à 168-315 habitants pour la Zone résidentielle. Dans un tel contexte démographique, le coût de construction des deux étapes anciennes de la Place nord (au total, 115 965 j-p selon l'hypothèse A, 128 088 j-p selon l'hypothèse B, et 85 139 j-p selon l'hypothèse A et 90 654 j-p selon l'hypothèse B, en excluant la production de chaux), quand bien même elles auraient été menées de façon progressive, plate-forme par plate-forme, aurait représenté une demande énergétique substantielle pour la population de la Zone résidentielle : il aurait fallu, selon certains scénarios, plusieurs dizaines de saisons de travail pour en venir à bout : en effet, la mobilisation B (20 % de la population maximale travaillant durant 60 jours) ne permettait de fournir que 3 780 j-p annuels (il faudrait alors 33 saisons pour arriver à 128 088 j-p).
La mobilisation de 33 % de la population sur une centaine de jours (Mobilisation C, qui permet de fournir 10 400 j-p sur une saison), plusieurs saisons consécutives, n'est peut-être pas envisageable car trop intensive. Nous préférons envisager une mobilisation moins intensive, reposant sur l'apport de travailleurs recrutés dans l'arrière-pays. La mobilisation F (Figure 151) correspond ainsi à 5 % de la population de l'arrière-pays (soit 663 personnes) durant 60 jours : l'apport est de près de 40 000 j-p sur la saison. Nous émettons donc l'hypothèse que la construction des deux premières étapes de la Place Nord aurait bénéficié de l'apport de travailleurs venus de l'arrière-pays. Une partie d'entre eux pourraient, par la suite s'être installés dans la Zone résidentielle, permettant d'arriver au millier d'habitants estimé à la fin de la Sous-phase Balam I (il serait déraisonnable et complètement arbitraire de tenter un calcul plus précis, cependant, les ordres de grandeur ne sont pas incompatibles).

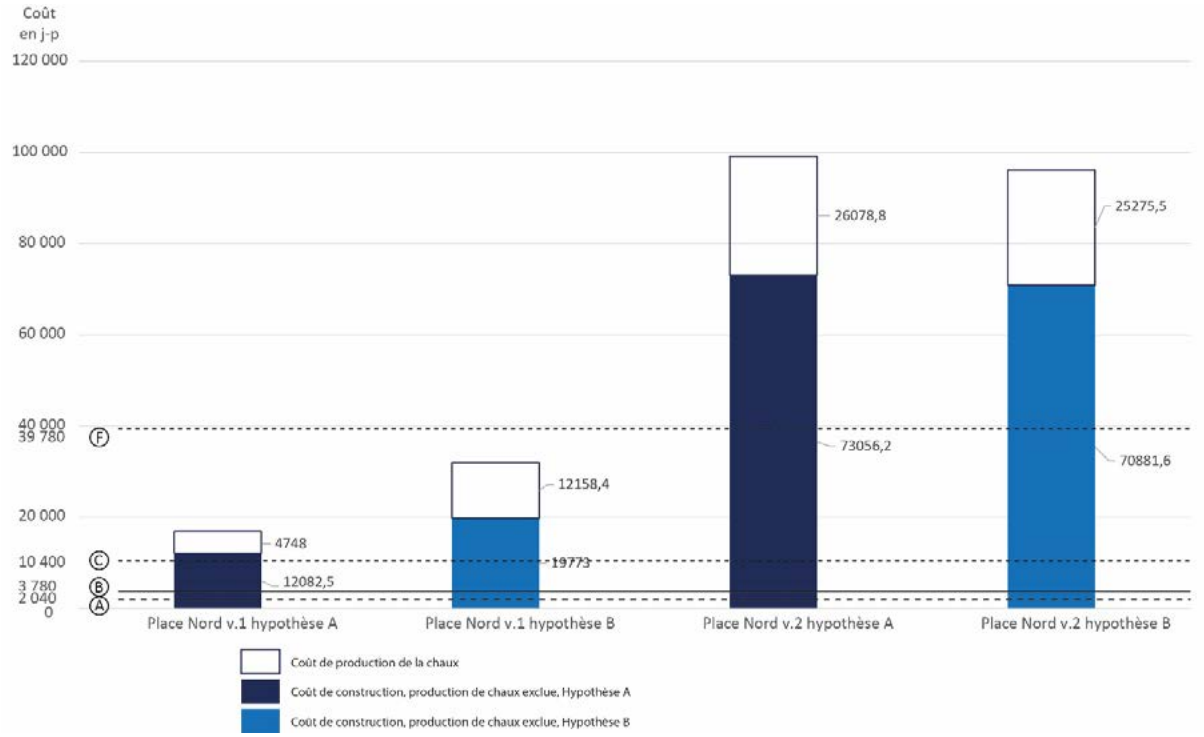


Figure 151. Croisement du coût énergétique (intermédiaire) de la construction des deux étapes de la Place Nord avec le nombre de jours-personnes pouvant être travaillés au cours d'une saison à Naachtun au début de la sous-phase Balam I. En bleu sombre, Hypothèse A

9.3.2 Le cas particulier de la Structure XX

Parmi les 80 épisodes de construction pris en compte, l'étape finale de la Structure XX se démarque très nettement par un coût de construction beaucoup plus élevé que tout autre édifice, surtout si l'on envisage l'hypothèse la plus ambitieuse. La Structure XX est la grande pyramide ouest du Groupe de Type E, édifice le plus volumineux de Naachtun. L'étape finale pourrait bien dater de Balam I, comme la majorité des autres étapes les plus significatives du Groupe de Type E, bien que sa datation ne soit pas encore établie avec une grande fermeté. Dans la mesure où la morphologie de cette structure et de ses sub n'est encore que trop mal comprise, il est délicat de corréler son coût avec les différents types de mobilisation. En fonction des différentes hypothèses, le coût total de la sub principale est estimé à l'intervalle 82 319-245 848 j-p, et celui de l'étape finale à 386 513-551 900 j-p. Dans tous les cas, le rapport entre ces coûts élevés et la mobilisation doit être analysé.
Compte tenu de la population estimée pour Balam I, la mobilisation massive (mobilisation C, 33 % de la population - estimation maximale, soit 347 travailleurs - durant 100 jours par an) de la seule main-d'œuvre de la Zone résidentielle, sans doute difficile à mettre en œuvre durant plusieurs saisons, n'aurait permis de venir à bout de l'étape la plus volumineuse qu'en 8 saisons de travail (production de chaux exclue, 16 saisons si l'on inclut la chaux). Si l'on se place dans le contexte d'une population et d'une mobilisation plus modestes, ce sont plusieurs dizaines de saisons qui seraient nécessaires pour venir à bout de la construction de la Structure XX. En effet, en Balam I, la mobilisation A (population minimale, mobilisation de 20 % de la population de la zone résidentielle durant 60 jours) permettait de fournir 6 960 journées de travail par saison. A ce rythme, il aurait fallu plus de 41 saisons pour arriver aux 287 888 jours-personnes que pourrait avoir demandé la construction de l'étape finale de la Structure XX (Hypothèse 1, production de chaux exclue) et 79 saisons pour arriver à 551 899,7 jours-

personnes (Hypothèse 1, production de chaux inclue). La mobilisation B, censée être plus probable, permettait de fournir 12 600 j-p par saison. Il faudrait alors près de 23 saisons pour arriver à 287 888 j-p, et près de 44 saisons pour arriver à 551 899 j-p. Ces programmes architecturaux prolongés sur plusieurs décennies étaient courants dans la construction religieuse médiévale européenne, mais sont-ils envisageables dans le contexte maya ? On l'a dit, dans le cas de la construction de la Pyramide du Soleil à Teotihuacan, la tendance actuelle, qui serait confirmée par l'étude des remblais, est à envisager une mobilisation massive pour une construction aussi courte que possible, sur moins de dix ans (Murakami 2015). L'épigraphie suggère également des durées courtes pour la construction des grands temples de Tikal (Webster et Kirker 1995 ; Martin 2015). Il est donc très probable qu'en Balam I, la construction monumentale programmée et menée à bien ait dépassé assez largement les ressources en main-d'œuvre de la population alors existante dans la Zone résidentielle, telle qu'estimée par l'archéologie.

Il faut donc envisager soit que la construction ait duré longtemps, soit comme on l'a proposé, qu'une partie de la population de l'hinterland a été attirée. Examinons maintenant cette alternative. En mobilisant 5 % de l'ensemble de la population de la région de Naachtun (soit 770 personnes) 80 jours par an (mobilisation G), il aurait été possible de construire l'étape la plus coûteuse de la Structure XX en cinq saisons de travail (production de chaux exclue, neuf saisons si l'on inclut la production de chaux). La mobilisation d'une partie de la population de l'arrière-pays est donc envisageable pour la construction du Groupe de Type E dans des délais relativement courts, et pourrait par conséquent s'être traduite par la stabilisation sur place d'une partie, au moins, de ces travailleurs.

Nous avons eu l'occasion de mentionner à plusieurs reprises que l'on méconnaît encore trop largement la morphologie et la séquence de construction de la Structure XX pour en calculer le coût de chaque étape de manière assurée. Sur ces problèmes, renvoyons aux cas développés à la Sous-section 8.2.4. L'ordre de grandeur des résultats (aussi bien en termes de volume de la construction que de coût énergétique) est cependant probablement valide si l'on considère l'ensemble de la structure et de ses étapes (c'est-à-dire, si l'on additionne le coût de chaque étape), dans la mesure où l'on connaît le volume total du monticule. Or, et c'est ici que les développements de la Sous-section 8.2.7 prennent toute leur importance, on a vu que c'est essentiellement leur volume qui explique le coût de construction des structures, plus que tout autre critère.

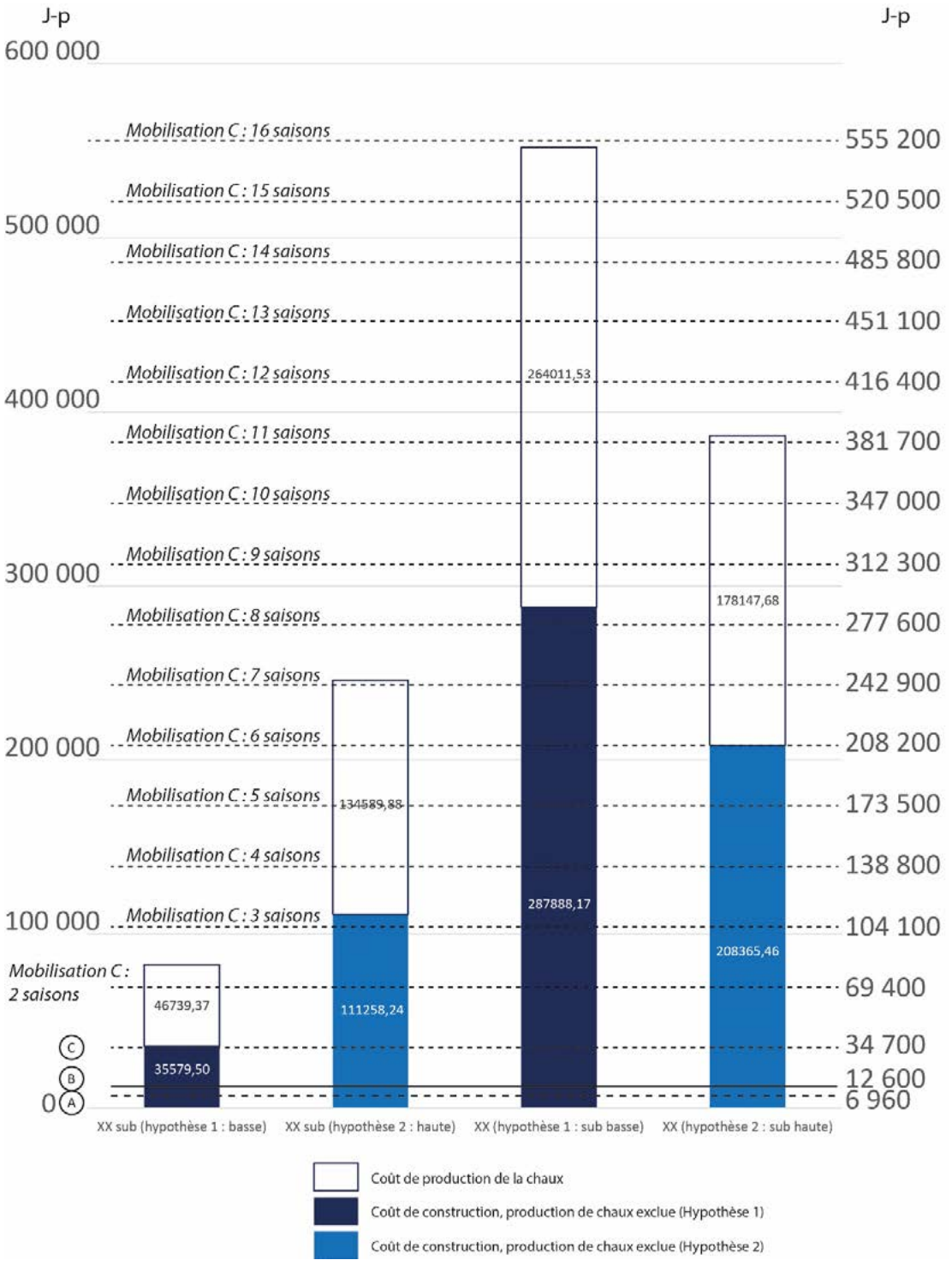


Figure 152. Croisement du coût énergétique (intermédiaire) de la construction des deux étapes principales de la Structure XX avec le nombre de jours-personnes pouvant être travaillés au cours d'une saison à Naachtun en Balam I dans le cadre d'une mobilisation maximale de la population de la Zone résidentielle (mobilisation C). En bleu sombre, Hypothèse 1, XX Sub basse, en bleu clair, Hypothèse 2, XX Sub haute.

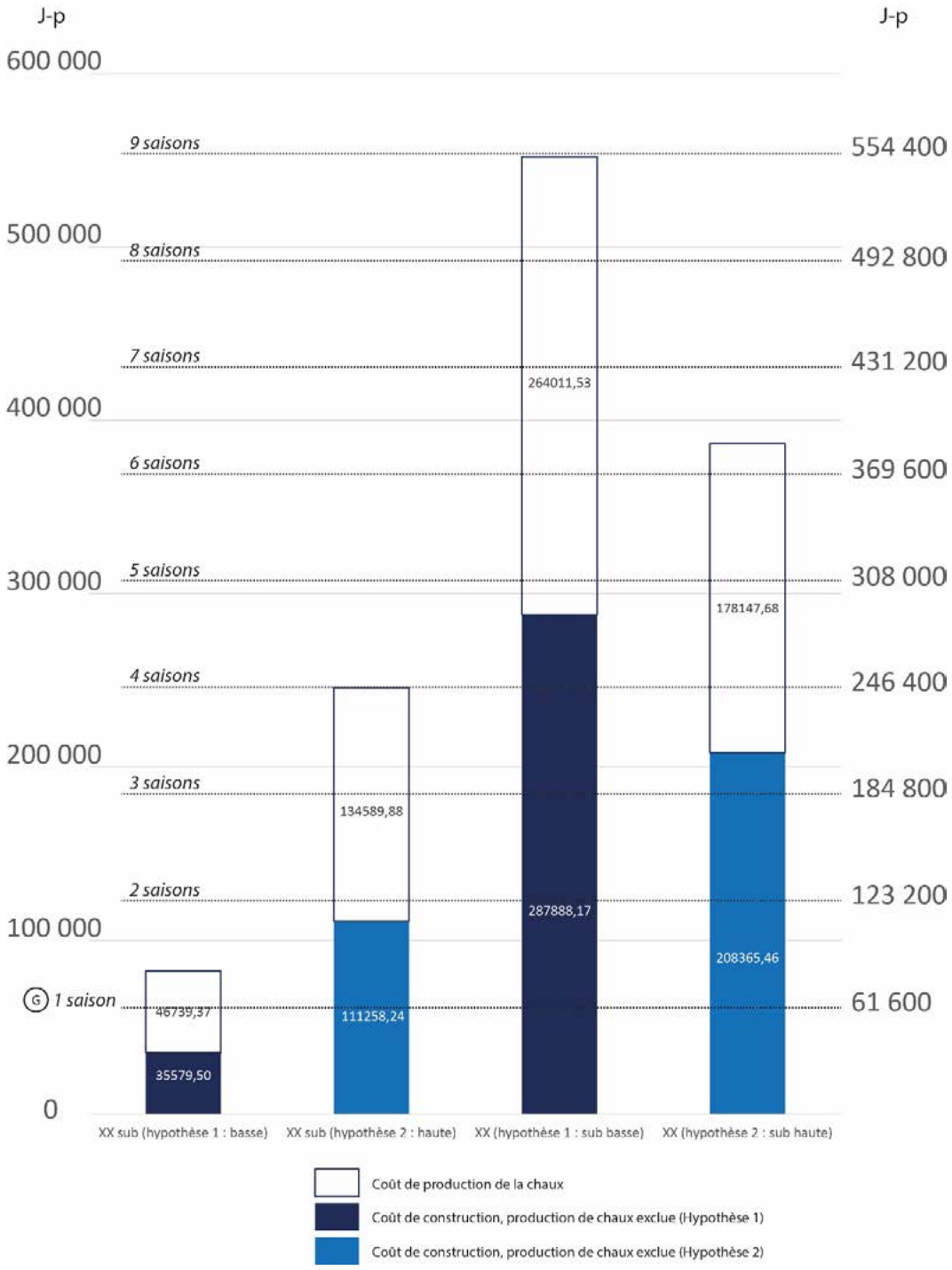


Figure 153. Croisement du coût énergétique (intermédiaire) de la construction des deux étapes principales de la Structure XX avec le nombre de jours-personnes pouvant être travaillés au cours d'une saison à Naachtun en Balam I dans le cadre d'une mobilisation de de 5 % de la population de la micro-région durant 80 jours (mobilisation E). En bleu sombre, Hypothèse 1, XX Sub basse, en bleu clair, Hypothèse 2, XX Sub haute.

9.3.3 La Construction de la Structure XXIII

La Structure XXIII constitue un cas d'étude intéressant puisqu'il s'agit d'un édifice très coûteux, dont on maîtrise relativement bien la séquence de construction (en comparaison de la Structure XX) et dont les superstructures ont été relevées avec une certaine précision. En outre, l'observation des tunnels de pillage laisse supposer qu'elle a été construite en au moins deux saisons : d'abord le soubassement principal, puis les superstructures.
Le coût énergétique total de la construction de la Structure XXIII est estimé à 126 158 j-p. Sur ce total, on calcule que 60 283 j-p sont consacrés à la production de chaux, un chiffre très élevé (principalement dû à la présence de mortier dans les remblais - observations macroscopiques demandant à être confirmées -). On émet aussi l'hypothèse que le soubassement et ses escaliers monumentaux ont été construits en deux saisons, puis que les trois superstructures ont été construites lors d'une troisième saison. Le coût du soubassement et de ses escaliers, production de chaux exclue (on reviendra sur cette production par la suite), est estimé à 51 261 j-p, soit environ 25 631 j-p par saison. On a vu que la seule Zone résidentielle de Naachtun pouvait mobiliser, à la fin de la sous-phase Balam I[208], entre 116 et 347 travailleurs (Tableau 96). Il faudrait 221 jours de travail lors de chacune des deux saisons à 116 hommes pour venir à bout du soubassement, ou 74 journées de travail à 347 hommes, ce qui semble plus réaliste.
Le coût de construction des superstructures (production de chaux exclue) est estimé à 14 613 j-p. Il faut 126 jours à 116 ouvriers pour mener à bien un tel travail, ou 42 jours à 347 ouvriers. La mobilisation minimale semble irréaliste, car la saison de travail serait trop longue. En revanche il ne fait aucun doute qu'il était possible de mobiliser sans mal 300 ou 350 ouvriers, surtout en tenant compte de l'apport potentiel de la population établie dans l'arrière-pays.
Le coût de la production de chaux pour le soubassement serait de 48 455 j-p (24 228 j-p par saison) et celui de la chaux pour les superstructures, de 11 828 j-p. Si l'on suppose que les producteurs de chaux étaient des spécialistes travaillant 300 jours par an, il faudrait que ces spécialistes soient au nombre de 81 pour assurer la production vouée au soubassement, et 40 pour la production de la chaux servant à la construction des superstructures. Ces chiffres sont très élevés : une telle quantité de spécialistes à l'échelle de Naachtun est-elle réaliste ? 81 spécialistes sur une population totale de 1 051 habitants représentent un pourcentage de 7,7 % de la population. Si un tel pourcentage étonne, il doit être rappelé, toutefois, que le nombre d'habitants à Naachtun, et plus encore, dans son arrière-pays qui était peuplé de plusieurs milliers d'habitants dès le Préclassique (voir la Section 7.5), était amplement suffisant pour subvenir à cette demande si cela était nécessaire.
A titre de comparaison, dans son étude sur les spécialistes potentiellement impliqués dans la construction de la Structure 10L-22 de Copan[209], Abrams (1987, p. 492) estimait à 14 le nombre de producteurs de chaux ayant travaillé toute une année pour subvenir aux besoins de la construction, lesquels s'élèvent à 111 m^3 de chaux. Dans le cas de la Structure XXIII, le volume total de chaux est estimé à 1 339,6 m^3, sur un volume total de 8 891 m^3 (soit 15 % du volume[210]). Pour les seules superstructures et leurs soubassements, le volume total de chaux est estimé à 262,85 m^3, qui auraient donc demandé le travail de 40 personnes durant 300 jours. Selon Russel et Dahlin (2007, p. 419), la demande annuelle en chaux (tous usages confondus) pour la cité de Mayapán s'élevait à 78 624 j-p, ce qui correspondrait au travail de 215 spécialistes œuvrant quotidiennement durant huit heures, des

208 Il se trouve que nous supposons que la Structure XXIII a été construite à la fin de Balam I, peut-être entre 250 et 300 apr. J.-C. : observer, à ce moment exact, l'aspect du Groupe de type E de *Mundo Perdido* en Manik 1, tel que reconstitué par Laporte et Fialko (1995, p. 57, Fig. 23).
209 Cette structure est beaucoup plus monumentale que les trois superstructures de la Structure XXIII réunies, mais à Copan, seuls les enduits contiennent de la chaux, au contraire des mortiers employés dans la maçonnerie (Abrams et Freter 1996).
210 Autre élément de comparaison, E. H. Morris et al. (1931) estimaient à 1 000 m^3 - ou 6,2 % du volume total – le volume de chaux employé dans les mortiers du Temple des Guerriers à Chichen Itza, dont le volume total était estimé à 16 005 m^3, voir le Chapitre 3.

chiffres qu'il convient de pondérer puisque la population estimée de Mayapán était de 17 000 habitants, d'après Russel et Dahlin (*ibid.*, p. 418). 215 personnes sur 17 000 représentent 1,26 % de la population. Selon Seligson *et al.* (2017a, p. 286), de nombreux (mais leur nombre n'est pas défini) spécialistes de la production de chaux pouvaient avoir été établis à Kiuic, un site de taille moyenne de la Zone Puuc où l'on trouve plusieurs centaines de fours.
Le problème du nombre de producteurs de chaux - le chiffre de 81 spécialistes dans la seule Zone résidentielle de Naachtun étant trop élevé - doit donc être traité ici. Plusieurs hypothèses peuvent être proposées :

- Première hypothèse, qui est la moins probable : il existait tout simplement une très grande quantité de spécialistes de la production de chaux à Naachtun, pour faire face à la demande.

- Peut-être que de très nombreux travailleurs non spécialisés devaient unir leurs efforts à ceux des spécialistes lorsque la demande pour la construction de structures très monumentales l'exigeait, un peu à la manière des pratiques collectives observées au Yucatán au début du XX^{e} siècle (Schreiner 2002, pp. 101-102). La production de chaux selon des modes collectifs pourrait, en réalité, donner une grande partie de sa valeur à l'architecture monumentale publique de longue durée, en servant de paradigme ou de symbole de la communauté politique figurée par ces édifices.

- Si la production était continue, des réserves pouvaient être constituées très en amont de la construction, sachant bien entendu que la demande en chaux pour la grande majorité des épisodes de construction monumentale était inférieure à celle que l'on estime pour la Structure XXIII (voir la Figure 146). Rappelons que le nombre moyen d'épisodes de construction par an en Balam I est estimé (Tableau 66) à 0,17, soit un épisode tous les 5,77 ans. Même si un certain nombre d'épisodes de construction ont demandé bien plus qu'une saison de travail, il ne semble pas que des travaux aient eu lieu chaque année sur toute la longueur de la sous-phase, ce qui laissait le temps de produire de grandes quantités de chaux (quand bien même l'attribution de certains épisodes à Balam I ou II est douteuse).

- La contribution (impôt/tribut) consistait peut-être, pour la population de l'arrière-pays, à produire et transporter de la chaux pour la construction monumentale de la cité (un peu à l'image des contributions exigées par Tenochtitlan aux provinces soumises). Il s'agit d'une hypothèse envisagée par Schreiner (2002, p. 124). Par ailleurs, Abrams, Parhamovich *et al.* (2012) ont déterminé que dans le cadre de la construction monumentale de l'acropole classique récente de Piedras Negras, la composition et par conséquent la provenance des ingrédients utilisés dans les mortiers (chaux et *sascab)* d'un corpus de six structures différaient entre chacune des structures de l'échantillon, mais étaient homogènes au sein de chaque structure, ce qui pouvait suggérer une rotation des groupes chargés de la mise à disposition de la chaux pour chaque édifice.

- Les spécialistes de la production étaient peut-être établis dans l'hinterland, ce qui, d'ailleurs, aurait facilité la logistique de la production, au vu de la demande en bois pour alimenter les *caleras* (tout en occasionnant une hausse du coût de transport du produit fini, mais ce surcoût ne serait en rien rédhibitoire). Dans ce cas, 81 spécialistes ne représentent plus que 0,5 % des 15 405 habitants estimés pour l'ensemble de la micro-région de Naachtun à la fin de la Sous-phase Balam I, une proportion de spécialistes bien plus acceptable que les 7,7 % de la population qu'ils auraient constitués à l'échelle de la Zone résidentielle.

- Il est possible que la demande en chaux soit surestimée dans nos simulations, parce que les paramètres utilisés dans le calcul supposent une proportion élevée (30 % du volume de remblai dans le cas du soubassement de la Structure XXIII) de mortier de chaux dans les remblais. Toutefois, dans les mortiers des remblais comme des enduits, la part de chaux par rapport au *sascab* n'est estimée qu'à 1/2, ce qui

porte la proportion de chaux à 14,3 % du volume du remblai[211], si 30 % du remblai est constitué par du mortier (voir le Tableau 119). Le seul moyen de vérifier cette hypothèse serait de mener une analyse microscopique des mortiers et des remblais, tant la composition des mortiers est variable d'un site à l'autre, mais également au sein d'un même site.

- Il se peut que le rendement des *caleras* ait été bien plus élevé que ce que l'on suppose dans la simulation, auquel cas le nombre de j-p pour produire le même volume de chaux diminuerait. Cette hypothèse a été émise à plusieurs reprises, en particulier par Wernecke (2005).

La combinaison de quelques-unes de ces hypothèses permet sans doute de répondre au problème de la production de la chaux, pour toutes les structures du Classique ancien envisagées, y compris les plus volumineuses.

Dans le cadre de notre hypothèse de séquence de l'architecture monumentale, c'est en Balam I que le contraste entre la main-d'œuvre disponible et le coût énergétique de la construction monumentale était le plus marqué : le recours à de la main-d'œuvre venue de l'arrière-pays ne fut pas une option, mais une nécessité. Par la suite, ce problème semble ne plus réellement s'être posé, la demande en main-d'œuvre pour chaque épisode de construction étant probablement moindre. Néanmoins, d'autres questions méritent d'être étudiées.

9.4 Balam II : gestion de la multiplication des épisodes de construction

Lorsque l'on considère les épisodes de construction de manière isolée, bien peu d'entre eux sont susceptibles d'avoir demandé la mobilisation d'une grande partie de la population au cours de nombreuses saisons de travail. Il faut, toutefois, mettre ces épisodes dans leur contexte et prendre en compte leur succession potentiellement rapide, voire leur construction simultanée. Cette remise en contexte a des conséquences majeures, car il est peu probable qu'il ait été possible de mobiliser chaque année durant 60 à 100 jours l'ensemble des personnes susceptibles d'être recrutées. Nous avons vu que c'est en Balam II que le rythme de la construction semble avoir été le plus soutenu, avec 42 épisodes de construction. Une telle succession des épisodes, sachant que certains d'entre eux demandaient plusieurs saisons de travail, a-t-elle pu impliquer une mobilisation de la main-d'œuvre plus soutenue que ce que le coût médian, très modeste, semble indiquer ?
Commençons par rappeler qu'il a été établi au chapitre précédent (Tableau 66) que même en Balam II, on détecte moins d'un épisode de construction par an, et même, moins d'un épisode tous les deux ans. Il est vrai, cependant, qu'à l'heure actuelle, il demeure totalement impossible de situer la construction des différents épisodes au sein de pas de temps plus courts que les sous-phases du Classique ancien (comme le faisait Carrelli, 2004, pour l'Acropole de Copan). Dès lors, il faut se contenter de simuler la répartition des épisodes au cours du temps. Nous tenterons, en particulier, de déterminer la possibilité de la répartition de l'effort de construction sur la main-d'œuvre par la rotation annuelle des effectifs. Pour ce faire, on travaille à partir du coût moyen annuel de construction, calculé pour chaque sous-phase (voir, au chapitre précédent, le Tableau 65). Ce marqueur théorique exprime le coût énergétique par saison (en supposant qu'il n'y avait qu'une saison de construction par an), obtenu en divisant le coût énergétique total pour une sous-phase par la durée en années de cette sous phase (la durée prise en compte est celle qui est indiquée par la séquence chrono-céramique). Bien entendu, il ne s'agit pas d'une image de l'effort de construction effectivement fourni chaque année. La mise en parallèle de cette moyenne annuelle avec la quantité de j-p pouvant être fournie durant chaque saison de construction (Figure 154) permet d'observer, une nouvelle fois, que la population de la Zone résidentielle aurait pu aisément mener à bien, en Balam II et Balam III, plusieurs épisodes de construction annuels, avec une mobilisation raisonnable. En Balam I, le rapport est un peu plus équilibré, mais la main-d'œuvre

211 Il est tenu compte du changement de volume occasionné par l'ajout de l'eau lors du gâchage.

mobilisable dans la Zone résidentielle (à la fin de cette sous-phase) aurait été tout de même suffisante pour mener à bien toute la construction de la sous-phase si elle avait été répartie harmonieusement sur chaque saison de travail. Mais qu'en est-il de la rotation des effectifs ? Les mêmes travailleurs devaient-il répéter l'effort annuellement ?
Le Tableau 97 et le Tableau 98 montrent, pour chaque sous-phase, le nombre (ligne A) et la proportion (ligne B) de personnes qui seraient effectivement mobilisées chaque année au sein du total de la population mobilisable (estimée à 20 % de la population, pour la Zone résidentielle comme pour la micro-région) pour répondre à la demande représentée par le coût énergétique annuel moyen. La ligne C indique la fréquence (en années) avec laquelle une personne devrait être sollicitée si une stricte rotation des travailleurs était opérée.
Il apparaît très clairement que dans le cadre de cette moyenne annuelle, et quelle que soit la configuration envisagée (durée de la saison, production de chaux ou non), un travailleur pouvait n'être mobilisé qu'une fois dans sa vie, si la main-d'œuvre était recrutée dans l'ensemble de la micro-région. A l'échelle de la Zone résidentielle, les résultats sont plus contrastés. En Balam III, la demande pour l'architecture monumentale était si faible qu'un travailleur n'était probablement pas mobilisé plus d'une fois dans sa vie, et il est même envisageable que la génération suivante n'ait pas non plus été mobilisée. En Balam II, selon que la chaux est prise en compte ou non dans les calculs, la mobilisation pouvait concerner une même famille nucléaire tous les deux à huit ans. Bien entendu, si de la main-d'œuvre était recrutée dans l'arrière-pays en parallèle, la rotation était plus large encore. En Balam I, la demande était encore plus forte, et une même famille nucléaire de Naachtun pouvait être sollicitée chaque année selon l'hypothèse la plus intensive (ce qui pourrait en partie expliquer le faible investissement apparent dans l'architecture résidentielle privée au sein de la Zone résidentielle), ou tous les cinq ans selon l'hypothèse la moins intensive. Cependant, on a vu que la construction monumentale en Balam I a nécessairement demandé la participation de main-d'œuvre recrutée dans l'arrière-pays, la demande étant trop élevée pour la seule population de la Zone résidentielle. On a donc également évalué (Tableau 99) les possibilités de rotation du recrutement à partir d'un coût annuel moyen calculé sans la Structure XX (et sa sub), qui représentent un coût très largement supérieur au coût médian de l'architecture monumentale à Naachtun et ont exigé la participation de travailleurs recrutés dans l'arrière-pays. Selon cette nouvelle configuration, une même famille nucléaire pouvait être concernée par la construction tous les trois à neuf ans, c'est-à-dire sur un rythme moins intensif qu'en Balam II. Il s'agit d'une mobilisation beaucoup moins intensive que celle que calculait Carrelli (2004) pour Copan, puisqu'elle supposait qu'au cours des deux premières décennies de la dynastie, chaque homme habitant la vallée aurait eu à contribuer annuellement à la construction monumentale à hauteur de 30 à 45 jours. Nous considérons qu'une telle mobilisation concernant toutes les familles nucléaires tous les ans n'est envisageable que sur le court terme (il n'est, par exemple, pas exclu que ce soit ainsi que la construction de certaines étapes du Groupe de Type E de Naachtun ait été menée à bien).

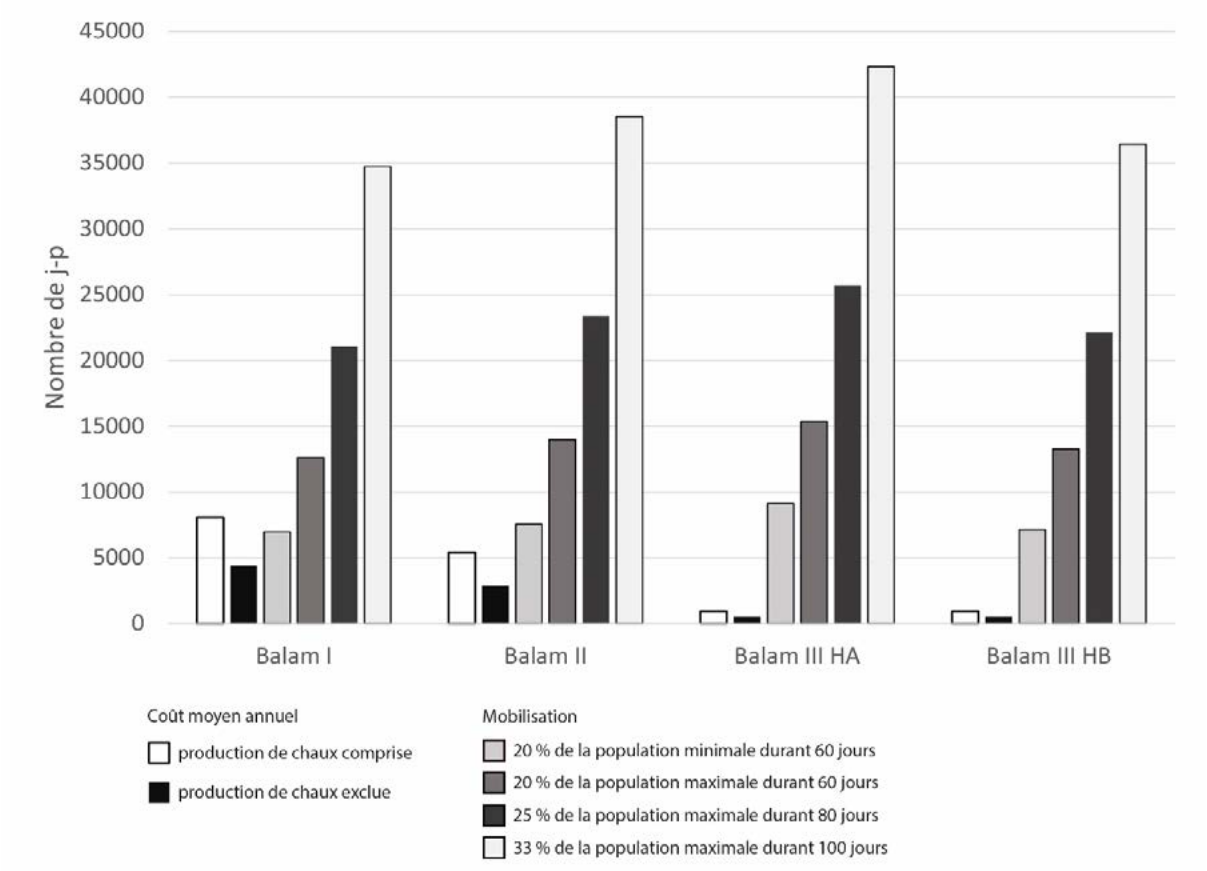


Figure 154. Coût moyen annuel (intermédiaire) au cours de chaque sous-phase et nombre de jours-personnes pouvant être fournis au cours d'une saison par la population de la Zone résidentielle de Naachtun.

Tableau 96. Possibilités de rotation des travailleurs mobilisés, en fonction de la durée de la saison de construction. Production de chaux comprise.

	Durée de la saison		
	60 jours	**80 jours**	**100 jours**
Coût annuel intermédiaire moyen en Balam III : 949,5 j-p			
20 % de la population totale (Hyp. A) de la Zone résidentielle = 256 personnes			
(A) Nombre de travailleurs mobilisés par saison	15,83	11,87	9,5
(B) Pourcentage de la population mobilisable	6,18	4,64	3,71
(C) 1 personne est mobilisée tous les ... ans	16,2	21,6	27
20 % de la population totale (Hyp. B) de la Zone résidentielle = 221 personnes			
(A) Nombre de travailleurs mobilisés par saison	15,83	11,87	9,5
(B) Pourcentage de la population mobilisable	7,16	5,37	4,3
(C) 1 personne est mobilisée tous les ... ans	14	18,6	23,3
20 % de la population totale de la Micro-région = 3 956 personnes			
(A) Nombre de travailleurs mobilisés par saison	15,83	11,87	9,5
(B) Pourcentage de la population mobilisable	0,4	0,3	0,24
(C) 1 personne est mobilisée tous les ... ans	250	333,3	416,6
Coût annuel intermédiaire moyen en Balam II : 5 405,4 j-p			
20 % de la population totale de la Zone résidentielle = 233 personnes			
(A) Nombre de travailleurs mobilisés par saison	90,09	67,57	54,05
(B) Pourcentage de la population mobilisable	38,67	29	23,2
(C) 1 personne est mobilisée tous les ... ans	2,6	3,5	4,3
20 % de la population totale de la Micro-région = 3 405 personnes			
(A) Nombre de travailleurs mobilisés par saison	90,09	67,57	54,05
(B) Pourcentage de la population mobilisable	2,65	1,98	1,59
(C) 1 personne est mobilisée tous les ... ans	37,8	50,4	63
Coût annuel intermédiaire moyen en Balam I (BIA) : 8 075,1 j-p			
20 % de la population totale de la Zone résidentielle = 210 personnes			
(A) Nombre de travailleurs mobilisés par saison	134,59	100,94	80,75
(B) Pourcentage de la population mobilisable	64,09	48,07	38,45
(C) 1 personne est mobilisée tous les ... ans	1,6	2,1	2,6
20 % de la population totale de la Micro-région = 3 081 personnes			
(A) Nombre de travailleurs mobilisés par saison	134,59	100,94	80,75
(B) Pourcentage de la population mobilisable	4,37	3,28	2,62
(C) 1 personne est mobilisée tous les ... ans	22,9	30,5	38,2

Tableau 97. Possibilités de rotation des travailleurs mobilisés, en fonction de la durée de la saison de construction. Production de chaux exclue.

	Durée de la saison		
	60 jours	**80 jours**	**100 jours**
Coût annuel intermédiaire moyen en Balam III : 522,6 j-p			
20 % de la population totale (Hyp. A) de la Zone résidentielle = 256 personnes			
(A) Nombre de travailleurs mobilisés par saison	8,71	6,53	5,23
(B) Pourcentage de la population mobilisable	3,4	2,55	2,04
(C) 1 personne est mobilisée tous les ... ans	29,4	39,2	49
20 % de la population totale (Hyp. B) de la Zone résidentielle = 221 personnes			
(A) Nombre de travailleurs mobilisés par saison	8,71	6,53	5,23
(B) Pourcentage de la population mobilisable	3,94	2,96	2,36
(C) 1 personne est mobilisée tous les ... ans	25,4	33,8	42,3
20 % de la population totale de la Micro-région = 3 956 personnes			
(A) Nombre de travailleurs mobilisés par saison	8,71	6,53	5,23
(B) Pourcentage de la population mobilisable	0,22	0,17	0,13
(C) 1 personne est mobilisée tous les ... ans	454,2	605,6	757
Coût annuel intermédiaire moyen en Balam II : 2 867,9 j-p			
20 % de la population totale de la Zone résidentielle = 233 personnes			
(A) Nombre de travailleurs mobilisés par saison	47,8	35,85	28,68
(B) Pourcentage de la population mobilisable	20,51	15,39	12,31
(C) 1 personne est mobilisée tous les ... ans	4,9	6,5	8,1
20 % de la population totale de la Micro-région = 3 405 personnes			
(A) Nombre de travailleurs mobilisés par saison	47,8	35,85	28,68
(B) Pourcentage de la population mobilisable	1,4	1,05	0,84
(C) 1 personne est mobilisée tous les ... ans	71,2	95	118,7
Coût annuel intermédiaire moyen en Balam I (BIA) : 8 075,1 j-p			
20 % de la population totale de la Zone résidentielle = 210 personnes			
(A) Nombre de travailleurs mobilisés par saison	73,09	54,82	43,85
(B) Pourcentage de la population mobilisable	34,81	26,1	20,88
(C) 1 personne est mobilisée tous les ... ans	2,9	3,8	4,8
20 % de la population totale de la Micro-région = 3 081 personnes			
(A) Nombre de travailleurs mobilisés par saison	73,09	54,82	43,85
(B) Pourcentage de la population mobilisable	2,37	1,78	1,42
(C) 1 personne est mobilisée tous les ... ans	42,2	56,2	70,3

Tableau 98. Possibilités de rotation des travailleurs mobilisés, en fonction de la durée de la saison de construction. Moyenne Balam I corrigée.

	Durée de la saison		
	60 jours	**80 jours**	**100 jours**
Production de chaux incluse, XX et XX Sub exclues			
Coût annuel intermédiaire moyen en Balam I (BIA) : 3 847 j-p			
20 % de la population totale de la Zone résidentielle = 210 personnes			
(A) Nombre de travailleurs mobilisés par saison	64,12	48,09	38,47
(B) Pourcentage de la population mobilisable	30,53	22,9	18,32
(C) 1 personne est mobilisée tous les ... ans	3,28	4,37	5,46
Production de chaux exclue, XX et XX Sub exclues			
Coût annuel intermédiaire moyen en Balam I (BIA) : 2 229 j-p			
20 % de la population totale de la Zone résidentielle = 210 personnes			
(A) Nombre de travailleurs mobilisés par saison	37,15	27,86	22,29
(B) Pourcentage de la population mobilisable	17,69	13,27	10,61
(C) 1 personne est mobilisée tous les ... ans	5,65	7,54	9,42

9.5 De possibles difficultés à la fin du Classique ancien

Il a été montré que le coût cumulé de la construction monumentale à Naachtun au cours de la Sous-phase Balam III était très largement inférieur à l'investissement consenti en Balam I et en Balam II. Supposons, de manière exploratoire, que l'enceinte du complexe *amurallado* ait été construite dans une relative urgence, à la demande de l'élite politique de Naachtun, afin de se prémunir contre une attaque militaire qui aurait voué les membres de l'aristocratie locale à l'humiliation, la torture, une exécution ou l'esclavage[212]. Le VI^{e} siècle fut un moment d'instabilité dans la région. Rappelons qu'avant 514 apr. J.-C., Calakmul s'était émancipé de la domination de la dynastie Suutz', comme en témoignait le titre du personnage principal de la Stèle 43 du site du Campeche. Une construction du mur de Naachtun au cours du premier quart du VI^{e} siècle est tout à fait envisageable : la céramique associée est tardive au sein du Classique ancien, et la datation radiocarbone d'un foyer postérieur à la construction (mais intrusif dans le sol associé à la première étape du mur) a donné l'intervalle (HPD à 95 %) : 400-538 apr. J.-C. (Figure 155).

212 A la manière de Webster (1976) pour le fossé de Becan, on envisage surtout cette hypothèse comme un exercice permettant de tester les possibilités de mobilisation de la main-d'œuvre. Nous n'excluons donc certainement pas la possibilité que le mur d'enceinte de Naachtun ait eu avant tout une fonction sociale, plus que militaire.

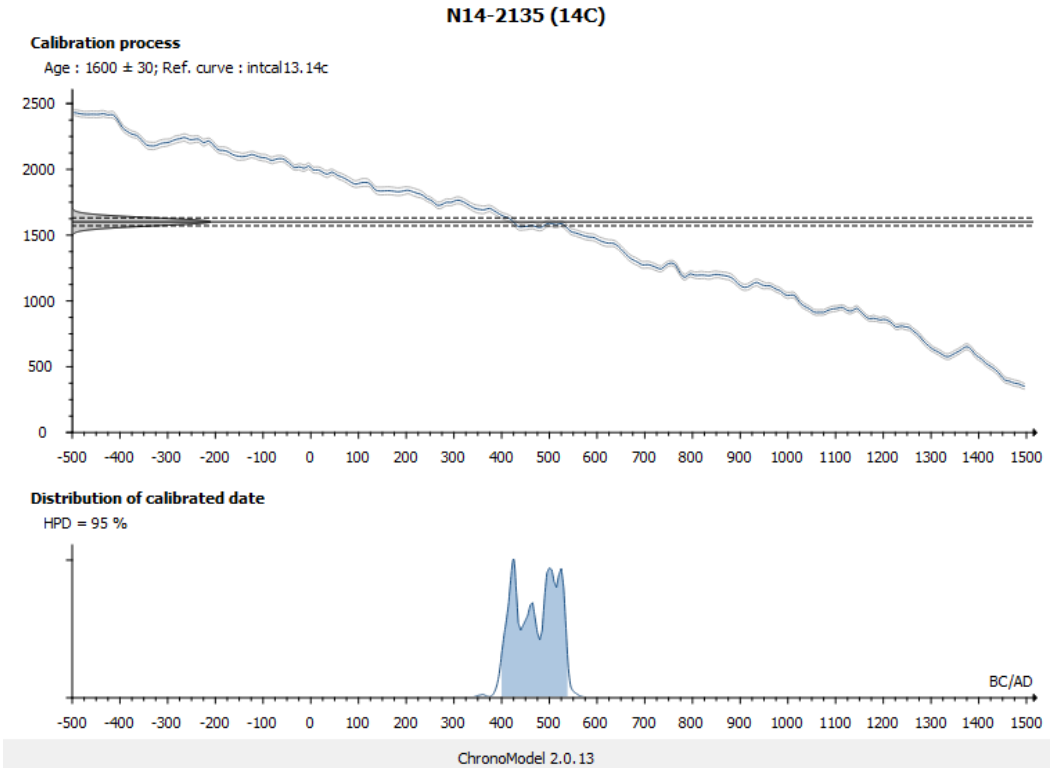


Figure 155. Résultat de la datation radiocarbone d'un échantillon de charbon provenant d'un foyer légèrement postérieur à la construction de l'enceinte du Groupe A de Naachtun.

Nous supposons donc que pour échapper au sort réservé aux captifs représentés au pied du personnage central de la Stèle 43 de Calakmul, les dirigeants de Naachtun exigèrent la construction rapide de l'enceinte monumentale. Il est, malgré tout, exclu que la construction se soit faite face à une menace imminente, à la manière des barricades de Dos Pilas (Inomata 2008) : la qualité du travail serait moindre que celle qui peut être observée. Le mur d'enceinte de Naachtun n'est pas une barricade mais un véritable mur paré et enduit de mortier, peint en rouge (Arredondo Leiva 2010, pp. 318, 337).
Pour terminer la construction en une seule saison, la seule population de la Zone résidentielle n'aurait été suffisante qu'au prix d'une mobilisation relativement longue et intensive. En effet, le coût de construction de l'enceinte, production de chaux exclue, est de 28 960 j-p. Comme l'indique le Tableau 96, il faut une mobilisation de 100 jours (de 20 à 33 % de la population maximale) ou de 80 jours pour 33 % de la population maximale de la Zone résidentielle pour atteindre ce total. Une mobilisation plus courte, ou d'une proportion moindre de la population n'aurait pas permis de compléter la construction en une saison. En faisant appel à la population de l'arrière-pays, il aurait, en revanche, été aisé de terminer la construction de l'enceinte en moins de deux mois : la mobilisation F (5 % de la population mobilisée sur 60 jours) permet de mener à bien la construction de l'enceinte (production de chaux comprise) rapidement (Figure 156). Mobiliser la même proportion de 5 % des habitants de la micro-région permet même de construire le mur en un seul mois, production de chaux exclue. Il aurait donc été possible, pour peu que cela ait été nécessaire, de construire l'enceinte en quelques semaines.
Imaginons que pour économiser sur le coût de construction (soit que le pouvoir ait eu une moindre capacité à mobiliser la population, ou encore pour gagner du temps), il ait été décidé de prélever des pierres sur des structures anciennes, comme la *Perdida*, ou certaines structures du Groupe de Type E (XIX, XXII, XXIII). Si la moitié de toutes les pierres utilisées, pour le remblai et le parement de l'enceinte,

avait,été prélevée sur ces édifices, l'économie réalisée sur le coût de construction aurait été de 8 423 j-p pour le coût intermédiaire (sans compter, toutefois, le coût de transport, probablement peu élevé au vu de la proximité des structures démantelées et le coût de ce démantèlement, également modeste), le coût intermédiaire étant alors de 44 531,4 j-p (Figure 156). C'est une économie de 15,9 % par rapport au coût calculé envisageant l'extraction de toutes les pierres sans prélèvement sur des structures anciennes. Avec un coût de construction, production de chaux exclue, de 20 536 j-p, la, population maximale de la Zone résidentielle peut mener à bien la construction en 80 jours, avec une mobilisation de 20 % des habitants. Il faudrait moins de 60 jours à 33 % des habitants de la Zone résidentielle pour construire le mur (Tableau 96). On aura compris que tout apport de la main-d'œuvre de l'arrière-pays permettrait de terminer les travaux en quelques semaines.

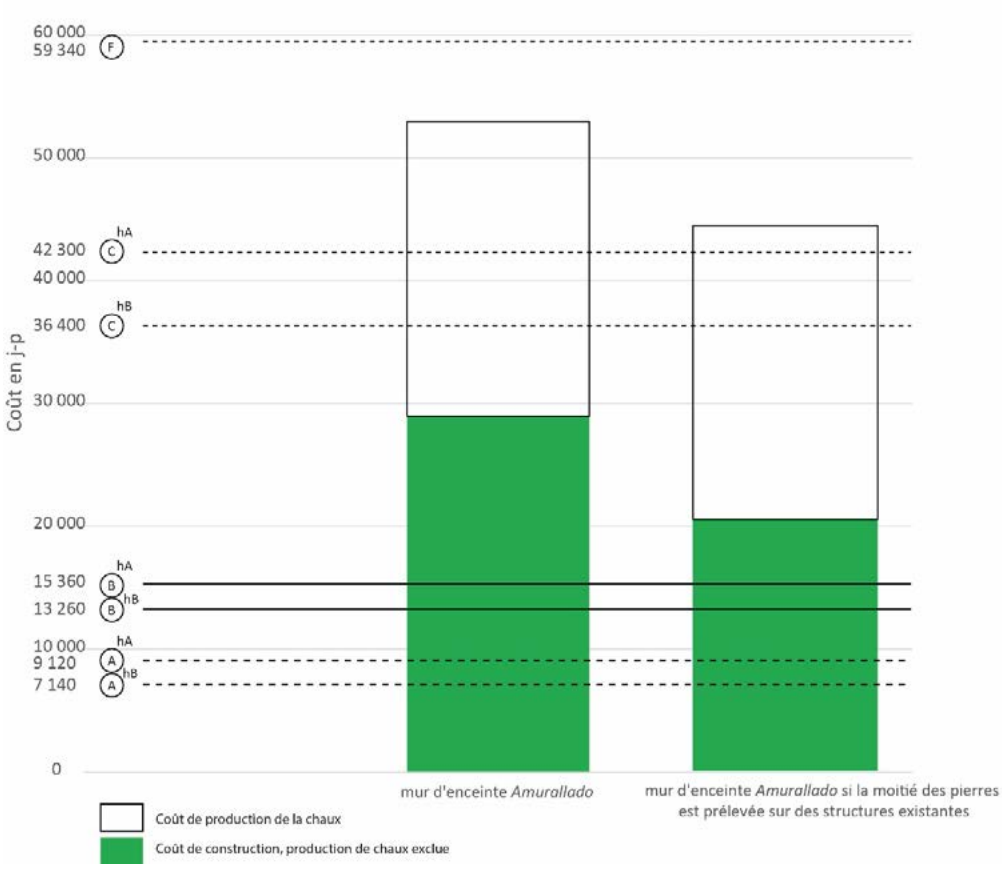


Figure 156. Croisement du coût énergétique (intermédiaire) de la construction de l'enceinte du Groupe A avec le nombre de jours-personnes pouvant être travaillés au cours d'une saison à Naachtun au cours de la sous-phase Balam III. Colonne de gauche : pierres extraites en carrière. Colonne de droite : moitié des pierres prélevées sur des structures existantes.

9.6 Discussion et conclusion

Le nombre d'épisodes de construction pris en compte et notre connaissance encore relativement lacunaire de leurs composants font qu'il n'a pas été possible d'affiner le calcul de la répartition des coûts à partir des méthodes de gestion de projet, comme le proposent Smailes (2011) ou McCurdy (2019). Nous considérons que dans le cadre de nos problématiques et à notre échelle de précision, le coût global par épisode de construction est suffisant pour analyser les relations entre l'investissement dans la construction monumentale et la population.

Comme de nombreux chercheurs l'ont mis en évidence (De Montmollin 1989, p. 69 ; Peterson et R. D. Drennan 2011, p. 124), la variation, à la hausse comme à la baisse, de l'investissement dans la construction monumentale peut s'expliquer par un nombre relativement limité de logiques. Elle peut découler de la variation du degré de mobilisation de la main-d'œuvre par les élites dirigeantes ou le groupe, quel qu'il soit, qui décide de la construction (*tax rate*, R. D. Drennan et Peterson 2011 ; Peterson et R. D. Drennan 2011), de la variation de la population, ou d'une combinaison des deux. Comme le remarquaient Peterson et R. D. Drennan (*ibid.*, p. 124), il était probablement plus facile pour les dirigeants d'accentuer la monumentalité d'une cité en répartissant la demande sur une plus grande population qu'en augmentant la demande sur une population égale (voir également la remarque, déjà mentionnée, d'Erasmus 1965, p. 299, pour qui il est plus facile de mobiliser une main-d'œuvre très nombreuse sur un temps court que de maintenir au travail une main-d'œuvre plus réduite durant de longues années). C'est donc en fonction de ces paramètres que nous pouvons discuter les dynamiques d'investissement perçues à Naachtun. Bien que la forte incertitude qui entoure encore la plupart des paramètres à prendre en compte nous ait obligé à présenter et peser différents scénarios de mobilisation, des constantes apparaissent tout de même à travers les différentes possibilités envisagées. Il apparaît, tout d'abord, que c'est seulement en Balam I que la demande pour l'architecture monumentale a nécessairement constitué une certaine pression sur la main-d'œuvre, avec la nécessité quasi certaine de faire appel à des travailleurs établis dans l'hinterland, lesquels pratiquaient de toute façon un certain rythme de mobilité agraire, religieuse et/ou économique. Par la suite, la main-d'œuvre de la Zone résidentielle était suffisamment nombreuse, et le coût énergétique de la construction, suffisamment bas, pour que la mobilisation pour la construction n'ait pas constitué un problème d'effectifs *a priori*. Cela ne signifie pas pour autant que la main-d'œuvre venait forcément exclusivement de la Zone résidentielle : il est tout à fait possible qu'une partie ait été recrutée dans l'hinterland, mais il ne s'agissait alors pas d'une nécessité due à la trop faible population de la Zone résidentielle. Toutefois, le fait que la population de la Zone résidentielle ait été suffisante pour mener à bien la construction est un résultat fondamental dans l'hypothèse où l'arrière-pays était proportionnellement moins occupé au Classique ancien qu'au Préclassique récent ou au Classique récent (hypothèse de la nucléation, formulée, en particulier, pour Río Azul et Tikal, selon laquelle, au Classique ancien, la population n'aurait pas été disséminée dans les hinterlands mais regroupé autour des centres principaux et secondaires : on renvoie à la Sous-section 7.5.3).

L'investissement dans l'architecture monumentale publique diminue ensuite (au cours des Sous-phases Balam II et Balam III) de manière significative. Il est intéressant de constater que l'évolution du nombre d'habitants n'était pas très marquée entre Balam I et Balam III. Même dans l'hypothèse où la population aurait diminué en Balam III, la fluctuation du nombre d'habitants tel qu'il est reconstitué dans cette recherche ne serait pas le facteur déterminant des changements de l'investissement énergétique pour la construction monumentale. En effet, nos données indiquent une croissance faible de la population au Classique ancien, une tendance comparable aux résultats obtenus par la plupart des chercheurs s'intéressant aux variations diachroniques de la population des Basses Terres (*e.g.* Culbert et D. S. Rice 1990).

Si la fluctuation de l'investissement dans l'architecture monumentale n'était pas due à des variations de la taille de la population, et par conséquent du « bassin de main-d'œuvre », elle serait plutôt due à d'autres facteurs, à savoir les évolutions des rapports de force politiques et des différentes stratégies des dirigeants, des élites intermédiaires et des travailleurs. La question est donc de déterminer les raisons de la construction monumentale, dans le cadre de ces stratégies, ce à quoi nous nous attachons dans les paragraphes suivants.

Dans un tout premier temps, au cours du Préclassique récent, une proportion élevée (voir l'étude de McCurdy 2019 de ce type de contexte à Xunantunich) de la faible population a pu se réunir pour construire les premières plates-formes publiques, dont le coût énergétique n'a pas pu être déterminé de manière assez précise pour faire l'objet d'une analyse dans la présente recherche. Il s'agit d'une pratique documentée pour de nombreux sites mayas pour des périodes plus anciennes, comme le Préclassique moyen. Après quoi, les nouveaux dynastes auraient exigé une forte implication de la

population pour la construction d'un lieu, la capitale. Puisque l'on observe un déficit certain de la population occupant la Zone résidentielle en Balam I pour fournir la main-d'œuvre nécessaire, la construction monumentale publique aurait été un moyen d'attirer la population dans la cité. La dynamique aurait continué en Balam II, avec la construction du Triadique, un édifice volumineux, au coût élevé, et symbolique dans les stratégies d'instauration du pouvoir (R. D. Hansen 1998 ; Velázquez Fergusson 2014), ainsi que de projets un peu moins ambitieux d'un point de vue du coût de construction, mais tout aussi symboliques pour une dynastie en cours de construction : des édifices funéraires plus ou moins monumentaux. Une forme d'émulation architecturale (voir, sur cette possibilité, Abrams 1994, p. 95) est peut-être visible dans la zone résidentielle, où l'on observe la multiplication des niveaux de sol de mortier (peu coûteux) et celle, remarquable, des dépôts rituels dans les remblais de construction, signalant la transition architecturale d'une forme d'occupation à une autre et donc, peut-être enracinement. Toutefois les structures résidentielles elles-mêmes se caractérisent par l'absence de voûte, et les plates-formes sont basses. Enfin, en Balam III, la demande en main-d'œuvre pour la construction monumentale diminue de manière très nette. Doit-on considérer que cette diminution reflète un affaiblissement du pouvoir dynastique ? Comment interpréter la construction du mur entourant un secteur de l'épicentre, le projet architectural le plus coûteux de la sous-phase ? L'hypothèse d'une crise politique est bien entendu très tentante, au vu des revers militaires et diplomatiques subis à cette période par les cités alliées à Tikal, et en particulier la dynastie de la Chauve-souris, dont la domination sur Calakmul pourrait prendre violemment fin avant 514 apr. J.-C. (Vázquez López *et al.* 2016). Certes, la diminution de l'investissement dans l'architecture monumentale peut être éventuellement vue comme un pendant logique à l'hypothèse selon laquelle il existe un plus fort investissement en période de mise en place du pouvoir. Une fois ce pouvoir établi, il semblerait normal que l'investissement diminue. Toutefois, un investissement faible ou nul peut aussi correspondre à une crise, un moment d'instabilité ou de faiblesse du pouvoir, voire de guerre civile (hors de la zone maya, voir l'exemple de Karnak, M. Drennan et M. J. Kolb 2019, p. 71).

En réalité, ces tendances à l'investissement ou à l'économie n'étaient pas nécessairement contemporaines les unes des autres : après un fort investissement dans la construction en phase, instable, de fondation, il semble bien que la construction puisse être corrélée aux périodes de stabilité et de prospérité, les phases de moindre investissement correspondant alors aux périodes de crise (*ibid.*, pp. 72-73). Moholy-Nagy (2016, p. 260) établissait une liste des indices pouvant suggérer, lorsqu'ils sont réunis, le déclin d'une cité. Au-delà d'une cessation des inscriptions, à l'image du hiatus des inscriptions de Tikal, étaient mentionnés : l'arrêt de la construction publique et cérémonielle, l'abandon ou l'arrêt de l'entretien de structures résidentielles ou publiques, un dépeuplement, la diminution des importations, la diminution en quantité et en qualité du matériel des sépultures et des dépôts rituels, la diminution de la diversité et de l'innovation dans la culture matérielle. A Naachtun, on a vu que le dépeuplement est possible, mais pas complètement attesté. La diminution de la construction monumentale est très nette. En revanche, la capacité des dirigeants à ériger des stèles gravées s'est maintenue (quoique le style de certaines d'entre elles soit interprété comme maladroit), et l'on ne distingue pas une diminution de la quantité et de la qualité des biens matériels. Les importations ne semblent pas avoir subi de coup d'arrêt. Une crise momentanée de la dynastie n'est pas à exclure, et nous suggérons que les élites intermédiaires de la Zone résidentielle ont récupéré à leur profit une partie de la capacité énergétique des habitants du site, pour construire des soubassements résidentiels plus imposants et les premières résidences voûtées, aux dépens des projets dynastiques. A ce sujet, il faut noter les très nombreux cas de démantèlement d'édifices - dans leur étape finale - du Classique ancien, démantèlements, par définition, presque impossibles à dater. Cette pratique de démantèlement et donc de recyclage de matériaux par ces élites intermédiaires aurait été substantielle, comme en témoignent certaines pierres manifestement récupérées sur des édifices trouvées en fouille (nous pensons, par exemple au remblai Balam III de la Structure 6M-100, qui contenait plusieurs pierres taillées et stuquées arrachées sur des structures, voir Hiquet, Schwendener *et al.* 2016, Sondage 68, et Figure 157). Une autre hypothèse doit être prise en compte pour expliquer les démantèlements : s'agissait-il plutôt d'une tendance systématique vers la fin du Classique ancien, s'expliquant par les

difficultés des dirigeants à recruter de la main-d'œuvre, qui cherchaient à diminuer par tous les moyens les coûts de construction ?
S'il est possible de rechercher une analogie à cette séquence d'épisodes contrastés dans le monde très postérieur de Tenochtitlan, d'après López Luján *et al.* (2003, p. 157), les agrandissements successifs du *Templo Mayor* correspondaient aux conquêtes de nouvelles provinces par l'empire. La construction était d'ailleurs inaugurée par une cérémonie au cours de laquelle on sacrifiait des captifs issus de la guerre de conquête. Dans ce contexte impérialiste, la construction ne serait ainsi que très indirectement liée à une croissance de la population urbaine, même si l'agrégation de provinces à l'empire permettait mécaniquement d'accroître la main-d'œuvre mobilisable et les ressources en matériaux de construction (voir, pour la construction monumentale à Uxmal, une hypothèse comparable développée par Carmean *et al.* 2011, p. 156). Bien que cet exemple soit tiré d'un contexte politique et urbain différent de celui des Mayas classiques, le modèle de l'instrumentalisation de la religion par l'État à des fins de croissance de la cité peut sans doute être étendu aux Mayas. D'une part, la conjoncture historique pouvait être, par moments, relativement impérialiste dans le cas de certaines cités mayas au Classique ancien - certainement Tikal et peut-être sa subordonnée Naachtun. D'autre part, les Mexicas et les Mayas classiques partageaient le régime de la royauté sacrée (Gillespie 1989), avec des différences quantitatives évidentes de puissance et de capacités militaires. Nous proposons l'analogie, donc toutes proportions gardées, entre visées impérialistes, religion de la royauté sacrée et démographie urbaine, à cette différence près que les Mayas de Naachtun n'auraient apparemment pas pratiqué le sacrifice en masse de leur main-d'œuvre captive, comme les Mexicas.



Figure 157. Pierre travaillée et stuquée arrachée et placée, en Balam III, dans le remblai de la Structure 6M-100. (Photo : J. Hiquet).

Hormis la période de construction des toutes premières plates-formes basses à la transition entre le Préclassique récent et le Classique ancien, on voit dans le pouvoir dynastique central récemment instauré un moteur dans l'attraction de la population et dans l'urbanisation de la cité par le moyen de la mise en œuvre de programmes architecturaux monumentaux. L'intérêt des élites dirigeantes consistait notamment en l'installation de la population la plus nombreuse possible dans la cité, ce qui facilitait, par exemple la perception des impôts, quelle que soit leur nature exacte (De Montmollin 1989, p. 87). Cela permettait aussi de disposer de la main-d'œuvre nécessaire pour la construction monumentale et l'aménagement d'une capitale. C'est ainsi qu'était envisagée l'installation de la population à Aguateca, sous l'angle de la main-d'œuvre pour construire la cité quasiment *ex-nihilo* (Inomata 2004). Il revenait donc aux élites de faire en sorte que les gens du commun tirent un intérêt (plus ou moins direct) de leur participation à la construction monumentale (entre autres tâches collectives).

L'agglomération était plus ou moins volontaire : voir les options envisagées, de manière purement heuristique (en l'absence de données archéologiques précises), par Inomata (*ibid.*, p. 186) pour expliquer l'agglomération de la population à Aguateca. Un semblable éventail de stratégies était évoqué par De Montmollin (1989, p. 88). La seule évidence dont disposait Inomata (2004, p. 190) pour discuter les stratégies d'attraction de la population dans les cités par les élites était indirecte : puisqu'il observait, par ailleurs, que les gens du commun jouissaient d'une grande capacité de mobilité dans la recherche de leur intérêt (toujours dans le cas de la participation forcée aux travaux collectifs, rappelons que certains exerçaient encore cette liberté dans le cadre du système de *fagina* observé par Redfield et Villa Rojas, 1934), ce qui pouvait impliquer des changement d'affiliation politique et sociale, il est peu probable que l'emploi de la seule coercition ait été une stratégie fructueuse de la part des élites dirigeantes (voir, également, Golden et Scherer 2013, p. 404). Il leur fallait donc faire en sorte que la population trouve un certain intérêt à s'installer dans la cité, ce qui peut constituer de la part de paysans une option contre-intuitive, par exemple d'un point de vue sanitaire et économique pour des populations habituées à l'abondance en ressources que peut offrir une vie plus isolée (Houston, Escobedo *et al.* 2003 ; voir également les témoignages ethnologiques recueillis auprès de Mayas pratiquant ou ayant pratiqué la double-résidence, sur les avantages de la vie loin du village, Zetina Gutiérrez et Faust 2011). Cela n'en reste pas moins une dynamique d'installation relativement forcée, à l'initiative des élites (De Montmollin 1989, p. 95). Quant aux mécanismes exacts faisant que les gens du commun trouvaient un intérêt à s'installer dans les cités, il faut peut-être les chercher dans l'intensité des interactions sociales, culturelles, religieuses et politiques que ces gens y trouvaient, le tout advenant autour de la figure royale : nous renvoyons à la discussion de la communauté morale comme facteur d'attraction des populations par Houston, Escobedo *et al.* (2003, pp. 233-234), au moins au Classique ancien (dans le même ordre d'idées, voir aussi Golden et Scherer 2013, pp. 404- 405). Remarquons que l'effervescence des grands chantiers de construction a pu contribuer à amplifier significativement l'intensité de ces interactions (Golden et Scherer 2013 ; Brysbaert 2015).

Conclusion

La monumentalité des épicentres des cités mayas inspire fréquemment des inférences plus ou moins étayées sur ses implications en matière de peuplement. On lit souvent (Adams 1990, p. 29 ; Houston, Escobedo *et al.* 2003, p. 224 ; Aquino et Barrios 2010, p. 81 ; Marken 2011, p. 241) que l'architecture impressionnante mise en place - on pourrait presque dire, scénographiée - par les Mayas n'était pas compatible avec la population résidente des cités (considérée en tant que réservoir de main-d'œuvre). Le cas est, en particulier, souvent évoqué pour le Classique ancien. Une question immédiate se pose donc fréquemment : la population résidente des sites était-elle assez nombreuse pour en assurer la construction des édifices monumentaux ? Il faut en dériver plusieurs autres questions. La plus évidente est celle du coût énergétique de l'architecture monumentale. Quelle était, concrètement, la demande en journées de travail pour mener à bien la construction des édifices ? En réalité, nul ne met en doute le fait que la construction demandait une quantité considérable de journées de travail, mais encore faut-il en déterminer l'ordre de grandeur. De plus, cette quantité de jours-personnes de travail impliquait-elle 1) la présence de très nombreux ouvriers ? En d'autres termes, réunissait-on des effectifs pléthoriques sur un temps aussi court que possible pour venir à bout de la construction rapidement, ou privilégiait-on une stratégie consistant à mobiliser moins de travailleurs, quitte à conclure le chantier beaucoup plus lentement ? Et 2), par extension, l'architecture monumentale demandait-t-elle réellement la présence d'une population résidente nombreuse, au sein de laquelle pouvait être mobilisée la main-d'œuvre ? Pour les centres à la population relativement modeste, une alternative se pose. Peut-être que la construction monumentale ne demandait pas la présence d'une population particulièrement nombreuse. Autre alternative, se pouvait-il que la construction, comme Adams (1990, p. 29) en faisait l'hypothèse pour Río Azul, ait été menée à bien par des travailleurs importés de manière saisonnière ? Enfin, la question qui est sans doute la plus importante tient aussi compte du contexte chronologique et culturel de notre recherche, celui de la période de la formation d'une cité. Si l'on suppose qu'il existait une certaine causalité entre la population résidente et les effectifs de main-d'œuvre pour la construction monumentale, se pose la question de l'antériorité de l'essor de l'architecture monumentale par rapport à celui de l'occupation : est-ce parce que la construction de la capitale a nécessité une main-d'œuvre nombreuse que Naachtun s'est peuplée, ou est-ce parce que Naachtun était une cité regroupant déjà une population importante qu'il a été possible d'envisager la construction d'édifices monumentaux ? Cette grande question du lien entre installation de la population et essor monumental de la cité est à envisager aux deux échelles du centre de Naachtun et de son arrière-pays, en liaison avec les mobilités régionales qui ont caractérisé la période de transition entre le Préclassique récent et le Classique ancien. Avec une bonne partie de son Épicentre monumental quasiment en l'état dès le Classique ancien, Naachtun constituait un excellent cas d'étude pour traiter ces questions.

La question des implications de la construction monumentale en termes de population résidente est souvent abordée de manière intuitive, et rarement quantifiée, ce qui fait qu'elle est généralement traitée de manière beaucoup moins approfondie que celle de la corrélation entre architecture monumentale et système politique et social, qui fait l'objet d'une littérature pléthorique, mais qui ne se trouve qu'à la marge de notre recherche, avant tout démographique. Elle doit être, malgré tout, évoquée, parce que la forme et l'intensité de la mobilisation de la main-d'œuvre (qui connecte la monumentalité à la population) sont probablement corrélées au système politique.

Pour apporter un nouveau regard sur l'articulation de la monumentalité et de la population au cours du Classique ancien, il était donc impératif de parvenir à quantifier à la fois le coût énergétique et la demande en main-d'œuvre de l'architecture monumentale de Naachtun et la population résidente. Toutefois, travailler sur le Classique ancien, ce n'est pas seulement s'imposer des limites chronologiques. Cela implique, avant tout, de s'attacher à résoudre un nombre considérable de problèmes méthodologiques spécifiques à cette période, qui compliquent singulièrement un travail de quantification déjà peu évident même dans des contextes chronologiques plus favorables.

L'identification des occupations du Classique ancien souffre en effet de la faible visibilité des contextes résidentiels de cette période, dans un paysage régional marqué par l'omniprésence de l'occupation classique récente. Seuls les Groupes A et C de l'Épicentre monumental échappent quelque peu à ce constat, bien que l'exceptionnelle permanence de l'agencement classique ancien de ces secteurs ne règle en rien le problème des étapes sub (c'est-à-dire antérieures et recouvertes) de la construction monumentale, quasiment inaccessibles.

Lorsque nous avons débuté la présente recherche, l'étendue de l'établissement de Naachtun était complètement inconnue. Nous savions, grâce au relevé entamé par Lemonnier et Cotom (Lemonnier et Cotom Nimatuj 2012 ; Lemonnier, Cotom Nimatuj *et al.* 2013), que des unités résidentielles parsemaient les alentours de l'Épicentre, et l'existence et la localisation de groupes d'habitat occupés au Classique ancien n'étaient guère connues que par les tessons dispersés par les pilleurs aux abords de leurs fouilles clandestines, ainsi que par une poignée de sondages dans les unités résidentielles les plus proches de l'Épicentre. C'est par la suite que le relevé de la Zone résidentielle a été complété par Lemonnier et Cotom (2014 ; 2016) jusqu'à de probables limites naturelles de l'établissement. En 2016, une couverture LiDAR de la micro-région (Pacunam Lidar Initiative, qui n'était pas prévue au moment de la définition du sujet de cette recherche) vint apporter un éclairage nouveau sur l'intensité de l'occupation du site, montrant que la densité en monticules résidentiels au-delà des limites naturelles et de la zone prospectée remontait rapidement pour atteindre des niveaux parfois équivalents à ceux que l'on trouve dans la Zone résidentielle. L'aspect chronologique reste une inconnue, majeure et persistante, malgré ce relevé, bien qu'il soit manifeste qu'une grande partie de l'occupation visible remonte au Classique récent. Quant à l'Épicentre et son architecture monumentale, à l'heure où nous entamions cette recherche, le Groupe B, essentiellement classique récent et terminal, était alors quasiment le seul à avoir fait l'objet de recherches (à l'exception des sondages de Morales-Aguilar 2012b ; 2013, dans le Groupe A et des sondages préliminaires du projet antérieur, Rangel 2005 ; Rangel, Alonso *et al.* 2013), conformément aux orientations scientifiques de la première phase du Proyecto Petén Norte Naachtun. En 2015 le PPNN, entrant dans sa deuxième phase scientifique, orientait la recherche sur les périodes anciennes de l'histoire de Naachtun, et des fouilles étaient menées sur l'architecture monumentale des Groupes A et C. Avant la deuxième phase du PPNN, aucune datation par radiocarbone n'avait été faite sur les contextes du Classique ancien, et la séquence céramique envisageant trois sous-phases (Balam I, Balam II, Balam III) pour le Classique ancien a réellement été formalisée au cours de la Saison 2014 du Projet, en partie grâce à l'analyse de la céramique provenant de nos sondages ouverts dans la Zone résidentielle. Si la succession des trois sous-phases est maintenant bien établie, en revanche, leur ancrage chronologique pose encore quelques questions.

Parce que le Classique ancien est une période dont le registre archéologique manque de visibilité, et parce que la présente recherche porte sur des édifices monumentaux à la morphologie et à la séquence de construction encore imparfaitement dominées, notre travail comporte une forte composante méthodologique. En effet, l'obtention de toutes les données nécessaires à l'analyse, qu'il s'agisse de l'estimation du nombre d'habitants du site, du coût de l'architecture monumentale ou des datations à l'échelle fine de la sous-phase, a demandé d'adapter les méthodes existantes aux écueils d'une période dont l'étude demeure, de l'avis des spécialistes de la civilisation maya, particulièrement complexe.

La première étape de notre travail a consisté à affermir autant que possible le cadre chronologique du Classique ancien à Naachtun, parce que nous avons pris le parti, pour une compréhension aussi fine que possible des dynamiques de la période, de travailler à l'échelle des sous-phases du Classique ancien, ce qui complique singulièrement l'acquisition des données. Il est rare que des travaux sur le Classique ancien soient menés à cette échelle de précision (voir, par exemple, les estimations de population de Culbert, Kosakowsky *et al.* 1990 et Webster 2018, ou encore, Lemonnier 2006 et M.-C. Arnauld, Lemonnier, Forné *et al.* 2017). Nous avons tenté de prendre en compte tous les outils possibles pour préciser le cadre chronologique de notre étude, des inscriptions déchiffrées par l'équipe d'épigraphistes aux datations par carbone 14 en passant par l'analyse céramique, que nous avons menée, à partir des critères établis par Alejandro Patiño, pour une bonne partie de la céramique obtenue de nos sondages. Nous avons procédé à un traitement statistique bayesien des datations radiocarbones obtenues sur les

contextes du Classique ancien dans le cadre de la deuxième phase du PPNN. Entre autres apports, ce traitement a permis de renforcer l'hypothèse selon laquelle les événements de 378 apr. J.-C. ont coïncidé avec des changements dans la culture matérielle locale, dans la mesure où la borne inférieure de la Sous-phase Balam III, obtenue à partir des seules datations radiocarbone et en totale indépendance des données épigraphiques, se trouve aux alentours de cette date. Il semble tout de même que des moments de transition avec coexistence des types céramiques ont existé entre les sous-phases du Classique ancien. Cette transition progressive, presque évolutive, est la plus nette à la transition entre la phase Kutz' et la sous-phase Balam I.

Posée en termes généraux, la méthode d'estimation du nombre d'habitants de Naachtun consiste à évaluer le nombre d'habitants par patio de la Zone résidentielle, puis à multiplier ce facteur par le nombre de patios occupées au cours de chaque sous-phase du Classique ancien. En pratique, la détermination du nombre d'habitants du site à chaque sous-phase du Classique ancien a exigé l'application d'une chaîne de calculs et de modélisations visant à reconstituer l'occupation ancienne du site à partir d'un état essentiellement Classique récent. Pour ce faire, il a fallu d'abord prendre en compte la croissance des unités de regroupement de l'habitat entre le Classique ancien et le Classique récent. Croissance démographique et dynamiques économiques et sociales font, en effet, que les groupes ont souvent connu une croissance marquée entre le Classique ancien et la fin du Classique récent, l'agencement des monticules résidentiels visibles en superficie correspondant à cette dernière période. Pour une distinction aussi précise que possible de ces dynamiques de croissance, plusieurs typologies les prenant en compte ont été mises au point. La Typologie de Croissance des unités résidentielles distingue les unités résidentielles selon la modélisation de leur croissance morphologique entre le Classique ancien et le Classique récent. On y distingue, par exemple, des unités résidentielles ayant peu évolué entre les deux phases, d'autres ayant connu une croissance bien plus marquée, d'autres, encore, ayant connu une croissance rapide seulement au Classique récent, sans antécédents d'occupation classique ancienne. Mais ce premier pas est encore insuffisant pour estimer une population, à cause de la grande diversité formelle qui caractérise les unités résidentielles de Naachtun. Une autre typologie a donc été créée, celle des patios, considérés comme des sous-unités résidentielles, ce qui permettait automatiquement de limiter l'échelle démographique des regroupements pris en compte. Au lieu de travailler sur des unités comptant de 1 à 55 structures, nous ciblons nos analyses et modélisations en travaillant sur des catégories de patios, lesquels comptent toujours moins de sept structures. C'est de cette Typologie des Patios, croisée avec la Typologie de Croissance des unités résidentielles, que sont dérivées nos estimations du nombre d'habitants de Naachtun à chaque sous-phase du Classique ancien. Nous avons estimé la moyenne minimale et maximale d'habitants de chaque sous-type de la Typologie des Patios croisée avec la Typologie de Croissance des unités résidentielles, et ce d'abord en prenant en compte l'univers visible, c'est-à-dire en majeure partie classique récent. Ces moyennes sont obtenues à partir de l'estimation du nombre minimal et maximal d'habitants de chaque patio de chaque sous-type de ces typologies. L'estimation est établie à partir d'indices permettant d'associer à chaque monticule visible un nombre d'habitants. Ces indices, utilisés dans bon nombre d'estimations de population, sont de deux types. L'un consiste à appliquer à chaque structure résidentielle (maison) un facteur d'habitants : ici, 4 ou 5,6 (des chiffres tirés de Redfield et Villa Rojas 1934 et Sanders et B. J. Price 1968). L'autre dérive le nombre d'habitants de la surface couverte des structures (pas seulement des maisons) du patio : 6,87 ou 8,36 m² d'espace couvert par habitant (Breton 1990 ; Becquelin et Michelet 1994). Dans tous les cas, nous avons tiré de nos quatre indices de calcul du nombre d'habitants d'un patio un nombre d'occupants minimal et un nombre maximal. Il est important de noter que l'un ou l'autre n'est pas corrélé systématiquement à tel ou tel des deux indices. Compte tenu de notre méthodologie, nous considérons que ces deux chiffres d'habitants par patio de chaque sous-type permettent de tenir compte de la variété et peut-être des fluctuations de l'occupation résidentielle de Naachtun, dans un contexte de fréquentes mobilités et rotations de la résidence, en liaison avec les pratiques agricoles. En effet, tous les habitants de la cité n'y résidaient pas en permanence, et certains passaient très probablement des saisons entières dans des résidences

secondaires agricoles, les « maisons des champs », situées à plus d'une journée de marche de notre Zone résidentielle.
Un certain nombre de corrections doivent, bien entendu, être appliquées pour tenir compte du caractère résidentiel ou non des édifices. Généralement, on ajuste aussi les effectifs pour tenir compte de l'habitat invisible, un problème sans doute particulièrement prégnant au Classique ancien, et de la non-contemporanéité de l'occupation. Dans notre recherche, ces deux dernières corrections s'appliquent à l'échelle des effectifs de patios occupés, et non pas à celle des structures. Ensuite, il est nécessaire, et c'est là, sans doute, ce qui constitue l'étape la plus arbitraire de notre travail, de corriger cette estimation du nombre moyen d'habitants par patio, valable pour le Classique récent, pour aboutir à une estimation du nombre d'habitants dans l'état classique ancien de chaque sous-type de patio. La méthode d'évaluation de la population, résumée de manière synthétique, consiste à multiplier le nombre moyen d'habitants (minimal et maximal) pour chaque sous-type de patio par le nombre de patios de ce sous-type occupés au cours de chaque sous-phase, tous les patios n'ayant bien évidemment pas été occupés au cours de toutes les sous-phases. Afin de déterminer le nombre de patios occupés au cours de chaque sous-phase, nous avons mené un programme de 85 sondages dans la Zone résidentielle (Hiquet 2014 ; Hiquet, González *et al.* 2014 ; Hiquet, Schwendener *et al.* 2016 ; Hiquet et Zeceña Chenal 2016), qui, couplés aux données obtenues par d'autres archéologues (Cotom Nimatuj, Véliz *et al.* 2012 ; Alvarado Najarro et Cotom Nimatuj 2013 ; Cotom Nimatuj, Hiquet *et al.* 2014), nous donnent un aperçu de l'occupation de 89 patios répartis dans 55 unités résidentielles de la Zone résidentielle de Naachtun. Il nous a donc été possible d'apporter, dans le cadre de la présente recherche, des avancées substantielles à la connaissance des dynamiques d'occupation de la Zone résidentielle, sous la forme d'une séquence de l'occupation du secteur.
L'apport de cette séquence d'occupation de la Zone résidentielle se trouve, bien entendu, dans l'estimation du nombre d'habitants de cette zone, mais elle a aussi permis de dégager un certain nombre d'informations extrêmement précieuses sur les dynamiques résidentielles mayas. Nous en donnerons trois exemples. Il a, tout d'abord, été possible de démontrer sans le moindre doute que de petites unités résidentielles, composées d'une structure isolée ou de deux structures, ont pu connaître une très longue histoire d'occupation (voir, sur la mise en évidence du même type de résultats, M.-C. Arnauld, Lemonnier, Forné *et al.* 2017 et M.-C. Arnauld, Lemonnier, Michelet *et al.* 2021). Bien qu'elles comprennent de nombreuses modifications architecturales, sans hiatus, avec un matériel archéologique riche et varié, ce n'est pas pour autant que de nouvelles résidences ont été ajoutées à ces unités. La croissance des unités avec le temps n'est donc pas systématique, ce qui revient à dire soit que des familles ont « échoué » dans le projet de croissance *in situ*, soit qu'elles ont préféré (ou été forcées de) « expulser » une partie de leurs membres à chaque génération. Par ailleurs, au moins un cas d'unité résidentielle (6M100) nous permet de démontrer qu'il arrivait bien que les Mayas utilisent, pour construire leurs remblais, du matériel prélevé dans d'autres unités résidentielles occupées à des périodes antérieures, comme cela a été proposé par M.-C. Arnauld, Dzul *et al.* (2010), à Río Bec. Cela démontre bien qu'il est nécessaire d'appliquer une méthode de datation de la céramique strictement fondée sur l'identification du tesson le plus récent (au moins dans les contextes de remblai). Enfin, un modèle de croissance répété a pu être mis au jour dans plus d'une dizaine d'unités résidentielles à deux patios. Dans l'immense majorité des cas, il s'avère que l'un des deux patios, le plus élaboré dans son état final, est fondé au Classique ancien, alors que l'autre (généralement plus modeste), n'est fondé qu'au Classique récent. En général, le premier patio est abandonné avant le second (à la fin du Classique récent), qui lui peut être occupé jusqu'au Classique terminal. Il s'avère donc, d'une part, que l'espace ne manquait pas s'il était désirable de construire un nouvel habitat sans recouvrir le premier, et d'autre part que les modèles de croissance peuvent être très variés. Mais il est tout de même bel et bien possible d'observer des patrons récurrents susceptibles, dans une certaine mesure, d'être modélisés.
Du fait de l'exigence de finesse chronologique qui était la nôtre, de nombreuses unités stratigraphiques de nos sondages n'ont pu être datées avec une précision suffisante. Il s'agit d'un problème fondamental, récurrent dans les programmes de sondages (pour des exemples limités à la zone maya, voir Culbert, Kosakowsky *et al.* 1990, p. 105 ; Tourtellot 1990, p. 94) qui devrait, selon nous, faire systématiquement

l'objet de traitements avancés. Dans cette recherche, nous envisageons différentes manières de traiter le problème et l'option que nous retenons est un traitement statistique par la probabilité d'occurrence des événements au cours d'un pas de temps (Desachy 2018). Elle permet de travailler à partir de l'ensemble des unités stratigraphiques apparues dans les sondages, au lieu d'écarter celles qui sont mal datées, ce qui conduirait nécessairement à sous-estimer l'occupation.
Nous sommes donc en mesure de multiplier le nombre moyen d'habitants par sous-type de patio par le nombre de patios de chaque sous-type occupé au cours de chaque sous-phase. Nous obtenons donc une estimation du nombre d'habitants de la Zone résidentielle pour chaque sous-phase classique ancienne (c'est-à-dire, un pas de 100 à 150 ans), une donnée rare pour le Classique ancien en pays maya. En effet, l'immense majorité des estimations de population porte sur le Classique récent, et celles qui portent (généralement, de façon lapidaire) sur le Classique ancien ne donnent qu'un chiffre englobant l'ensemble de la période, ou seulement valable pour le milieu du VI^{e} siècle. Nous sommes, bien entendu, pleinement conscient de la forte imprécision touchant nos chiffres. Reconnaissons-le, il s'agit avant tout d'ordres de grandeur et il ne faudrait en aucun cas se leurrer : la précision des résultats, qui ne sont pas arrondis, n'est qu'apparente. Nous évaluons la population de la Zone résidentielle entourant immédiatement l'Épicentre de Naachtun à l'intervalle 168-315 habitants à la fin du Préclassique récent (Phase Kutz'), 582-1 051 habitants en Balam I, 630-1 167 habitants en Balam II et 597 à 1 282 habitants en Balam III.
L'obtention de la couverture LiDAR d'une partie de la micro-région de Naachtun nous a obligé à estimer également la population de cette zone. En l'absence de fouilles dans cet arrière-pays, il n'est pas possible d'y adopter la même méthodologie que pour la Zone résidentielle proche de l'Épicentre. Les difficultés méthodologiques sont donc redoublées, puisqu'il s'agit cette fois de procéder à l'estimation de la population d'une vaste zone où les vestiges visibles datent du Préclassique récent et du Classique récent, mais probablement pas du Classique ancien, et ce, sans disposer de données chronologiques de terrain. On comprendra que les résultats obtenus sont plus exploratoires encore que dans le cas de l'estimation de la population de la Zone résidentielle. Deux approches préliminaires nous semblent envisageables dans un tel contexte. La première part de la densité d'occupation pour des zones comparables mieux connues (essentiellement, il s'agit du site de Tikal, quand bien même les recherches sur l'occupation du Classique ancien y sont bien moins poussées que pour le Classique récent). La seconde consiste en une modélisation de la croissance naturelle en partant de la population finale, censée être mieux connue. Ces deux méthodes ont été appliquées, dans un premier temps, à la Zone résidentielle, où elles nous ont permis d'obtenir des résultats proches de ceux obtenus par la méthode principale partant du nombre moyen d'habitants par patio. Elles ont, donc, été également appliquées à l'arrière-pays, sans qu'il ne soit possible, pour l'heure, d'en vérifier la validité de quelque manière que ce soit. Tout au plus pouvons-nous supposer, à partir des recherches menées dans la zone centrale des Basses Terres, que l'arrière-pays de Naachtun était probablement moins densément occupé au Classique ancien qu'il ne l'était au Classique récent, et que le taux de croissance naturelle au Classique ancien était probablement inférieur (et très bas, de l'ordre de 0,1 % par an) à celui du Classique récent. Nous estimons la population de la micro-région de Naachtun (telle que couverte, sur 135 km², par le programme LiDAR de 2016) à 13 259 habitants à la fin du Préclassique récent, et 19 780 habitants à la fin du Classique ancien, zone centrale du site comprise. Elle était, quoi qu'il en soit, probablement supérieure à 5 000 habitants et inférieure à 30 000, à tout moment du Classique ancien (rappelons que toutes périodes confondues, cet espace comprend plus de 13 000 structures, résidentielles ou non).
En parallèle, nous avons élaboré la séquence de l'architecture monumentale de l'Épicentre. Les difficultés sont, ici de deux ordres. Si la méthodologie employée est beaucoup plus directe que pour l'estimation de la population, son application a posé dans les faits des problèmes tout aussi complexes, exigeant une nouvelle fois de procéder à de nombreuses modélisations pour remédier à la très forte imprécision des données. D'une part, la datation des différents épisodes de construction a constitué une tâche ardue (encore une fois, travailler à l'échelle des sous-phases implique un degré de précision très exigeant). Leur volume fait qu'il est souvent difficile d'obtenir un échantillon céramique réellement représentatif et exploitable pour la datation, d'autant plus que des matériaux anciens pouvaient être

réemployés dans les remblais. Nous considérons que les dépôts rituels associés aux différentes étapes de la construction et de l'utilisation des structures constituent des marqueurs beaucoup plus fiables, et nous avons pu nous appuyer sur un certain nombre d'entre eux pour affermir notre séquence, qui demeure toutefois, à bien des égards, insatisfaisante du fait du manque de données. D'autre part, la succession des étapes de construction plus ou moins imbriquées, avec ou sans destruction préalable, exige des fouilles très complètes, parfois très profondes au sein des soubassements : cette tâche a bien été initiée par le PPNN, mais elle demandera bien d'autres saisons de terrain pour obtenir un niveau de connaissance satisfaisant. Pour mettre au point la séquence de construction monumentale publique classique ancienne de Naachtun, nous avons non seulement compilé en bibliothèque les données obtenues par les fouilleurs de l'Épicentre depuis 2004, mais nous avons aussi, lorsque cela était possible et que le matériel céramique était accessible, procédé à de nouvelles analyses céramiques pour une actualisation des datations proposées. Enfin, nous avons consacré la saison 2017 à la fouille ciblée d'édifices-clés de l'Épicentre, dans une opération combinant en réalité des sondages et l'étude détaillée de tunnels de pillage. Il nous a été possible d'identifier plusieurs structures sub et sépultures (pillées) auparavant inconnues dans les Structures XXIII, XXVII, *Perdida* et Triadique. Dans le cadre de cette opération, la fouille de l'escalier monumental de la Structure XXIII, plate-forme orientale du Groupe de type E de la Place Nord, nous a permis d'obtenir une séquence d'une précision inespérée des différentes modifications architecturales et nous fait privilégier l'hypothèse d'une construction de cet ensemble monumental en Balam I. L'hypothèse a le mérite d'être fondée sur des indices archéologiques, certes ténus et, bien que nous soyons ouvert à envisager d'autres options (consistant en particulier à placer le gros de l'effort constructif du Groupe de type E plutôt en Balam II), nous ne voyons, en l'état des données dont nous disposons, guère d'indice concret susceptible de nous amener à modifier cette position. De plus, remarquons, en nous gardant de tomber dans un raisonnement circulaire, qu'il est établi que dans de nombreuses cités des Basses Terres, le Groupe de type E est la première construction monumentale, établissant le cœur et le centre physique de la cité (Doyle 2013, pp. 155-156). Certes, cela ne nous indique pas la datation des étapes finales du Groupe de Type E, mais il est acquis que les deux étapes sub remontent bien à Balam I. Répétons-le néanmoins, il est vrai que par bien des aspects, nous considérons que la séquence que nous avons mise au point, comptant 95 épisodes de construction dont beaucoup sont en succession, n'est encore qu'une base de travail, dont la validation demandera dans certains cas encore plusieurs saisons de travail de terrain.

C'est à partir de cette séquence que nous avons calculé le coût énergétique de la construction monumentale de l'Épicentre de Naachtun au Classique ancien. La méthode de calcul classique développée par Abrams (1994) a été employée et nous nous sommes appuyé sur des indices de cadence de travail pour les différentes tâches (extraction, transport, production, construction) établis par différents spécialistes au cours d'observation de travaux de restauration, d'enquêtes ethnologiques ou de reconstitutions expérimentales. On aura compris que les difficultés rencontrées dans l'établissement de la séquence ont eu des incidences majeures dans le calcul du coût énergétique de la construction monumentale. Dans de nombreux cas, seule l'existence d'un épisode de construction est attestée, mais pas sa morphologie, qu'il ait été arasé ou noyé dans le remblai d'une construction postérieure. Or, pour être menée correctement, la méthodologie de calcul du coût de construction exige de disposer de données précises sur les dimensions ainsi que les méthodes et matériaux de construction d'un édifice, données dont nous ne disposons, en réalité, que dans peu de cas à Naachtun. Afin de pallier le manque de ces données exhaustives sur l'architecture, nous avons mis au point, grâce au travail de programmation d'Emmanuel Froustey, un logiciel de calcul des coûts énergétiques permettant de multiplier les simulations en faisant varier les paramètres pris en compte. Il a, ainsi, été possible de calculer le coût de construction de plus de 80 épisodes de construction publique et monumentale de l'Épicentre, et de modifier les valeurs des paramètres afin de discriminer, de manière empirique, ceux qui ont un fort impact sur le coût de construction de ceux qui sont plus anecdotiques et ne demandent pas un effort prioritaire de précision. C'est ainsi qu'il nous a été possible de déterminer que, même si les différents types de constructions ont un coût par mètre cube très variable (en fonction de la proportion de parement et de maçonnerie par rapport au remblai de tout-venant), c'est avant tout le

volume des édifices qui explique leur coût. C'est donc ce volume qu'il est fondamental de déterminer avec précision pour permettre un meilleur calcul du coût énergétique de chaque épisode de construction.
Disposer d'une estimation de la population de la Zone résidentielle et de la micro-région de Naachtun ainsi que du coût énergétique de la construction monumentale pour chaque sous-phase de la séquence au Classique ancien nous a permis de croiser la demande en main-d'œuvre (à l'échelle d'un édifice ou bien de tous les édifices construits durant une sous-phase) avec les capacités de mobilisation de travailleurs à Naachtun. La main-d'œuvre pouvant être mobilisée au sein d'une population donnée est dérivée de la population totale à partir des comptes-rendus ethnohistoriques, historiques et ethnologiques de la mobilisation pour l'architecture monumentale et publique dans des sociétés préindustrielles, si possible (mais pas seulement) mésoaméricaines. Il est tenu compte des différents modes de mobilisation collective envisageables, au premier rang desquels la corvée, de la durée et de l'intensité des mobilisations en liaison avec les autres activités quotidiennes des populations et leurs caractéristiques démographiques.
La plupart des études quantifiées de la construction monumentale maya aboutissent à la conclusion que le coût de construction était plus modeste que ce que l'aspect des structures pourrait laisser imaginer (Abrams 1994, pp. 111-112 ; Webster et Kirker 1995 ; McCurdy et Abrams 2019b, p. 293). L'absence de métallurgie, de fondations, la simplicité de la majorité des matériaux utilisés (mortier de chaux exclu, un élément complexe) font que le processus de construction était assez rapidement mené à bien, même s'il ne faut pas tomber dans l'excès inverse consistant à sous-estimer l'effort fourni. Nos résultats se placent dans ce contexte. Nous considérons que nos estimations énergétiques sont hautes en comparaison des quantifications proposées pour la plupart des autres sites, pour plusieurs raisons : les indices de rendement de l'extraction et de la taille de pierre que nous employons sont bas, ainsi que celui de la production de chaux, dont la proportion dans les mortiers est par ailleurs supposée élevée. Mais même ainsi, la très grande majorité des coûts estimés ne représentent pas un investissement lourd pour la population de la micro-région de Naachtun, qui a pu, sans mal, mener à son terme la construction de la plupart des édifices en une seule saison. Le coût de construction médian à l'échelle de chaque sous-phase est, en effet, largement inférieur à la capacité de mobilisation de la seule Zone résidentielle, en particulier en Balam II et en Balam III. Même en Balam I, moment auquel ce coût médian est, de loin, le plus élevé, il reste inférieur à l'effort pouvant être fourni par une mobilisation raisonnable de la population de la Zone résidentielle (il en va autrement pour les quelques projets les plus ambitieux de cette sous-phase). En termes généraux, il apparaît que la présence sur les chantiers de milliers d'ouvriers n'était pas nécessaire, l'ordre de grandeur envisagé pour les édifices les plus volumineux étant plutôt, à Naachtun, de quelques centaines de travailleurs, y compris pour la Structure XX, la plus coûteuse de l'Épicentre.
Quant à la population de la cité, elle nous semble avoir été relativement faible au Classique ancien (inférieure à 1 500 habitants dans la Zone résidentielle), mais la présence d'un peu plus d'un millier d'habitants permet de venir sans mal à bout de la majorité des constructions. Pour l'édification de quelques structures Balam I, la population de la Zone résidentielle n'était pas suffisante pour mener à bien la construction dans des délais plausibles : il est vrai que quelques soubassements de cette sous-phase ont pu représenter un effort de construction demandant des centaines de milliers de journées de travail. Mais un arrière-pays peuplé, comme nous l'envisageons pour l'instant, de quelques milliers d'habitants, doit avoir permis de compléter les effectifs de travailleurs.
Nous avons dû renoncer à analyser le poids de la construction monumentale publique pour le Préclassique récent. En réalité, à l'heure actuelle, aucune structure monumentale strictement préclassique récente n'a été identifiée à Naachtun. Nous avons formulé dans la présente recherche quelques hypothèses encore non testées sur la possibilité que certains secteurs de l'Épicentre ou de ses environs directs (au nord-est du Groupe B, en particulier) aient été aménagés à cette période, avec la construction de plates-formes publiques, d'ampleur relativement modeste, et sans comparaison avec la monumentalité des grandes cités préclassiques de la région d'El Mirador. Si tel était le cas, nous pourrions envisager, à l'image de McCurdy (2019, p. 229), qu'une proportion élevée de la faible

population préclassique des environs se réunissait périodiquement, et pour de courtes durées, pour mener à bien la construction collective des premiers temples de la cité. Cette interprétation des choses est encore spéculative, et nous nous limiterons à exposer le modèle le plus plausible au vu des données : la population du site de Naachtun était faible, tout au plus 300 à 350 personnes environ, et l'architecture publique de la période, si elle a existé, était constituée par des plates-formes basses et des terrasses, ces dernières étant susceptibles d'avoir été construites sur un très long laps de temps.
Dans le cadre des hypothèses envisagées dans notre recherche, c'est en Balam I que la construction monumentale a constitué la pression la plus forte sur la population de Naachtun. Le Groupe de Type E, dont la construction a d'abord exigé l'aménagement (probablement progressif) d'une colline pour en faire une surface plane, puis la construction de la volumineuse pyramide XX et de la plate-forme associée XXIII, chacune en au moins deux étapes, a peut-être demandé plus de 900 000 jours-personnes. Il a sans aucun doute été nécessaire de faire appel à de la main-d'œuvre venue de l'arrière-pays, la seule population de la Zone résidentielle étant insuffisante pour mener à bien la construction. Cela, à moins que l'on envisage des chantiers prolongés sur plusieurs dizaines d'années, option qui nous semble peu probable dans la mesure où elle n'aurait pas permis une rotation du recrutement de la main-d'œuvre, les mêmes familles étant alors, sur ces dizaines d'années, sollicitées annuellement durant plusieurs semaines, ce qui pourrait constituer un facteur répulsif pour une population récemment sédentarisée ou en cours de sédentarisation. De plus, les pauses annuelles seraient probablement marquées dans la stratigraphie des remblais.
L'un des aspects les plus intéressants de cette forte demande en main-d'œuvre en Balam I tient à sa corrélation avec les dynamiques d'occupation de la Zone résidentielle. En effet, il est pratiquement impossible d'expliquer l'évolution du nombre d'habitants de la Zone résidentielle de Naachtun entre Kutz' et Balam I par la seule croissance naturelle de la population résidente (pour passer de 315 habitants en 150 apr. J.-C. à 1050 en 300 apr. J.-C., il faut un taux de croissance annuel de 0,8 %) : un apport extérieur de population semble nécessairement avoir eu lieu à ce moment de l'histoire de Naachtun. Cela pourrait également appuyer l'intuition selon laquelle Naachtun aurait bénéficié d'une recomposition démographique à l'échelle régionale consécutive au brutal déclin des cités de la région d'El Mirador autour de 150 apr. J.-C. (Walker et Reese-Taylor 2012, p. 23 ; Walker 2013, p. 105 ; Nondédéo, Patiño, Sion et al. 2013, pp. 126-127), soit le début supposé de la sous-phase Balam I.
Cependant, comme la population de la Zone résidentielle, même en tenant compte de cet apport, n'était pas suffisante pour fournir la main-d'œuvre pour la construction du Groupe de Type E, nous considérons que la réponse à notre question de recherche - laquelle, de la monumentalité ou de l'agglomération de population est antérieure à l'autre ? -, est probablement celle-ci : ce serait la monumentalité qui aurait, au moins en partie, contribué à l'installation de population dans la Zone résidentielle de Naachtun. Une partie de la population venant de l'arrière-pays, attirée par et pour la construction monumentale, se serait installée en Zone résidentielle. Bien entendu, à notre échelle de précision, il ne nous est possible que de constater une contemporanéité approximative entre un apport de population venue de l'extérieur et un effort substantiel dans l'architecture monumentale. A une autre échelle spatiale plus vaste de l'analyse, il n'est pas faux d'avancer que c'est la quantité de population qui a permis la construction monumentale à Naachtun. En effet, il a bien fallu qu'une certaine population s'installe (peut-être à la suite de l'abandon d'El Mirador) dans l'arrière-pays de Naachtun pour que la construction du Groupe de Type E soit envisageable. Cependant l'effet n'est probablement pas mesurable en termes de dynamiques urbaines (le terme est employé avec tous les scrupules tenant aux spécificités des cités mayas) : si Naachtun est devenue une cité dotée d'un épicentre monumental au Classique ancien, c'est, certes, parce qu'une certaine population était présente à une relative proximité (la monumentalité urbaine n'est donc jamais complètement indépendante de la démographie, Kaplan 1963, p. 406), mais surtout, nous considérons que ce sont plutôt les interactions sociales permises par les grands rassemblements pour la construction - et, après la construction, qui eurent lieu sur les places et au pied des pyramides - qui ont attiré des habitants et les ont incités à s'installer. Élites dirigeantes et gens du commun ont sans doute trouvé dans les grands

projets de construction un intérêt commun, pas nécessairement négocié comme tel (Golden et Scherer 2013, p. 405), mais propice à l'installation d'une certaine population.
Bien que les inscriptions suggèrent que la fondation de la dynastie locale, celle de la Chauve-souris, eut lieu autour de 325 apr. J.-C. (soit au début de la sous-phase Balam II), nous ne considérons aucunement que cette date implique l'absence d'élites dirigeante et d'inégalités sociales auparavant. Bien au contraire, plusieurs tombes très monumentales, malheureusement pillées, semblent bien remonter à la sous-phase Balam I. Significativement, l'architecture des chambres funéraires et les débris laissés sur place par les pilleurs suggèrent même que les sépultures royales de cette sous-phase faisaient partie des plus élaborées de toute l'histoire de Naachtun (pour des tendances comparables, à d'autres échelles temporelles, voir Childe 1945, pp. 16-17 et Lincoln 1985, p. 78).
Dès lors, l'ensemble de ces indices place Naachtun dans une dynamique bien identifiée par les chercheurs s'intéressant à la construction monumentale. Il est fréquent qu'en période d'instauration d'un nouveau pouvoir, un accent particulier soit mis sur l'architecture monumentale (Trigger 1990, p. 127 ; Abrams 1994, p. 92 ; Abrams et Bolland 1999, p. 268 ; M. Drennan et M. J. Kolb 2019, p. 71), en tant que moyen permettant de formaliser et consolider l'autorité politique. Par la suite, l'investissement dans l'architecture monumentale, qui peut bien évidemment varier pour des raisons différentes, tend tout de même, en théorie, à diminuer au fur et à mesure que le régime acquiert stabilité et légitimité. De fait, en Balam II, les épisodes de construction monumentale publique semblent être bien moins ambitieux que les très grands projets Balam I. Ils seraient en revanche plus nombreux, et un grand nombre d'entre eux aurait une fonction funéraire. Peut-on parler de maturité de la dynastie ? Quoi qu'il en soit, à cette époque Balam II, il est apparu que la population sur place, à l'échelle de la Zone résidentielle, était en mesure de mener à bien les projets de construction, sans nécessairement faire appel à de la main-d'œuvre mobilisée dans l'arrière-pays. Cela ne signifie pas qu'une telle mobilisation n'a pas eu lieu, elle aurait d'ailleurs facilité les possibilités de rotation de la main-d'œuvre, n'obligeant pas les mêmes familles à contribuer annuellement. En effet, bien qu'ils aient été moins coûteux que les projets Balam I, la multiplication des épisodes en Balam II maintenait tout de même une relative pression sur la population (bien moindre, toutefois, qu'en Balam I).
Nous observons dans l'architecture résidentielle des patios une même tendance à la multiplication des épisodes de construction. En Balam II, les résidences ne semblent pas être très élaborées, dans le sens où il ne s'agit pas de maisons de pierre, voûtées, mais les étapes de construction et les sols de patios se succèdent à un rythme élevé. Dans tous les domaines de l'architecture, Balam II semble donc être caractérisé par un grand dynamisme et de multiples épisodes successifs.
En Balam III, le nombre d'épisodes de construction a, semble-t-il, connu une chute sévère. Quoique de nombreuses hypothèses soient acceptables pour l'expliquer, il semble que, plus que la maturité de la dynastie, ce soit bien plutôt dans une crise du pouvoir qu'il faille en chercher les raisons. Quant à la population, son estimation a posé quelques problèmes. En effet, le nombre d'unités résidentielles et de patios occupés dans la Zone résidentielle était aussi en nette diminution, mais il n'est pas certain que cela ait impliqué une diminution de la population. Et dans tous les cas, ce n'est pas cette possible diminution légère de la population qui pourrait expliquer la chute si marquée de la construction monumentale. L'explication la plus tentante de la diminution de l'investissement dans l'architecture monumentale en Balam III ne se trouve donc pas dans la démographie du site, mais plus probablement dans la demande de la part des dirigeants de la cité. L'attention au contexte régional suggère que la dynastie a vécu, entre la deuxième moitié du V^{e} siècle et les premières années du VI^{e} siècle, un changement dans ses alliances et appuis politiques, passant de la sphère d'influence de Tikal à celle de la dynastie Kaan. Ce renversement s'est-il fait de manière pacifique ou violente ? Il est encore impossible de le déterminer, mais le traitement réservé à certains monuments d'affiliation Kaan de Naachtun (la Stèle 27, brisée en deux et intégrée horizontalement comme marche d'un escalier, de manière à être littéralement et quotidiennement piétinée) lors du retour de la cité dans l'orbite de Tikal au Classique récent fait supposer que le changement a pu susciter de profondes rancœurs au moins dans certaines branches de la famille royale et de l'élite locale. On remarquera, tout de même, qu'il a existé une continuité dans la production de stèles gravées par la royauté tout au long du VI^{e} siècle.

En parallèle de la diminution du nombre de patios et d'unités résidentielles occupés dans la Zone résidentielle de Naachtun, nous avons observé en Balam III, autant que cela est possible à partir d'un programme de sondages de dimensions réduites, un investissement sensible dans la construction résidentielle de certains secteurs. Ainsi, la très grande Unité résidentielle 6M22 (il s'agit, de très loin, de l'unité la plus complexe du site et c'est la seule représentante du Sous-type VIb de la Typologie Morphologique des unités résidentielles) prend en Balam III une ampleur qui la distingue définitivement du reste de la Zone résidentielle. De même, une probable chaussée donnant sur l'Unité résidentielle 6M74 est construite à ce moment, ainsi que le soubassement 6M-100, au volume très supérieur aux pratiques habituelles observées jusqu'alors dans la Zone résidentielle. Les Unités 6L13, 6L40 et 6N60 font aussi l'objet d'un certain investissement dans la construction et surtout, nous y trouvons des marqueurs archéologiques dénotant un dynamisme économique certain (céramique de belle qualité, parfois importée, jade, obsidienne du Mexique central). Nous émettons l'hypothèse que les élites locales auraient profité des difficultés de la dynastie pour s'approprier une partie de la main-d'œuvre, selon des mécanismes de réciprocité et de récompense, ce qui pourrait expliquer cet essor de l'architecture résidentielle contemporain de la cessation quasi-généralisée de l'investissement dans l'Épicentre.

En résumé, il nous a été possible de constater de très nettes variations de l'investissement dans la construction monumentale publique au cours des différentes sous-phases du Classique ancien à Naachtun. La population de la Zone résidentielle, elle, a bien entendu varié au cours de la période, mais certainement pas de manière assez significative pour expliquer ces grandes tendances, si contrastées, de l'investissement. En effet, le coût et le volume des épisodes de construction décroissent avec le temps, alors que la population semble augmenter. Par ailleurs, la croissance de la population ne serait pas assez significative pour impliquer ou permettre des évolutions de l'investissement dans l'architecture radicalement différentes d'une sous-phase à l'autre. Le taux annuel de croissance naturelle de la population de Naachtun telle que nous l'avons estimée pouvait être, au Classique ancien, d'environ 0,1 %.

L'urbanisation ne serait donc pas qu'une question de densité de l'occupation, mais aussi d'activités dans des fonctions urbaines d'affiliation et de stabilisation. C'est pourquoi nous considérons que c'est, au moins en partie, la construction monumentale qui a catalysé l'agglomération et la sédentarisation plus ou moins stabilisée de la population autour de l'Épicentre de Naachtun. A notre niveau de résolution chronologique, il est évident qu'il n'est pas possible de déterminer avec précision si les nouveaux habitants de Naachtun sont arrivés avant la construction du Groupe de Type E, ou en même temps (voire après). Cependant, comme la population de la cité était de toute façon trop réduite pour la construction du coûteux Groupe de Type E, il paraît très probable que ce n'est pas l'installation de quelques centaines d'habitants qui a permis de lancer la construction de ces pyramides et plates-formes. En revanche, les interactions sociales, politiques, culturelles, religieuses et économiques permises par la mobilisation de nombreux ouvriers ont pu contribuer à l'installation d'un certain nombre de familles venues de l'arrière-pays à proximité du centre.

Du fait de l'ampleur du thème et de l'état des connaissances sur le Classique ancien à Naachtun, nous voyons en notre travail une étape exploratoire ouvrant de nombreuses perspectives de recherches futures. A un premier niveau, il s'agira tout simplement d'enrichir et de préciser les connaissances sur les séquences et le cadre chronologique, somme toute encore lacunaires. Le traitement bayésien des datations radiocarbones a déjà donné satisfaction sur certains points, et offre des résultats stimulants, mais il sera souhaitable de multiplier les datations sur des contextes dotés de contraintes stratigraphiques fortes (par exemple, des échantillons provenant d'une même fouille, avec des relations d'antériorité bien déterminées) afin d'exploiter pleinement les potentialités des outils de traitement existant. La datation de plus de contextes préclassiques permettra, en particulier, outre une meilleure connaissance de cette période encore très mal maîtrisée à Naachtun, de donner un cadre, et par conséquent des bornes plus fermes aux sous-phases du Classique ancien : si la datation du début des sous-phases Balam I et Balam II manque encore de finesse, c'est précisément parce qu'elle n'est pas contrainte par des événements antérieurs.

La séquence de la construction monumentale du Classique ancien est encore très perfectible et nous considérons que la datation de la majorité des épisodes de construction exigerait des vérifications plus poussées. Il en est de même pour la morphologie et les volumes de bien des épisodes (et nous avons vu que le volume est le paramètre le plus déterminant dans l'évaluation du coût énergétique). Ainsi, il sera indispensable de poursuivre l'étude de l'Acropole funéraire royale : ni les dimensions, ni la datation des trois temples principaux, Vb, Vc et Vd n'étant précisément connues. Il en est de même pour les agrandissements successifs de la plate-forme principale, recouvrant un enchevêtrement d'étapes sub que l'on peine encore à démêler. Notre proposition de séquence pour cet édifice complexe demeure un effort préliminaire et tout à fait perfectible, qu'il faudra poursuivre.

Le Groupe de Type E est un autre élément fondamental de l'architecture classique ancienne de Naachtun. Du fait de ses dimensions et de son coût énergétique, il est susceptible d'infléchir de manière déterminante, à lui seul, les dynamiques d'investissement d'une sous-phase. Nous avons considéré l'hypothèse selon laquelle les épisodes les plus coûteux remontaient à Balam I, y compris la Pyramide XX, car c'est vers cette sous-phase que semblent converger l'ensemble des indices archéologiques (reconnaissons-le, ils sont encore maigres). L'impact de cette construction dans les tendances de l'investissement énergétique est tel qu'il nous semble inévitable de tenter par tous les moyens d'en préciser la datation (ainsi que la morphologie des structures sub).

Toujours à propos des périodes anciennes de la séquence de Naachtun, il pourrait être opportun de chercher à tester l'absence réelle d'architecture monumentale et publique préclassique dans l'Épicentre de Naachtun. Nous avons formulé quelques hypothèses sur certains zones et certaines structures susceptibles d'avoir été bâties ou aménagées au cours de la Phase Kutz', en particulier la Structure 5M-23, du Groupe C, et un espace élevé, aplani, à l'est du Groupe B qu'il pourrait être intéressant de tester afin d'enrichir notre compréhension des espaces construits de Naachtun au Préclassique, que de l'architecture publique ait existé ou non (nous avons testé ce dernier groupe lors de la saison 2023 du projet, découvrant que sa construction remonte principalement à Balam I). Rappelons en tout cas que les indices paléo-environnementaux suggèrent une histoire préclassique de l'exploitation du milieu de Naachtun, avec cultures et défrichement partiel. Il nous semble que la comparaison avec les pratiques identifiées pour d'autres sites préclassiques nous oblige ne serait-ce qu'à tester l'hypothèse selon laquelle la communauté d'agriculteurs ayant occupé le site aurait au moins mené à bien une certaine forme d'architecture publique. Nous poussons l'hypothèse jusqu'à proposer l'existence d'un Groupe D (code non encore appliqué à aucune partie de Naachtun), d'origine préclassique, à l'est du Groupe B de l'Épicentre.

A l'opposé de la séquence classique ancienne de Naachtun, Balam III pose également quelques problèmes liés au fait que cette sous-phase est marquée par une diminution manifeste de l'investissement dans l'architecture monumentale. Nous pensons que le secteur de la Pyramide XXVII, avec sa stèle du VI^{e} siècle associée, doit encore faire l'objet de quelques recherches. D'une part, nous n'excluons pas complètement que la Pyramide elle-même ait été construite en Balam III ; il faudrait obtenir plus de matériel de ses remblais pour s'assurer que la datation Balam II que nous proposons, sur la seule base de la céramique récupérée dans les remblais mis au jour par un tunnel de pillage[213], demeure valide. La stèle, l'emplacement de la pyramide à proximité du Groupe B pourraient suggérer une construction tardive au cours du Classique ancien. De fait, une datation radiocarbone obtenue récemment renforce l'hypothèse d'une construction de la pyramide et de sa sub en Balam III. En effet, quoique nous considérons que la vision du déplacement d'ouest en est du cœur politique de Naachtun au cours du temps soit trop simpliste, elle ne manque néanmoins pas complètement de justesse pour certaines dynamiques. La focalisation des activités politiques, au tout début du Classique récent, sur la Place Est, à la limite entre Groupe A et Groupe B, déplaçant le centre de gravité de la vie publique du site vers l'est, semble bien attestée. La valorisation du secteur de la Structure XXVII serait un pas de plus dans cette direction.

[213] Il s'agit bien de tessons obtenus en contexte contrôlé, certes révélés par un pillage, mais nettement pris dans le remblai.

Mais ce sont aussi les systèmes de longs murs qui entourent le secteur qui devront être datés avec plus de précision. La présence d'un niveau de remblai en Balam III est bien attestée mais la relation stratigraphique entre la première étape du mur et les niveaux de remblai n'a pas encore pu être établie de manière certaine. S'il s'avérait que ces murs dataient de Balam III, comme nous en faisons l'hypothèse, il serait possible de tirer des analyses fondamentales sur les transformations de la pratique du pouvoir au cours de cette sous-phase, puisque l'épisode monumental le plus conséquent construit en Balam III est un autre mur, celui du Complexe à enceinte. Nous ne pensons pas réellement que ces murs aient servi à faire face à une menace militaire, mais ils pourraient être significatifs de pratiques politiques et religieuses royales plus fermées et privées, à l'opposé des grandes places et soubassements de rituel public construits en Balam I. L'étude nous semble donc digne d'un certain investissement.
A proximité, un travail consistant à préciser les antécédents classiques anciens du Groupe B pourrait être mené. Cet espace n'a pas été traité dans notre recherche, parce que l'architecture monumentale publique comme résidentielle privée (et les palais au statut mixte) y date essentiellement du Classique récent. Mais n'oublions pas qu'à ce jour, aucun lieu de résidence royale n'a été fermement attesté pour le Classique ancien, les édifices du Complexe à enceinte ayant plutôt, d'après Arredondo Leiva (2010), pour les uns, une fonction funéraire et pour les autres, une fonction de lieu de réception. Le Palais 5O-5, au nord de la Place Est, de construction classique récente, semble avoir été doté de structures sub plus anciennes et des espaces d'activités datant du Classique ancien ont été mis au jour à proximité, mais cet édifice est dépourvu de banquette, au moins dans sa version récente. Il est possible que la famille royale ait donc résidé au Classique ancien au nord du Groupe B, demandant pour ses palais une certaine main-d'œuvre, mais les restes de cette occupation sont pour l'heure invisibles et la question reste en suspens.
Plus généralement, une connaissance plus précise des dimensions et des matériaux de construction des édifices permettrait bien évidemment de préciser les coûts de leur construction. Grâce au logiciel de calcul mis au point, il sera aisé de mettre à jour nos estimations. Il sera également possible de pousser plus loin les analyses à partir des intervalles calculés pour le coût énergétique (coût minimal, coût intermédiaire, coût maximal). Afin de ne pas démultiplier les options envisageables dans ce volume, nous avons généralement établi nos analyses sur le coût énergétique intermédiaire, qui nous semble aussi être le plus plausible. Mais nous pouvons envisager d'explorer toute la variété des possibilités ouvertes par l'acquisition de ces coûts alternatifs inférieurs et supérieurs. La détermination de la proportion de chaux dans les mortiers devra aussi être envisagée, probablement au cas par cas, tant ses implications sont déterminantes dans l'estimation du coût de construction. Il y a là un marqueur d'activités architecturales d'un grand intérêt, et ce d'autant plus que son impact sur l'environnement forestier pourrait être très marqué (voir les discussions de Schreiner 2002, Dunning et T. P. Beach 2010, R. D. Hansen 2013 et le point de vue contrasté de Wernecke 2008 et Anderson et Wahl 2016).
La séquence d'occupation de la Zone résidentielle pourrait bien évidemment, elle aussi, gagner en précision, peut-être par la poursuite du programme de sondages, en particulier dans certains sous-types de patios et d'unités résidentielles. Cela permettrait de tester les hypothèses émises quant au mode de croissance de ces unités de regroupement familial et social. Il serait par exemple intéressant de déterminer si des sous-types supposant l'absence d'occupation au Classique ancien peuvent effectivement être discriminés. Par ailleurs, il pourrait être souhaitable d'apporter un éclairage plus systématique à la question de l'habitat invisible isolé (jusqu'à présent mis au jour de manière fortuite), surtout s'il s'avère qu'il remonte principalement au Classique ancien, en utilisant d'autres méthodes de fouille.
Bien entendu, la fouille extensive par décapage de plus d'unités résidentielles est souhaitable, et c'est elle qui permettra de réelles analyses de l'organisation de l'habitat, bien plus que les seuls sondages. La modélisation de la croissance des unités entre le Classique ancien et le Classique récent permettra, il faut l'espérer, d'affermir l'estimation du nombre moyen d'habitants au Classique ancien pour chaque sous-type de patio en la fondant sur des données de terrain moins arbitraires. Pour l'heure, nous avons indiqué que des dynamiques de l'investissement dans la construction résidentielle sont perceptibles. Il est intéressant de les croiser, de manière préliminaire, avec celles de la construction monumentale, à la manière de Murakami (2019). Il s'avère que la construction de structures résidentielles complètement

maçonnées, et a fortiori voûtées, semble inexistante avant Balam III. La construction monumentale publique aurait-elle été privilégiée, au détriment de l'architecture résidentielle ? Quand bien même le coût individuel de la construction des structures résidentielles courantes était réduit (Wauchope 1938 ; Abrams 1994), n'oublions pas qu'il fallait aussi contribuer, en sus de la corvée et dans le cadre d'un modèle de mobilisation réciproque, à la construction et à l'entretien des résidences des voisins ou des proches, ainsi qu'à celle des « patrons » au statut social supérieur, avec un banquet pour récompense. L'ensemble de ces obligations fiscales et sociales a peut-être contribué au fait que la construction résidentielle en Balam I et Balam II ait été aussi légère. Il ne s'agit évidemment pas de la seule explication à cette tendance, et il faut rappeler que de nombreux épisodes de construction, en particulier de sols stuqués, ont eu lieu en Balam II. Comme nous l'avons déjà établi, il est bien possible qu'en Balam III, les dynamiques de l'investissement dans l'architecture se soient inversées, au profit, cette fois, de la Zone résidentielle, avec des unités résidentielles plus complexes, et des structures plus monumentales. Des dynamiques d'absorption de petites unités résidentielles par des groupes plus complexes et plus puissants socialement et économiquement pourront éventuellement être mieux mises en évidence.

Pour finir, il nous faut évoquer un aspect fondamental pour nos problématiques, qui n'a pu être envisagé dans cette recherche de manière aussi approfondie que souhaitée, faute de données. Il s'agit de la question de l'occupation classique ancienne de l'arrière-pays et plus particulièrement, de la question de la « nucléation » de l'habitat à Naachtun même. Quelle que soit la perspective adoptée, qu'il s'agisse des pratiques agricoles et par conséquent de la mobilité ainsi que de la population résidente de Naachtun, ou bien de la demande pour l'architecture monumentale, le thème est inévitable et porte en lui de très fortes implications. Partons de la constatation que la micro-région de Naachtun était densément peuplée au Classique récent. Il est difficile d'en douter, tant les vestiges résidentiels relevés grâce au LiDAR sont nombreux dans les alentours du site et tant la céramique classique récente est omniprésente dans l'ensemble des établissements parcourus lors des prospections régionales. Or, cette omniprésence des vestiges du Classique récent ne doit pas occulter le fait que l'organisation de l'occupation du territoire n'était pas nécessairement la même au Classique ancien. En réalité, de nombreux chercheurs ont observé une tendance générale, en particulier dans la région des Basses Terres centrales (mais aussi à l'ouest), au regroupement des occupations classiques anciennes autour des centres, primaires ou mineurs, et à un abandon sinon certain du moins très plausible des arrière-pays ruraux (Potter 1985 ; A. A. Ford 1986 ; Adams 1990 ; Adams et Valdez Jr. 2003 ; Golden et Scherer 2013 ; Webster 2018 ; Garrison, Houston *et al.* 2019). Il est donc possible - et insistons, il s'agit d'une possibilité aux implications majeures pour notre sujet - qu'une bonne partie de la micro-région de Naachtun ait été relativement inoccupée au Classique ancien. Dans quelles proportions, suivant quelles limites spatiales, c'est ce qu'il reste à déterminer. Mais cette possibilité toujours présente justifie à elle seule la priorité que nous avons donnée à l'estimation de la population de la Zone résidentielle. Il reste à démontrer, autrement que par l'application des chiffres de densité obtenus pour Tikal ou par la modélisation mathématique de la croissance démographique, comme nous l'avons fait pour tenter d'estimer le nombre d'habitants de l'arrière-pays en l'absence de données de terrain, que la région était bien aussi occupée au Classique ancien. L'enjeu est évidemment de taille puisque nous sommes parvenus à montrer que la population de la seule Zone résidentielle de Naachtun était insuffisante pour construire le Groupe de Type E du site. Dès lors, il est crucial de parvenir à établir la quantité de population établie au-delà de la Zone résidentielle durant cette sous-phase. Si l'on ne parvenait pas à mettre au jour les preuves de l'existence d'une population numériquement importante (supérieure à plusieurs milliers habitants) au début du Classique ancien, il faudrait alors reconsidérer notre vision de ce projet de construction, en envisageant un chantier de longue haleine, durant peut-être plusieurs dizaines d'années. Nous avons vu, également, que la pratique de l'agriculture *outfield* demandait nécessairement une densité d'occupation faible de l'arrière-pays, afin de pouvoir procéder au brûlis. Se pourrait-il que ce type d'exploitation agricole extensive ait été pratiqué dans l'espace de la micro-région relevée par LiDAR au Classique ancien (ce qui est quasiment exclu pour le Classique récent) ?

Certains indices pourraient suggérer l'existence de limites tangibles de la Zone résidentielle au Classique ancien (voir l'hypothèse, avancée subrepticement, par Webster 2018, pp. 32-33, sur les grands

fossés de Tikal). Il conviendra de déterminer si, au-delà de ces limites, la densité en monticules était déjà aussi élevée qu'elle le fut au Classique récent. Au nord et au sud, des *bajos* posent une limite à l'occupation résidentielle, bien qu'ils aient été exploités, par ailleurs, pour la subsistance. A l'ouest et à l'est, des ravines pourraient aussi marquer une limite, d'autant plus qu'il a bel et bien été déterminé que la densité et la taille des unités résidentielles diminuait au-delà de ces reliefs, ne serait-ce que de manière momentanée. Dans ce contexte, l'hypothèse que nous formulons, de stèles isolées marquant, aux points cardinaux, les limites de l'établissement, n'est pas anecdotique et pourrait faire l'objet de recherches. Les habitants de Naachtun ont-ils pu - probablement, donc, au Classique ancien – définir des limites à la Zone résidentielle, bien que la densité de l'occupation classique récente les aient rendues caduques par la suite ?

Indépendamment des hypothétiques limites de la Zone résidentielle, il sera nécessaire de sonder un échantillon substantiel des nombreuses unités résidentielles de la micro-région de Naachtun afin d'établir un ordre de grandeur plus solide de son occupation au Classique ancien. Par ailleurs, la Fondation Pacunam a lancé en 2019 une nouvelle couverture LiDAR de zones encore plus vastes de la région, qui permettront d'observer la répartition des monticules sur cet espace. Il faut, également, replacer la construction monumentale de l'Épicentre et la demande en main-d'œuvre pour la mener à bien dans leur contexte régional (Golden et Scherer 2013, p. 414). Des édifices monumentaux ont, en effet, été construits dans des centres secondaires de l'arrière-pays, et il serait souhaitable de déterminer leur coût en relation avec les tendances de la demande pour la construction de l'Épicentre au Classique ancien. N'y a-t-il, par exemple, que dans l'Épicentre que l'investissement pour la construction monumentale en Balam I était possible ? Peut-on distinguer la même dynamique de multiplication des épisodes en Balam II et de chute de l'investissement en Balam III dans ces centres secondaires de l'arrière-pays ?

C'est avec cette évocation de pistes de recherche relativement audacieuses et encore d'une urgence lointaine que nous concluons cette recherche sur le coût énergétique et démographique de la construction monumentale dans la cité classique ancienne de Naachtun. La période du Classique ancien présente les caractères de dynamiques de sédentarisation, stabilisation, urbanisation particulièrement complexes pour une population qui a pratiqué une mobilité de subsistance et de survie pendant des millénaires dans le milieu difficile de la forêt des Basses Terres centrales. L'architecture monumentale publique communautaire, mais aussi résidentielle (quoique moins imposante) en constitue un excellent marqueur.

Bibliographie

Aaberg, Stephen et Jay Bonsignore (1975). "A Consideration of Time and Labor Expenditure in the Construction Process at the Teotihuacan Pyramid of the Sun and the Poverty Point Mound". *Three Papers on Mesoamerican Archaeology*. Sous la dir. de John A. Graham et Robert F. Heizer. Contributions of the University of California Archaeological Research Facility 24. Berkeley, pp. 40-78.

Abrams, Elliot M. (1987). "Economic Specialization and Construction Personnel in Classic Period Copan, Honduras". *American Antiquity* 52.3, pp. 485-499.

(1994). *How the Maya Built Their World, Energetics and Ancient Architecture*. Austin : University of Texas Press.

(1995). "A Model of Fluctuating Labor Value and the Establishment of State Power: An Application to the Prehispanic Maya". *Latin American Antiquity* 6.3, pp. 196-213.

(1998). "Structures as Sites : The Construction Process and Maya Architecture". *Function and Meaning in Classic Maya Architecture*. Sous la dir. de Stephen D. Houston. Washington, D.C. : Dumbarton Oaks Research Library et Collection, pp. 123-140.

(2001). "Observaciones Preliminares sobre el Proceso de Construcción en Piedras Negras". Proyecto Arqueológico Piedras Negras, Informe Preliminar No. 4. Cuarta Temporada, 2000. Sous la dir. d'Héctor Escobedo et Stephen D. Houston. Guatemala, pp. 587-592.

Abrams, Elliot M. et Thomas W. Bolland (1999). "Architectural Energetics, Ancient Monuments, and Operations Management". *Journal of Archaeological Method and Theory* 6.4, pp. 263-291.

Abrams, Elliot M. et AnnCorinne Freter (1996). "A Late Classic lime-plaster kiln from the Maya centre of Copan, Honduras". *Antiquity* 70.268, pp. 422-428.

Abrams, Elliot M. et Leah McCurdy (2019). "Massive assumptions and moundbuilders : The history, method, and relevance of architectural energetics". *Architectural Energetics in Archaeology, Analytical Expansions and Global Explorations*. Sous la dir. de Leah McCurdy et Elliot M. Abrams. Londres et New York : Routledge, pp. 1-25.

Abrams, Elliot M., John Parhamovich, Jared A. Butcher Jr. et Bruce McCord (2012). "Chemical composition of architectural plaster at the Classic Maya kingdom of Piedras Negras, Guatemala". *Journal of Archaeological Science* 39.5, pp. 1648-1654.

Acuña Smith, Mary Jane (2005). La Cerámica del Clásico Temprano de Piedras Negras (350-550 d.C.) Tesis de Licenciatura. Guatemala : Universidad de San Carlos de Guatemala.

Adams, Richard E. W. (1974). "A trial estimation of Classic Maya palace populations at Uaxactun". *Mesoamerican Archaeology, New Approaches*. Sous la dir. de Norman Hammond. Cambridge : Centre of Latin American Studies, University of Cambridge, pp. 285-296.

(1990). "Archaeological Research at the Lowland Maya City of Rio Azul". *Latin American Antiquity* 1.1, pp. 23-41.

(1995). “Early Classic Maya Civilization: A View from Río Azul”. *The Emergence of Lowlands Maya Civilization: the Transition from the Preclassic to the Early Classic; a Conference at Hildesheim, Germany, November 1992*. Sous la dir. de Nikolai Grube. Markt Schwaben : Verlag Anton Saurwein, pp. 35-48.

Adams, Richard E. W., W.E. Jr. Brown et T. Patrick Culbert (1981). “Radar Mapping, Archaeology, and Ancient Maya Land Use”. *Science* 213.4515, pp. 1457-1468.

Adams, Richard E. W. et Fred Valdez Jr. (2003). *Ixcanrio Research Reports 1 & 2, The 1990 and 1991 Seasons*. San Antonio : The University of Texas.

Alvarado Najarro, Silvia (2013). “Excavaciones En La Estructura VIII Del Complejo Amurallado”. Proyecto Arqueológico Naachtun 2004 - 2009, Informe No. 2, Segunda Temporada de Campo en el Sitio Arqueológico Naachtun. Sous la dir. de Martín Rangel et Kathryn Reese-Taylor. Guatemala, pp. 57-69.

Alvarado Najarro, Silvia et Julio A. Cotom Nimatuj (2013). “Operación II.2: Sondeos estratigráficos en los grupos de patios de la Periferia Sur”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014, Informe de la Tercera Temporada de Campo 2012. Sous la dir. de Dominique Michelet, Carlos Morales-Aguilar, Julien Sion et Philippe Nondédéo. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 55-78.

Alvarado Najarro, Silvia, Mélanie Forné, Miguel Medina et Divina Perla (2013). “Capítulo XXI, Análisis de Cerámica: Segunda Temporada del Proyecto SAHI Uaxactun”. *Nuevas Excavaciones en Uaxactun II, Temporada 2010*. Sous la dir. de Milan Kovác et Ernesto Arredondo Leiva. Bratislava et Guatemala : Slovak Archaeology and History Institute, pp. 814-857.

Anderson, Lysanna et David Wahl (2016). “Two Holocene palefire records from Peten, Guatemala: Implications for natural fire regime and prehispanic Maya land use”. *Global and Planetary Change* 138, pp. 82-92.

Andrews IV, E. Wyllys (1965). *Progress Report on the 1960-1964 Field Seasons National Geographic Society - Tulane University Dzibilchaltun Program. Reprinted from Publication 31*. La Nouvelle-Orléans : Middle American Research Institute, Tulane University.

Andrieu, Chloé (2016a). “Operación V.8: Naachtun en su contexto regional: sondeo al pie de la Estela 1 de El Juilín”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2015-2018, Informe final de la sexta temporada de campo 2015. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Dominique Michelet, Julien Hiquet et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 549-554.

(2016b). “Operación V.8: Naachtun en su contexto regional: sondeos en El Juilín”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2015-2018, Informe final de la séptima temporada de campo 2016. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Dominique Michelet, Julien Hiquet et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 533-538.

Anselmetti, Flavio S., David A. Hodell, Daniel Ariztegui, Mark Brenner et M. F. Rosenmeier (2007). “Quantication of soil erosion rates related to ancient Maya deforestation”. *Geology* 35, pp. 915-918.

Aquino, Daniel et Eddy Barrios (2010). “La arquitectura de Nakum : El Reflejo material de la evolución cultural”. *XXIII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2009 (versión digital)*. Sous la dir. de Bárbara Arroyo, Adriana Linares Palma et Lorena Paiz Aragón. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala, pp. 75-89.

Aragón-Moreno, Alejandro Antonio, Gerald Islebe et Nuria Torrescano-Valle (2012). "A ~3800-yr, high-resolution record of vegetation and climate change on the north coast of the Yucatan Peninsula". *Review of Palaeobotany and Palynology* 178, pp. 35-42.

Arnauld, Marie-Charlotte (1999). "Croissance et différenciation interne de groupes d'habitation dans deux sites mayas des Basses Terres (Mexique)". *Habitat et Société. XIX^e Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes*. Sous la dir. de Franck Braemer, Serge Cleuziou et Annick Coudart. Antibes : APDCA, pp. 201-221.

(2001). "La "Casa Grande": evolución de la Arquitectura del poder del Clásico al Postclásico". *Reconstruyendo la ciudad maya : el urbanismo en las sociedades antiguas*. Sous la dir. d'Andrés Ciudad Ruiz, María Josefa Iglesias Ponce de León et María del Carmen Martínez Martínez. Madrid : Sociedad Española de Estudios Mayas, pp. 363-401.

(2012). Projet de Recherche La Joyanca-Tuspan B (Guatemala) Les sociétés mayas anciennes dans leur environnement, 2010-2013. Rapport sur les opérations de terrain 2012. Nanterre : CNRS UMR 8096.

Arnauld, Marie-Charlotte, Chloé Andrieu, Julien Hiquet, Jennifer Saumur et Juliette Taïeb (2018). "Changement dans la prédiction politique au IX^e siècle apr. J.-C. dans les royaumes mayas". *La composition du temps. Prédictions, événements, narrations historiques*. Sous la dir. de Chloé Andrieu et Sophie Houdart. Paris : Éditions de Boccard, pp. 39-50.

Arnauld, Marie-Charlotte, Sara Dzul et Laure Deodat (2010). "Evolución de la ocupación en el Grupo B de Río Bec". *La Península de Yucatán : Investigaciones recientes y cronologías alternativas*. Sous la dir. d'Antonio Benavides Castillo et Ernesto Vargas Pacheco. Campeche : Universidad Autónoma de Campeche, pp. 135-154.

Arnauld, Marie-Charlotte, Eva Lemonnier, Mélanie Forné, Julien Sion et Erick M. Ponciano (2017). "Early to Late Classic population mobility in the Maya site of La Joyanca and hinterlands, Northwestern Petén, Guatemala". *Journal of Anthropological Archaeology* 45, pp. 15-37.

Arnauld, Marie-Charlotte, Eva Lemonnier et Julien Hiquet (2024). "Classic Maya Population History as Seen from Río Bec, Campeche, Mexico". *Ancient Mesoamerican Population History. Urbanism, Social Complexity, and Change*. Sous la dir. de Adrian S. Z. Chase, Arlen F. Chase et Diane Z. Chase. Tucson, The University of Arizona Press, pp. 161-192.

Arnauld, Marie-Charlotte, Eva Lemonnier, Dominique Michelet et Mélanie Forné (2021). "Maya residential architecture, mobility and the Terminal Classic abandonment of lowland urban settlements". *Mobility and Migration in Ancient Mesoamerican Cities*. Sous la dir. de Marie-Charlotte Arnauld, Christopher S. Beekman et Grégory Pereira. Boulder : University Press of Colorado.

Arnauld, Marie-Charlotte et Dominique Michelet (2004). "Nature et dynamique des cités mayas". *Annales, Histoire, Sciences sociales* 59.1, pp. 73-108.

Arnauld, Marie-Charlotte, Dominique Michelet et Philippe Nondédéo (2013). "Living Together in Río Bec Houses : Coresidence, Rank, and Alliance". *Ancient Mesoamerica* 24.2, pp. 469-493.

Arnold, Jeanne E. et Anabel Ford (1980). "A Statistical Examination of Settlement Patterns at Tikal, Guatemala". *American Antiquity* 45.4, pp. 713-726.

Arredondo Leiva, Ernesto (2005). “Capítulo IV, Excavaciones en el Complejo Amurallado, Grupo A (Operación 4)”. Proyecto Arqueológico Naachtun, Informe No. 1, Primera Temporada de Campo. Sous la dir. de Martín Rangel et Kathryn Reese-Taylor. Guatemala, pp. 61-100.

(2010). Archaeological Investigations of a Walled Compound at Naachtun, Petén, Guatemala: Architecture, Politics and Warfare. Thèse de doct. Melbourne : La Trobe University.

Arredondo Leiva, Ernesto, Giovanni González et Hemmamuthé Goudiaby (2014). “Operación II.5b: En busca de la secuencia funeraria de un conjunto residencial: el Grupo 5N6 Matapalos”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014, Informe final de la quinta temporada de campo 2014. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Julien Hiquet, Dominique Michelet et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 243-312.

Arroyo, Bárbara et Javier Estrada (2024). “The Population of Kaminaljuyu, Guatemala, During the Preclassic Period: New Perspectives and Considerations”. *Ancient Mesoamerican Population History. Urbanism, Social Complexity, and Change*. Sous la dir. de Adrian S. Z. Chase, Arlen F. Chase et Diane Z. Chase. Tucson, The University of Arizona Press, pp. 45-66.

Ascher, Robert (1959). “A Prehistoric Population Estimate Using Midden Analysis and Two Population Models”. *Southwestern Journal of Anthropology* 15.2, pp. 168-178.

Ashmore, Wendy (1981). “Some Issues of Method and Theory in Lowland Maya Settlement Archaeology”. *Lowland Maya Settlement Patterns*. Sous la dir. de Wendy Ashmore. Albuquerque : University of New Mexico Press, pp. 37-70.

(1990). “Ode to a Dragline: Demographic Reconstructions at Classic Quirigua”. *Precolumbian Population History in the Maya Lowlands*. Sous la dir. de T. Patrick Culbert et Don S. Rice. Albuquerque : University of New Mexico Press, pp 63-82.

Atran, Scott (1993). “Itza Maya Tropical Agro-Forestry”. *Current Anthropology* 34.5, pp. 633-700.

Avallone, Eugene A., Theodore Baumeister III et Ali M. Sadegh (2007). *Mark's Standard Handbook for Mechanical Engineers, Revised by a staff of specialists. Eleventh Edition*. New York : McGraw-Hill.

Awe, Jaime J. et Christophe G. B. Helmke (2005). “Alive and Kicking in the 3rd to 6th Centuries A.D.: Defining the Early Classic in the Belize River Valley”. *Archaeological Investigations in the Eastern Maya Lowlands: Papers of the 2004 Belize Archaeology Symposium*. Sous la dir. de Jaime J. Awe, John Morris, Sherilyne Jones et Christophe G. B. Helmke. *Research Reports in Belizean Archaeology* 2. Belmopan : Institute of Archaeology, National Institute of Culture and History, pp. 39-52.

Awe, Jaime J., John Morris, Sherilyne Jones et Christophe G. B. Helmke, éd. (2005). *Archaeological Investigations in the Eastern Maya Lowlands: Papers of the 2004 Belize Archaeology Symposium. Research Reports in Belizean Archaeology 2*. Belmopan : Institute of Archaeology, National Institute of Culture and History.

Bachand, Bruce R. (2010). “Onset of the Early Classic Period in the Southern Maya Lowlands: New Evidence from Punta de Chimino, Guatemala”. *Ancient Mesoamerica* 21, pp. 21-44.

Ball, Joseph W. (1977). *The Archaeological Ceramics of Becan, Campeche, Mexico*. La Nouvelle-Orléans : Middle American Research Institute, Tulane University.

Baron, Joanne (2016). "Patron Deities and Politics among the Classic Maya". *Political Strategies in Pre-Columbian Mesoamerica*. Sous la dir. de Sarah Kurnick et Joanne Baron. Boulder: University Press of Colorado, pp. 121-152.

Barrientos Juarez, Isaac (2014). "Operación II.5: Los contextos funerarios y los procesos de aglomeración". Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014, Informe de la Quinta Temporada de Campo 2014. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Julien Hiquet, Dominique Michelet, Julien Sion et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 219-242.

Barrientos Juarez, Isaac (2018). "Operación IV.4a: Análisis realizados en los restos óseos humanos". Proyecto Petén-Norte Naachtun 2015-2018, Informe de la Octava Temporada de Campo 2017. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Dominique Michelet, Johann Begel et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 255-292.

Beach, Timothy P., Nicholas P. Dunning, Sheryl Luzzadder-Beach et Vernon L. Scarborough (2003). "Depression Soils in the Lowland Tropics of Northwestern Belize: Anthropogenic and Natural Origins". *The Lowland Maya Area, Three Millennia at the Human-Wildland Interface*. Sous la dir. d'Arturo Gómez-Pompa, Michael F. Allen, Scott L. Fedick et Juan J. Jiménez-Osornio. New York, Londres et Oxford : Food Products Press, pp. 139-174.

Becquelin, Pierre (1993). "Analogía etnográfica y arqueología maya: dos ejemplos y algunas reflexiones". *Perspectivas antropológicas en el mundo maya*. Sous la dir. de María Josefa Iglesias Ponce de León et Francesc Ligorred Perramon. Madrid : Sociedad Española de Estudios Mayas, pp. 355-362.

Becquelin, Pierre et Claude-François Baudez (1982). *Tonina, une cité maya du Chiapas, Mexique. Etudes mésoaméricaines*. 6/2. Mexico : Mission archéologique et ethnologique française au Mexique.

Becquelin, Pierre, Alain Breton et Véronique Gervais (2001). *Arqueología de la Región de Nebaj*. Cuadernos de Estudios Guatemaltecos 5. Mexico et Guatemala : CEMCA, Escuela de Historia-Universidad de San Carlos de Guatemala, Ministère des Affaires Etrangères de la République Française.

Becquelin, Pierre et Dominique Michelet (1994). "Demografía en la zona Puuc: El recurso del método". *Latin American Antiquity* 5.4, pp. 289-311.

Beekman, Christopher S. (1992). "A Case of Regional Specialization in a Quarry from the Río Santa Amelia Region, Guatemala". *Mexicon* XIV.5, pp. 98-102.

Begel, Johann (2019). "Operación V.5: Estelas y Altares: la actividad ritual monumental". Proyecto Petén-Norte Naachtun 2015-2018 : Informe de la Novena Temporada de Campo 2018. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Johann Begel, Dominique Michelet et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 309-320.

Beliaev, Dmitri (2017). "Rio Azul Dynasty and Polity: New Epigraphic Evidence". 3rd Textdatenbank und Wörterbuch des Klassischen Maya. Bonn.

Beliaev, Dmitri, Philipp Galeev et Serguei Vepretskiy (2016a). "Las Inscripciones Jeroglíficas Monumentales de la Exposición Permanente del Museo Nacional de Arqueología y Etnología". Informe Técnico de Piezas Arqueológicas Museo Nacional de Arqueología y Etnología. Sous la dir. de Dmitri Beliaev et Monica de León. Guatemala : Proyecto Atlas Epigráfico de Petén, Fase III, pp. 62-180.

Beliaev, Dmitri, Philipp Galeev et Serguei Vepretskiy (2016b). "Los Textos Jeroglíficos Monumentales en la Bodega del Museo Nacional de Arqueología y Etnología". Informe Técnico de Piezas Arqueológicas

Museo Nacional de Arqueología y Etnología. Sous la dir. de Dmitri Beliaev et Monica de León. Guatemala : Proyecto Atlas Epigráfico de Petén, Fase III, pp. 182-244.

Beliaev, Dmitri, Alexandre Tokovinine, Serguei Vepretskiy et Camilo Luin (2013). "Los Monumentos de Tikal". Informe Final No. 1, Temporada abril-mayo 2013, Proyecto Atlas Epigráfico de Petén. Sous la dir. de Dmitri Beliaev et Monica de León. Guatemala, pp. 37-170.

Bell, Ellen E., Marcello A. Canuto et Robert J. Sharer, éd. (2004). *Understanding Early Classic Copan*. Philadelphie : University of Pennsylvania Museum of Archaeology and Anthropology.

Berlin, Heinrich (1967). "The Destruction of Structure 5D-33-1st at Tikal". *American Antiquity* 32.2, pp. 241-242.

Bernard, Seth (2018). *Building mid-Republican Rome: labor, architecture, and the urban economy*. Oxford : Oxford University Press.

Bettencourt, Luís M.A. (2013). "The origins of scaling in cities". *Science* 340, pp. 1438-1441.

Black, Stephen L. (1990). "The Carnegie Uaxactún Project and the Development of Maya Archaeology". *Ancient Mesoamerica* 1.2, pp. 257-276.

Blaisot, Benjamin (2019). "Operación VIc: Documentación gráfica de la arquitectura de Naachtun". Proyecto Petén-Norte Naachtun 2015-2018 : Informe de la Novena Temporada de Campo 2018. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Johann Begel, Dominique Michelet et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 417-424.

Blanton, Richard E. (1989). "Continuity and change in public architecture : periods I through V of the Valley of Oaxaca, Mexico. *Monte Albán's hinterland,* part. 2*: Prehispanic settlement patterns in Tlacolula, Etla, and Ocotlan, the Valley of Oaxaca, Mexico*. Sous la dir. de Stephen A. Kowalewski, Gary M. Feinman, Laura M. Finsten, Richard E. Blanton et Linda M. Nicholas. Ann Arbor : Museum of Anthropology, University of Michigan, pp. 409-447.

Bocquet-Appel, Jean-Pierre (2008). *La Paléodémographie. 99,99 % de l'histoire démographique des hommes ou la démographie de la Préhistoire*. Paris : Errance.

Bolles, David et William J. Folan (2001). "An Analysis of Roads listed in Colonial Dictionaries and their Relevance to Pre-Hispanic Linear Features in the Yucatan Peninsula". *Ancient Mesoamerica* 12.2, pp. 299-314.

Bonnafoux, Patrice (2008). "Etude iconographique des céramiques du Classique ancien dans les basses terres mayas". Thèse de doct. Paris : Université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne.

Brady, James E., Joseph W. Ball, Ronald L. Bishop, Duncan C. Pring, Norman Hammond et Ruppert A. Housley (1998). "The Lowland Maya Protoclassic, A reconsideration of its nature and significance". *Ancient Mesoamerica* 9, pp. 17-38.

Brainerd, George W. (1954). *The Maya Civilization*. Los Angeles : The Southwest Museum.

Brasseur de Bourbourg, Charles Etienne (1864). *Relation des choses de Yucatan de Diego de Landa, Texte espagnol et tradction française en regard comprenant les signes du calendrier et de l'alphabet hiéroglyphique de la langue maya.* Collection de documents dans les langues indigènes, pour servir à l'étude de l'histoire et de la philologie de l'Amérique ancienne. Paris : Arthus Bertrand.

Braswell, Geoffrey E. (1992). "Obsidian-Hydration Dating, the Coner Phase, and Revisionist Chronology at Copan, Honduras". *Latin American Antiquity* 3.2, pp. 130-147.

éd. (2004). *The Maya and Teotihuacan: Reinterpreting Early Classic Interaction*. Austin : University of Texas Press.

Breton, Alain (1990). "Habitat et démographie dans la region de Tonina : repères contemporains". *In* : *Tonina, une cité maya du Chiapas. Recherches archéologiques 1979-1980*. Sous la dir. de Pierre Becquelin et Eric Taladoire. Mexico : CEMCA, pp. 1625-1637.

Bronson, Bennett (1968). "Vacant Terrain". Ms Thesis. Philadelphie : University of Pennsylvania.

Brown, M. Kathryn et James F. Garber (2005). "The Role of Public Architecture and Ritual in the Rise of Complexity: An Example from Blackman Eddy, Belize". *Archaeological Investigations in the Eastern Maya Lowlands : Papers of the 2004 Belize Archaeology Symposium*. Sous la dir. De Jaime J. Awe, John Morris, Sherilyne Jones et Christophe G. B. Helmke. *Research Reports in Belizean Archaeology 2*. Belmopan : Institute of Archaeology, National Institute of Culture and History, pp. 53-66.

Brunke, Hagan, Evelyne Bukowiecki, Eva Cancik-Kirschbaum, Ricardo Eichmann, Margarete van Ess, Anton Gass, Martin Gussone, Sebastian Hageneuer, Svend Hansen, Werner Kogge, Jens May, Hermann Parzinger, Olof Pedersén, Dorothée Sack, Franz Schopper, Ulrike Wulf-Rheidt et Hauke Ziemssen (2016). "Thinking Big. Research in Monumental Constructions in Antiquity". *eTopoi* 6, pp. 250-305.

Brysbaert, Ann (2015). "A tale of technologies: constructing monuments and perceiving monumentality". *Melbourne historical journal* 43.2, pp. 1-30.

(2018). "Constructing monuments, perceiving monumentality: introduction". *In* : *Constructing Monuments, Perceiving Monumentality and the Economics of Building. Theoretical and Methodological Approaches to the Built Environment*. Sous la dir. d'Ann Brysbaert, Victor Klinkenberg, Anna Gutiérrez Garcia M. et Irene Vikatou. Leyde : Sidestone Press, pp. 21-47.

Brysbaert, Ann, Victor Klinkenberg, Anna Gutiérrez Garcia M. et Irene Vikatou, éd. (2018). *Constructing Monuments, Perceiving Monumentality and the Economics of Building. Theoretical and Methodological Approaches to the Built Environment*. Leyde : Sidestone Press.

Burger, Richard L. et Robert M. Rosenwig, éd. (2012). *Early New World Monumentality*. Gainesville : University Press of Florida.

Buttles, Palma J., Lauren Sullivan et Fred Valdez Jr. (2005). "Early Classic Manifestations in Northern Belize". *In* : *Archaeological Investigations in the Eastern Maya Lowlands : Papers of the 2004 Belize Archaeology Symposium*. Sous la dir. de Jaime J. Awe, John Morris, Sherilyne Jones et Christophe G. B. Helmke. *Research Reports in Belizean Archaeology* 2. Belmopan : Institute of Archaeology, National Institute of Culture and History, pp. 99-109.

Cabrera, Carolina (2016). "La Danta en Guatemala es la pirámide más grande del mundo". url : https://www.guatemala.com/noticias/cultura/la%20danta%20en%20guatemala%20es%20la%20piramide-mas-grande-del-mundo.html (visité le 01/05/2018).

Callaghan, Michael G. et Nina Neivens de Estrada (2016). *The Ceramic Sequence of the Holmul Region, Guatemala*. Anthropological Papers of the University of Arizona Numéro 77. Tucson : The University of Arizona Press.

Canuto, Marcello A. et Tomás Barrientos (2011). “La Corona: un acercamiento a las políticas del Reino Kaan desde un centro secundario del Noroeste del Petén”. *Estudios de Cultura Maya* XXXVII, pp. 11-43.

Canuto, Marcello A., Francisco Estrada-Belli, Thomas G. Garrison, Stephen D. Houston, Mary Jane Acuña Smith, Milan Kováč, Damien Marken, Philippe Nondédéo, Luke Auld-Thomas, Cyril Castanet, David Chatelain, Carlos R. Chiriboga, Tomáš Drapela, Tibor Lieskovský, Alexandre Tokovinine, Antolín Velasquez, Juan C. Fernandez-Diaz et Ramesh Shrestha (2018). “Ancient lowland Maya complexity as revealed by airborne laser scanning of northern Guatemala”. *Science* 361.6409.

Carballo, David M. (2012). “Labor Collectives and Group Cooperation in Pre-Hispanic Central Mexico”. *Cooperation and Collective Action : Archaeological Perspective*. Sous la dir. de David M. Carballo. Boulder : University Press of Colorado, pp. 243-274.

Carmean, Kelli (1991). “Architectural Labor Investment and Social Stratication at Sayil, Yucatan, Mexico”. *Latin American Antiquity* 2.2, pp. 151-165.

Carmean, Kelli, Patricia A. McAnany et Jeremy A. Sabloff (2011). “People who lived in stone houses: local knowledge and social difference in the Classic Maya Puuc Region of Yucatan, Mexico”. *Latin American Antiquity* 22.2, pp. 143-158.

Carneiro, Robert L. (1981). “The Chiefdom, Precursor of the State”. *The Transition to Statehood in the New World*. Sous la dir. de Grant D. Jones et Robert R. Kautz. Cambridge : Cambridge University Press, pp. 37-79.

Carrasco, Pedro (1964). “Family Structure of Sixteenth-Century Tepoztlan”. *Process and Pattern in Culture, essays in honor of Julian H. Steward*. Sous la dir. de Robert A. Manners. Chicago : Aldine Publishing, pp. 185-210.

(1967). “Relaciones sobre la organización social indígena en el siglo XVI”. *Estudios de Cultura Náhuatl* 7, pp. 120-154.

Carrasco Vargas, Ramón et María Cordeiro Baqueiro (2012). “The Murals of Chiik Nahb Structure Sub 1-4, Calakmul, Mexico”. *Maya Archaeology 2*. Sous la dir. de Charles W. Golden, Stephen D. Houston et Joel Skidmore. San Francisco : Precolumbia Mesoweb Press, pp. 8-59.

Carrelli, Christine W. (2004). “Measures of Power: the Energetics of Royal Construction at Early Classic Copan”. *Understanding Early Classic Copan*. Sous la dir. d'Ellen E. Bell, Marcello A. Canuto et Robert J. Sharer. Philadelphie: University of Pennsylvania Museum of Archaeology and Anthropology, pp. 113-127.

Cases, Ignacio et Alfonso Lacadena (2014a). “Operación III.5: Estudios epigráficos, Temporada 2013”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014, Informe de la Cuarta Temporada de Campo 2013. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Carlos Morales-Aguilar, Julien Sion, Dominique Michelet et Chloé Andrieu. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 375-404.

(2014b). “Operación III.5: Estudios epigráficos, Temporada 2014”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014, Informe final de la quinta temporada de campo 2014. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Julien Hiquet, Dominique Michelet et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 371-384.

Casselberry, Samuel E. (1974). “Further Refinement of Formulae for Determining Population from Floor Area”. *World Archaeology* 6.1, pp. 117-122.

Castanet, Cyril (2016). “Operación IV.6: Estudios del medio ambiente: Hidrología y sedimentología”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2015-2018, Informe final de la séptima temporada de campo 2016. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Dominique Michelet, Julien Hiquet et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 343-396.

(2018). “Operación IV.6a: Estudios del medio ambiente: Hidrología y sedimentología”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2015-2018, Informe final de la octava temporada de campo 2017. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Dominique Michelet, Johann Begel et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 299-330.

(2019). “Operación I.5: Análisis preliminar de la imagen LiDAR en los humedales”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2015-2018 : Informe de la Novena Temporada de Campo 2018. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Johann Begel, Dominique Michelet et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 13-62.

Castanet, Cyril, Louise Purdue, Eva Lemonnier et Philippe Nondédéo (2015). “Dynamiques croisées des milieux et des sociétés dans les basses terres tropicales mayas. Hydrosystème et agrosystème à Naachtun (Guatemala)”. *Les Nouvelles de l'archéologie* 142, pp. 32-37.

Chase, Adrian S. Z., Arlen F. Chase et Diane Z. Chase, éd. (2024). *Ancient Mesoamerican Population History. Urbanism, Social Complexity, and Change*. Tucson, The University of Arizona Press.

Chase, Adrian S. Z., Elyse D. Z., Diane Z. Chase et Arlen F. Chase (2024). “Population History for Caracol, Belize: Numbers, Complexity and Urbanism”. *Ancient Mesoamerican Population History. Urbanism, Social Complexity, and Change*. Sous la dir. de Adrian S. Z. Chase, Arlen F. Chase et Diane Z. Chase. Tucson, The University of Arizona Press, pp. 67-88.

Chase, Arlen F. et Diane Z. Chase (1987). *Investigations At The Classic Maya City of Caracol, Belize: 1985-1987*. Pre-Columbian Art Research Institute Monograph 3. San Francisco : Pre-Columbian Art Research Institute.

(1995). “External Impetus, Internal Synthesis, and Standardization: E Group Assemblages and the Crystallization of Classic Maya Society in the Southern Lowlands”. *The Emergence of Lowlands Maya Civilization: the Transition from the Preclassic to the Early Classic; a Conference at Hildesheim, Germany, November 1992*. Sous la dir. de Nikolai Grube. Markt Schwaben : Verlag Anton Saurwein, pp. 87-101.

(1998). “Scale and Intensity in Classic Period Maya Agriculture: Terracing and Settlement at the "GardenCity" of Caracol, Belize”. *Culture and Agriculture* 20.2, pp. 60-77.

(2005). “The Early Classic Period at Caracol, Belize: Transitions, Complexity, and Methodological Issues in Maya Archaeology”. *Archaeological Investigations in the Eastern Maya Lowlands: Papers of the 2004 Belize Archaeology Symposium*. Sous la dir. de Jaime J. Awe, John Morris, Sherilyne Jones et Christophe G. B. Helmke. *Research Reports in Belizean Archaeology* 2. Belmopan : Institute of Archaeology, National Institute of Culture and History, pp. 17-38.

éd. (2010). Household Patterning, the Collapse, and LiDAR Ground-Checks: Continued Investigation in and near Caracol's Epicenter: 2010 Field Report of the Caracol Archaeological Project. Report submitted to the Belize Institute of Archaeology. Belmopan.

éd. (2011). Heterogeneity in Residential Group Composition: Continued Investigation in and near Caracol's Epicenter: Caracol Archaeological Project Investigations for 2011. Report submitted to the Belize Institute of Archaeology. Belmopan.

(2014). “Ancient Maya Houses, Households, and Residential Groups at Caracol, Belize”. *Archaeological Investigations in the Eastern Maya Lowlands: Papers of the 2013 Belize Archaeology Symposium*. Sous la dir. de John Morris, Jaime J. Awe, Melissa Badillo et George Thompson. *Research Reports in Belizean Archaeology* 11. Belmopan : Institute of Archaeology, National Institute of Culture and History, pp. 3-17.

(2016). “The Ancient Maya City: Anthropogenic Landscapes, Settlement Archaeology, and Caracol, Belize”. *Archaeological Investigations in the Eastern Maya Lowlands: Papers of the 2015 Belize Archaeology Symposium*. Sous la dir. de John Morris, Melissa Badillo, Sylvia Batty et George Thompson. *Research Reports in Belizean Archaeology* 13. Belmopan : Institute of Archaeology, National Institute of Culture and History, pp. 3-14.

(2018). “Sampling and timeframes: Contextualizing the Protoclassic and Early Classic periods at Caracol, Belize”. *Archaeological Investigations in the Eastern Maya Lowlands: Papers of the 2017 Belize Archaeology Symposium*. Sous la dir. de John Morris, Melissa Badillo et George Thompson. *Research Reports in Belizean Archaeology* 15. Belmopan : Institute of Archaeology, National Institute of Culture and History.

Chase, Diane Z. et Arlen F. Chase (2005). “The Early Classic Period at Santa Rita Corozal: Issues of Hierarchy, Heterarchy and Stratication in Northern Belize”. *Archaeological Investigations in the Eastern Maya Lowlands: Papers of the 2004 Belize Archaeology Symposium*. Sous la dir. De Jaime J. Awe, John Morris, Sherilyne Jones et Christophe G. B. Helmke. *Research Reports in Belizean Archaeology* 2. Belmopan : Institute of Archaeology, National Institute of Culture et History, pp. 111-129.

(2016). “Caracol, Belize, and Changing Perceptions of Ancient Maya Society”. *Journal of Archaeological Research* 25.1, pp. 1-65.

Cheek, Charles (1986). “Construction Activity as a Measurement of Change at Copan, Honduras”. *The Southeast Maya Periphery*. Sous la dir. de Patrica A. Urban et Edward M. Schortman. Austin : University of Texas Press, pp. 50-71.

Childe, V. Gordon (1945). “Directionnal Changes in Funerary Practices During 50,000 Years”. *Man* 45, pp. 13-19.

Clarke, Steven K. (1974). “A Method for the Estimation of Prehistoric Pueblo Populations”. *Kiva* 39.3, pp. 283-287.

Coe, Michael D. (1956). “The Funerary Temple among the Classic Maya”. *Southwestern Journal of Anthropology* 12.4, pp. 387-394.

Coe, William R. (1990). *Excavations in the Great Plaza, North Terrace, and North Acropolis of Tikal*. Tikal Report 14. Philadelphie: University of Pennsylvania Museum of Archaeology and Anthropology.

Coggins, Clemency C. (1975). “Painting and Drawing Styles at Tikal : An Historical and Iconographic Reconstruction”. Thèse de doct. Cambridge : Harvard University.

(1979). “Teotihuacan at Tikal in the Early Classic Period”. *In : Actes du XLII Congrès international des américanistes : congrès du centenaire, Paris, 2-9 septembre, 1976*. T. 8. Paris : Société des Américanistes, pp. 251-269.

Cook, Sherburne F. (1947). “The Interrelation of Population, Food Supply, and Building in Pre- Conquest Central Mexico”. *American Antiquity* 13.1, pp. 45-52.

(1972). *Prehistoric demography*. A McCaleb module in anthropology. Reading : Addison-Wesley.

Cortes de Brasdefer, Fernando (2005). “La construcción del Nohochbalam de Chakanbakan”. *IV Coloquio Pedro Bosch Gimpera, Veracruz, Oaxaca y Maya*. Mexico : Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 865-880.

Cotom Nimatuj, Julio A. (2014). “Operación III.8: Excavaciones en la Estructura XIX, Plaza Norte del Grupo A en Naachtun”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014, Informe final de la quinta temporada de campo 2014. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Julien Hiquet, Dominique Michelet et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 435-472.

(2016a). “Operación V.6: Investigaciones en la Estructura XX del Grupo A de Naachtun”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2015-2018, Informe final de la sexta temporada de campo 2015. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Dominique Michelet, Julien Hiquet et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 519-548.

(2016b). “Operación V.6: Investigaciones en la Estructura XX, del Grupo A de Naachtun”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2015-2018 : Informe de la Séptima Temporada de Campo 2016. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Dominique Michelet, Julien Hiquet et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 511-532.

(2019). “Operación V.6: Sondeos en la Estructura XX, Grupo tipo E”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2015-2018 : Informe de la Novena Temporada de Campo 2018. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Johann Begel, Dominique Michelet et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 321-334.

Cotom Nimatuj, Julio A., Julien Hiquet et Julio Caal (2014). “Operación II.2: Tercera fase de excavaciones en los patios de los grupos de la periferia sur de Naachtun”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014, Informe de la Cuarta Temporada de Campo 2013. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Carlos Morales-Aguilar, Julien Sion, Dominique Michelet et Chloé Andrieu. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 51-72.

Cotom Nimatuj, Julio A., Weagli Véliz et Byron Hernández (2012). “Operación II.2: Sondeos estratigráficos en los grupos de patios de la Periferia Sur”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014, Informe final de la segunda temporada de campo 2011. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Dominique Michelet, Julien Sion et Carlos Morales-Aguilar. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 129-156.

Cowgill, Ursula M. (1962). “An Agricultural Study of the Southern Maya Lowlands”. *American Anthropologist. New Series* 64.2, pp. 273-286.

Culbert, T. Patrick (1988). “The collapse of classic Maya civilization”. *The Collapse of Ancient States and Civilizations*. Sous la dir. de Norman Yoffee et George L. Cowgill. Tucson : University of Arizona Press, pp. 69-101.

(1991). “Polities in the Northeast Peten, Guatemala”. *Classic Maya Political History*. Sous la dir. de T. Patrick Culbert. Cambridge : Cambridge University Press, pp. 128-146.

(1993). *The Ceramics of Tikal: Vessels from the Burials, Caches, and Problematical Deposits*. Tikal Report 25A. Philadelphie : University of Pennsylvania Museum of Archaeology et Anthropology.

(2003). “The Ceramics of Tikal”. *Tikal, Dynasties, Foreigners & Affairs of State, Advancing Maya Archaeology*. Sous la dir. de Jeremy A. Sabloff. Santa Fe : School of American Research Press, pp. 47-82.

Culbert, T. Patrick, Laura J. Kosakowsky, Robert E. Fry et William A. Haviland (1990). "The Population of Tikal, Guatemala". *Precolumbian Population History in the Maya Lowlands*. Sous la dir. de T. Patrick Culbert et Don S. Rice. Albuquerque : University of New Mexico Press, pp. 103-121.

Culbert, T. Patrick et Don S. Rice, éd. (1990). *Precolumbian Population History in the Maya Lowlands*. Albuquerque : University of New Mexico Press.

Culleton, Brendan J., Keith M. Prufer et Douglas J. Kennett (2012). "A Bayesian AMS 14C chronology of the Classic Maya Center of Uxbenká, Belize". *Journal of Archaeological Science* 39, pp. 1572-1586.

Dahlin, Bruce H. (1984). "A Colossus in Guatemala: The Preclassic Maya City of El Mirador". *Archaeology* 37.5, pp. 18-25.

Davis, Jamie L., Jarrod Burks et Elliot M. Abrams (2019). "Labor recruitment among tribal societies: An architectural energetic analysis of Serpent Mound, Ohio". *Architectural Energetics in Archaeology, Analytical Expansions and Global Explorations*. Sous la dir. de Leah McCurdy et Elliot M. Abrams. Londres et New York : Routledge, pp. 138-160.

De Carteret, Alyce, Thomas G. Garrison, Edwin Román et Stephen D. Houston (2015). "Grupos residenciales fuera de la zona monumental del sitio El Zotz, resultados preliminares". *XXVIII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2014*. Sous la dir. de Bárbara Arroyo, Méndez Salinas et Lorena Paiz Aragón. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala, pp. 455-463.

De Montmollin, Olivier (1989). *The archaeology of political structure, Settlement analysis in a Classic Maya polity*. New studies in archaeology. Cambridge : Cambridge University Press.

DeBoer, Warren R. (2005). "Colors for a North American Past". *World Archaeology* 37.1, pp. 66-91.

DeLuca, Anthony J. (2019). "Dual labor organization models for the construction of monumental architecture in a corporate society". *Architectural Energetics in Archaeology, Analytical Expansions and Global Explorations*. Sous la dir. de Leah McCurdy et Elliot M. Abrams. Londres et New York : Routledge, pp. 182-204.

Demarest, Arthur A. (2004). "The Collapse of the Classic Maya Kingdoms of the Southwestern Petén: Implications for the End of Classic Maya Civilization". *The Terminal Classic in the Maya Lowlands: Collapse, Transition, and Transformation*. Sous la dir. d'Arthur A. Demarest, Prudence M. Rice et Don S. Rice. Boulder : University Press of Colorado, pp. 102-124.

(2007). *Les Mayas, Grandeur et chute d'une civilisation*. Trad. par S Duran et D.-A. Canal. Tallandier. Paris.

Desachy, Bruno (2018). *Chronophage 0.4, application de traitement des données de datation quantifiée. Mode d'emploi*. url : https://abp.hypotheses.org/files/2021/06/chronophage-0_4-mode-d-emploi-v1-.pdf

Devolder, Maud (2005). "Hâte-toi de bâtir la demeure, hâte-toi d'édier le palais". *Creta Antica* VI, pp. 165-186.

Díaz del Castillo, Bernal (1996 [1632]). *La Conquête du Mexique [Historia verdadera de la conquista de la Nueva España]*. Sous la dir. de Gérard Chaliand. Trad. par D. Jourdanet. Babel. Arles : Actes Sud.

Djindjian, François (2013). "Us et abus du concept de chaîne opératoire en archéologie". *L'âge du Fer en Europe - Mélanges offerts à Olivier Buchsenschutz*. Sous la dir. de Sophie Krausz, Anne Colin, Katherine Gruel, Ian Ralston et Thierry Dechezleprêtre. Mémoires. Bordeaux : Ausonius.

Doyle, James A. (2013). “The First Maya Collapse: The End of the Preclassic Period at El Palmar, Petén, Guatemala”. Thèse de doct. Providence : Brown University.

Drennan, Megan et Michael J. Kolb (2019). “Pharaonic power and architectural labor investment at the Karnak Temple Complex, Egypt”. *Architectural Energetics in Archaeology, Analytical Expansions and Global Explorations*. Sous la dir. de Leah McCurdy et Elliot M. Abrams. Londres et New York : Routledge, pp. 56-75.

Drennan, Robert D. et Christian Peterson (2011). “Challenges for comparative study of early complex societies”. *The Comparative Archaeology of Complex Societies*. Sous la dir. de Michael E. Smith. Cambridge : Cambridge University Press, pp. 62-87.

Dunning, Nicholas P. (1995). “Coming Together at the Temple Mountain: Environment, Subsistence and the Emergence of Lowland Maya Segmentary States”. *The Emergence of Lowlands Maya Civilization : the Transition from the Preclassic to the Early Classic; a Conference at Hildesheim, Germany, November 1992*. Sous la dir. de Nikolai Grube. Markt Schwaben : Verlag Anton Saurwein, pp. 61-69.

(2004). “Down on the Farm: Classic Maya "Homesteads" as "Farmsteads"”. *Ancient Maya Commoners*. Sous la dir. de Jon C. Lohse et Fred Valdez Jr. Austin : University of Texas Press, pp. 97-116.

Dunning, Nicholas P. et Timothy P. Beach (2010). “Farms and Forests: Spatial and Temporal Perspectives on Ancient Maya Landscapes”. *Landscapes and Societies : Selected Cases*. Sous la dir. d'I. Peter Martini et Ward Chesworth. Dordrecht : Springer, pp. 369-389.

Dunning, Nicholas P., Timothy B. Beach et Sheryl Luzzadder-Beach (2012). “Kax and kol: Collapse and resilience in lowland Maya civilization”. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 109.10, pp. 3652-3657.

Dussol, Lydie (2015). “Economie du bois et gestion des forêts chez les anciens Mayas. Approche anthracologique à Naachtun (Guatemala)”. *Les Nouvelles de l'archéologie* 142, pp. 38-42.

(2017). “Feux et forêts mayas. Usages et gestion des combustibles ligneux dans les Basses Terres centrales mayas à la période Classique : le cas du site de Naachtun, Petén, Guatemala. Approche anthracologique”. Thèse de doctorat. Paris : Université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne.

Dussol, Lydie, Michelle Elliott, Dominique Michelet et Philippe Nondédéo (2017). “Ancient Maya sylviculture of breadnut (Brosimum alicastrum Sw.) and sapodilla (Manilkara zapota (L.) P. Royen) at Naachtun (Guatemala): A reconstruction based on charcoal analysis”. *Quaternary International* 457, pp. 29-42.

Ebert, Claire E., Nancy Peniche May, Brendan J. Culleton, Jaime J. Awe et Douglas J. Kennett (2017). “Regional response to drought during the formation and decline of Preclassic Maya societies”. *Quaternary Science Reviews* 173, pp. 211-235.

ECAFE (1961). *Earthmoving by Manual Labour and Machines (Report and discussion papers of the Working Party on Earthmoving Operations)*. Bangkok : Organisation des Nations Unies.

Eeckhout, Peter (2002). “Monuments, temps et pouvoir : Force de travail et structure de l'autorité à Pachacamac, Côte Centrale du Pérou”. *Civilisations* 50.1, pp. 195-213.

Erasmus, Charles J. (1955). “Reciprocal Labor: A Study of Its Occurrence and Disappearance among Farming Peoples of Latin America”. Thèse de doct. Berkeley : University of California.

(1956). “Culture Structure and Process: The Occurrence and Disappearance of Reciprocal Farm Labor”. *Southwestern Journal of Anthropology* 12.4, pp. 444-469.

(1965). “Monument Building: Some Field Experiments”. *Southwestern Journal of Anthropology* 21.4, pp. 277-301.

Escobar Durand, Claudine (2013). “Operación II.1: Informe de las excavaciones en el Muro Sur del Complejo Amurallado, Naachtun, Guatemala”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014, Informe de la Tercera Temporada de Campo 2012. Sous la dir. de Dominique Michelet, Carlos Morales-Aguilar, Julien Sion et Philippe Nondédéo. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 43-54.

Escobar Durand, Claudine, Julio Caal et Clémence Le Meur (2012). “Operacion III.2b: Sondeos en el Patio XXV-A”. *Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014: Informe de la Segunda Temporada de Campo 2011*. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Dominique Michelet, Julien Sion et Carlos Morales-Aguilar. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 349-364.

Estrada-Belli, Francisco (2001). *Archaeological Investigations at Holmul, Guatemala. Preliminary Report Of The 2001 Season*. Nashville : Vanderbilt University.

(2005). “Cival, La Sufricaya and Holmul: the Long History of Maya Political Power and Settlement in the Holmul Region”. *Archaeological Investigations in the Eastern Maya Lowlands: Papers of the 2004 Belize Archaeology Symposium*. Sous la dir. de Jaime J. Awe, John Morris, Sherilyne Jones et Christophe G. B. Helmke. Belmopan : Institute of Archaeology, National Institute of Culture and History, pp. 193-207.

(2012). “Early Civilization in the Maya Lowlands, Monumentality, and Place Making: A View from the Holmul Region”. *Early New World Monumentality*. Sous la dir. de Richard L. Burger et Robert M. Rosenwig. Gainesville : University Press of Florida, pp. 198-230.

Estrada-Belli, Francisco, Alexandre Tokovinine, Jennifer Foley, Heather Hurst, Gene Ware, David S. Stuart et Nikolai Grube (2006). “Nuevos hallazgos de epigrafía y asentamiento en La Sufricaya, Holmul: La temporada 2005”. *XIX Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2005 (versión digital)*. Sous la dir. de Juan P. Laporte, Bárbara Arroyo et Héctor Mejía. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala, pp. 637-646.

Fahsen Ortega, Federico (1995). “La transición Preclásico Tardío - Clásico Temprano : El desarrollo de los estados mayas y la escritura”. *The Emergence of Lowlands Maya Civilization: the Transition from the Preclassic to the Early Classic; a Conference at Hildesheim, Germany, November 1992*. Sous la dir. de Nikolai Grube. Markt Schwaben : Verlag Anton Saurwein, pp. 151-162.

Falkenhausen, Lothar von (1985). “Architecture”. *A Consideration of the Early Classic period in the Maya Lowlands*. Sous la dir. de Gordon R. Willey et Peter Mathews. Albany: Institute for Mesoamerican Studies, State University of New York at Albany, pp. 111-134.

Fash, William L. et Ricardo Agurcia Fasquelle (2005). “Contributions and Controversies in the Archaeology and History of Copán”. *Copán, The History of an Ancient Maya Kingdom*. Sous la dir. d'E. Wyllys Andrews V et William L. Fash. Advanced Seminar Series. Santa Fe : School for Advanced Research, pp. 3-32.

Fash, William L. et Robert J. Sharer (1991). “Sociopolitical Developments and Methodological Issues at Copan, Honduras: A Conjunctive Perspective”. *Latin American Antiquity* 2.2, pp. 166-187.

Fauvet-Berthelot, Marie-France (1986). *Ethnopréhistoire de la maison maya (Guatemala 1250-1525)*. Etudes mésoaméricaines XIII. Mexico : CEMCA.

Favro, Diane (1999). "Meaning and Experience: Urban History from Antiquity to the Early Modern Period". *Journal of the Society of Architectural Historians* 58.3, pp. 364-373.

Fletcher, Roland (2009). "Low-Density, Agrarian-Based Urbanism: A Comparative View". *Insights* 2, pp. 1-19.

Flores Cristales, María Estela (2015). "Los escondites del Protoclásico de la Estructura A-10 de Ceibal, Petén, interpretaciones y posibles implicaciones". Tesis de Licenciatura. Guatemala : Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ford, Anabel A. (1986). *Population Growth and Social Complexity, an Examination of Settlement and Environment in the Central Maya Lowlands*. Anthropological Research Papers 35. Tempe : Arizona State University.

Ford, Anabel A., Keith K. Clarke et Sébastien Merlet (2011). "Calculating Late Classic Lowland Maya Population for the Upper Belize River Area". *Archaeological Investigations in the Eastern Maya Lowlands : Papers of the 2010 Belize Archaeology Symposium*. *Research Reports in Belizean Archaeology* 8. Belmopan : Institute of Archaeology, National Institute of Culture and History, pp. 75-87.

Ford, Anabel A. et Ronald Nigh (2015). *The Maya Forest Garden: Eight Millennia of Sustainable Cultivation of the Tropical Woodlands*. Walnut Creek : Left Coast Press.

Ford, James A. et Clarence H. Webb (1956). *Poverty Point, a Late Archaic site in Louisiana.* T. 1. Anthropological Papers of the American Museum of Natural History 46. New York.

Forné, Mélanie et Alejandro Patiño (2013). "Operación IV.1 : Análisis cerámico de la Temporada 2012". Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014, Informe de la Tercera Temporada de Campo 2012. Sous la dir. de Dominique Michelet, Carlos Morales-Aguilar, Julien Sion et Philippe Nondédéo. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 169-186.

Forsyth, Donald W. (1993). "La cerámica arqueológica de Nakbe y El Mirador". *III Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 1989*. Sous la dir. de Juan P. Laporte, Héctor Escobedo et Sandra Villagrán de Brady. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala, pp. 85-112.

Freidel, David (2005). *Encrucijada de Conquistadores : Investigaciones Recientes en El Perú-Waka'*. Conferencias del Museo Popol-Vuh 2005-2. Guatemala : Museo Popol-Vuh.

(2008). "Maya Divine Kingship". *Religion and Power : Divine Kingship in the Ancient World and Beyond*. Sous la dir. de Nicole Brisch. Oriental Institute Seminars 4. Chicago : The University of Chicago Press, pp. 191-206.

Freiwald, Carolyn (2011). "Patterns of Population Movement at Xunantunich, Cahal Pech, and Baking Pot duringthe Late and Terminal Classic (AD 600-900)". *Archaeological Investigations in the Eastern Maya Lowlands : Papers of the 2010 Belize Archaeology Symposium*. Sous la dir. de John Morris, Jaime J. Awe, George Thompson et Melissa Badillo. *Research Reports in Belizean Archaeology* 8. Belmopan : Institute of Archaeology, National Institute of Culture and History, pp. 89-100.

Fry, Robert E. (1969). "Ceramics and Settlement in the Periphery of Tikal, Guatemala". Thèse de doct. Tucson : University of Arizona.

(1990). “Disjunctive Growth in the Maya Lowlands”. *Precolumbian Population History in the Maya Lowlands*. Sous la dir. de T. Patrick Culbert et Don S. Rice. Albuquerque : University of New Mexico Press, pp. 285-299.

Gallegos Gomora, Miram Judith (1994). “Explotación de piedra caliza en el Petén Campechano”. *Mayab* 9, pp. 8-17.

Gámez, Laura L. (2011). Informe técnico, Proyecto Áreas Habitacionales de Yaxha, Parque Nacional Yaxha-Nakum-Naranjo, Temporada 2010. Guatemala.

Garay, Alejandro (2019). “Operación III.5a: Estudios epigráficos, Temporada 2018”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2015-2018 : Informe de la Novena Temporada de Campo 2018. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Johann Begel, Dominique Michelet et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 115-134.

García Solís, Claudia A., Demetrio Mendoza Anaya et Patricia Quintana Owen (2016). “La escultura arquitectónica modelada en estuco de Calakmul, Campeche, México: la transformación material en el proceso tecnológico”. *Intervención* 14, pp. 16-30.

Garrido, Lilian del Carmen (2016a). “Operación V.4b: Sondeos sistemáticos en el Grupo C: los espacios”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2015-2018 : Informe de la Sexta Temporada de Campo 2015. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Dominique Michelet, Julien Hiquet et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 511-518.

(2016b). “Operación V.4b: Sondeos sistemáticos en el Grupo C: los espacios”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2015-2018: Informe de la Séptima Temporada de Campo 2016. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Dominique Michelet, Julien Hiquet et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 503-510.

(2019). “Operación V.4b: Sondeos en la Estructura III”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2015-2018: Informe de la Novena Temporada de Campo 2018. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Johann Begel, Dominique Michelet et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 303-308.

Garrido, Lilian del Carmen, Julio A. Cotom Nimatuj et Julio Sotz (2014). “Operación II.1: Sondeos arqueológicos en el Grupo C”. Informe de la Quinta Temporada de Campo 2014. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Julien Hiquet, Dominique Michelet, Julien Sion et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 33-56.

Garrison, Thomas G. et Nicholas P. Dunning (2009). “Settlement, Environment, and Politics in the San Bartolo-Xultun Territory, El Petén, Guatemala”. *Latin American Antiquity* 20.4, pp. 525-552.

Garrison, Thomas G., Stephen D. Houston et Omar Alcover Firpi (2019). “Recentering the rural: Lidar and articulated landscapes among the Maya”. *Journal of Anthropological Archaeology* 53, pp. 133-146.

Garrison, Thomas G., Dustin Richmond, Perry Naughton, Eric Lo, Sabrina Trinh, Zachary Barnes, Albert Lin, Curt Schurgers, Ryan Kastner et Sarah E. Newman (2016). “Tunnel Vision : Documenting Excavations in Three Dimensions with Lidar Technology”. *Advances in Archaeological Practice* 4.2, pp. 192-204.

Gendrop, Paul (1997). *Diccionario de Arquitectura Mesoamericana*. Mexico : Editorial Trillas.

Gibson, Eric C. (1985). “Inferred sociopolitical structure”. *A Consideration of the Early Classic period in the Maya Lowlands*. Albany : Institute for Mesoamerican Studies, State University of New York at Albany, pp. 161-174.

Gifford, James C. (1976). *Prehistoric pottery analysis and the ceramics of Barton Ramie in the Belize Valley*. Cambridge : Peabody Museum of Archaeology et Ethnology.

Gilabert Sansalvador, Laura (2018). “La bóveda en la arquitectura maya”. Tesis doctoral. Valence : Universitat Politècnica de València.

Gill, Richardson B. (2000). *The Great Maya Droughts. Water, Life and Death*. Albuquerque : University of New Mexico Press.

Gillespie, Susan D. (1989). *The Aztec Kings. The Construction of Rulership in Mexica History*. Tucson : The University of Arizona Press.

Gillot, Céline (2018a). “L'art de bâtir à Río Bec (Campeche, Mexique), v.1”. Thèse de doctorat. Montréal : Université de Montréal.

(2018b). “L'art de bâtir à Río Bec (Campeche, Mexique), v.2”. Thèse de doctorat. Montréal : Université de Montréal.

Gillot, Céline et Dominique Michelet (2014). “Operación I.2: Levantamiento topográco y planimétrico del Grupo B”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014, Informe de la Cuarta Temporada de Campo 2013. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Carlos Morales-Aguilar, Julien Sion, Dominique Michelet et Chloé Andrieu. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 33-38.

(2016). “Operación V.1 y V.2: Levantamiento topográco del Complejo Tríadico I y de la Estructura V”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2015-2018: Informe de la Sexta Temporada de Campo 2015. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Dominique Michelet, Julien Hiquet et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 445-481.

Gillot, Céline, Dominique Michelet et Julien Sion (2012). “Operación I.2: Levantamiento topográco del Grupo B”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014, Informe final de la segunda temporada de campo 2011. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Dominique Michelet, Julien Sion et Carlos Morales-Aguilar. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 63-68.

Golden, Charles W. (2002). “Bridging the Gap Between Archaeological and Indigenous Chronologies: An Investigation of the Early Classic / Late Classic Divide at Piedras Negras, Guatemala”. Thèse de doct. Philadelphie : University of Pennsylvania.

Golden, Charles W. et Andrew K. Scherer (2013). “Territory, Trust, Growth, and Collapse in Classic Period Maya Kingdoms”. *Current Anthropology* 54.4, pp. 397-435.

Goldratt, Eliyahu M. et Jeff Cox (2012). *The Goal. Third Revised Edition*. Great Barrington : North River Press.

Goldsmith, Sean A. (2005). “Explorations of an Early Classic Community at Chau Hiix”. *Archaeological Investigations in the Eastern Maya Lowlands : Papers of the 2004 Belize Archaeology Symposium*. Sous la dir. de Jaime J. Awe, John Morris, Sherilyne Jones et Christophe G. B. Helmke. *Research Reports in Belizean Archaeology* 2. Belmopan : Institute of Archaeology, National Institute of Culture and History.

González González, Arturo H., Carmen Rojas Sandoval, Alejandro Terrazas Mata, Martha Benavente Sanvicente, Wolfgang Stinnesbeck, Jeronimo Aviles O., Magdalena de los Ríos et Eugenio Acevez (2008). "The Arrival of Humans on the Yucatan Peninsula: Evidence from Submerged Caves in the State of Quintana Roo, Mexico". *Current Research in the Pleistocene* 25, pp. 1-24.

Götting, Eva (2013). "Capítulo XII, Excavaciones en el edificio H-XVI, Operación 12". *Nuevas Excavaciones en Uaxactun II, Temporada 2010.* Sous la dir. de Milan Kováč et Ernesto Arredondo Leiva. Bratislava et Guatemala : Slovak Archaeology and History Institute, pp. 471-494.

Goudiaby, Hemmamuthé (2016). "Operación II.5b: en busca de la secuencia funeraria de un conjunto residencial: el Grupo 5N6 Matapalos". Proyecto Petén-Norte Naachtun 2015-2018: Informe de la Séptima Temporada de Campo 2016. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Dominique Michelet, Julien Hiquet et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 193-234.

(2018). "Pratiques funéraires et statut des morts dans les ensembles résidentiels mayas classiques (250-950 apr. J.-C.) ". Thèse de doctorat. Paris : Université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne.

Goudiaby, Hemmamuthé, Hélène Lacomme et Omar Schwendener (2016). "Operación II.5b: en busca de la secuencia funeraria de un conjunto residencial: el Grupo 5N6 Matapalos". Proyecto Petén-Norte Naachtun 2015-2018: Informe de la Sexta Temporada de Campo 2015. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Dominique Michelet, Julien Hiquet et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 185-248.

Grasland, Claude (2000). *Initiation aux méthodes statistiques en sciences sociales*. url : http://grasland.script.univ-paris-diderot.fr/STAT98/STAT98.htm (visité le 05/08/2019).

Grube, Nikolai, éd. (1995a). *The Emergence of Lowlands Maya Civilization: the Transition from the Preclassic to the Early Classic; a Conference at Hildesheim, Germany, November 1992*. Markt Schwaben : Verlag Anton Saurwein.

(1995b). "Transformations of Maya Society at the End of the Preclassic: Processes of Change Between the Predynastic and Dynastic Periods". *The Emergence of Lowlands Maya Civilization: the Transition from the Preclassic to the Early Classic; a Conference at Hildesheim, Germany, November 1992*. Sous la dir. de Nikolai Grube. Markt Schwaben : Verlag Anton Saurwein, pp. 1-6.

Grube, Nikolai et Iken Paap (2009). "Uxul, Petén Campechano : Primera Temporada de Campo, 2009". *Memorias del XVIII Encuentro Internacional: Los Investigadores de la Cultura Maya 2009. T. 2*. Campeche : Universidad Autónoma de Campeche, pp. 7-24.

Guderjan, Thomas H. (2005). "The Early Classic Period at the Maya site of Blue Creek, Belize". *Archaeological Investigations in the Eastern Maya Lowlands : Papers of the 2004 Belize Archaeology Symposium*. Sous la dir. de Jaime J. Awe, John Morris, Sherilyne Jones et Christophe G. B. Helmke. *Research Reports in Belizean Archaeology* 2. Belmopan : Institute of Archaeology, National Institute of Culture and History, pp. 131-142.

(2007). *The Nature of an Ancient Maya City. Resources, Interaction, and Power at Blue Creek, Belize*. Caribbean Archaeology and Ethnohistory Series. Tuscaloosa : The University of Alabama Press.

Guenter, Stanley P. (2005). "Capítulo 13, Informe Preliminar de la Epigrafía de El Perú". *Proyecto Arqueológico El Perú-Waka': Informe No.2, Temporada 2004*. Sous la dir. d'Héctor Escobedo et David Freidel. Guatemala, pp. 363-400.

Halperin, Christina T. et Zachary X. Hruby (2019). "A Late Postclassic (ca. AD 1350-1521) Border Shrine at the Site of Tayasal, Petén, Guatemala". *Latin American Antiquity* 30.1, pp. 55-69.

Hammerstedt, Scott W. (2005). "Mississippian construction, labor and social organization in Western Kentucky". Thèse de doct. State College : Pennsylvania State University.

Hammond, Gail (2011). "The Nojol Nah Settlement Zone: The 2010 and 2011 Seasons". *BC-2011, The 20th annual report of the Blue Creek Archaeological Project*. Sous la dir. de Thomas H. Guderjan et C. Colleen Hanratty. Belmopan, pp. 41-128.

Hammond, Norman (1978). "Cacao and Cobaneros: An Overland Trade Route between the Maya Highland and Lowlands". *Mesoamerican Communication Routes and Cultural Contacts*. Sous la dir. de Thomas A. Lee et Carlos Navarete. Papers of the NewWorld Archaeological Foundation 40. Provo : Brigham Young University Press, pp. 19-25.

Hansen, Eric F. (2000). "Ancient Maya burnt-lime technology: cultural implications of technological styles". Thèse de doct. Los Angeles : University of California.

Hansen, Richard D. (1990). *Excavations in the Tigre Complex El Mirador, Peten, Guatemala*. Papers of the New World Archaeological Foundation 62. Provo : Brigham Young University Press.

(1998). "Continuity and Disjunction: The Pre-Classic Antecedents of Classic Maya Architecture". *Function and Meaning in Classic Maya Architecture*. Sous la dir. de Stephen D. Houston. Washington, D.C. : Dumbarton Oaks Research Library et Collection, pp. 49-122.

(2013). "The Beginning of the End: Conspicuous Consumption and Environmental Impact of the Preclassic Lowland Maya". *An Archaeological Legacy : Essays in Honor of Ray T. Matheny*. Sous la dir. de Deanne G. Matheny, Joel C. Janetski et Glenna Nielsen. Occasional Papers 18. Salt Lake City : The University of Utah Press, pp. 241-285.

Hansen, Richard D. et Edgar Suyuc Ley, éd. (2016). *Mirador, investigación y conservación en el antiguo Reino Kan*. Guatemala : FARES.

Hansen, Richard D., Edgar Suyuc Ley, Carlos Morales-Aguilar, Thomas Schreiner, Abel Morales López, Enrique Hernández et Douglas Mauricio (2007). "La Cuenca Mirador: Avances de la investigación y conservación del Estado Kan en los periodos Preclásicos y Clásicos". *XX Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2006*. Sous la dir. de Juan P. Laporte, Bárbara Arroyo et Héctor Mejía. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala, pp. 419-431.

Hanson, John W., Scott G. Ortman, Luís M.A. Bettencourt et Liam C. Mazur (2019). "Urban form, infrastructure and spatial organisation in the Roman Empire". *Antiquity* 93.369, pp. 702-718.

Harper, Charles R. (2016). "Laboring with the Economics of Mycenaean Architecture: Theories, Methods, and Explorations of Mycenaean Architectural Production". Thèse de doct. Tallahassee : Florida State University.

Harrison-Buck, Eleanor (2004). "Nourishing the animus of lived space through ritual caching". *K'axob : ritual, work, and family in an ancient Maya village*. Sous la dir. de Patricia A. McAnany. Los Angeles : Cotsen Institute of Archaeology, University of California, pp. 65-85.

Hassan, Fekri A. (1973). "On mechanisms of population growth during the Neolithic". *Current Anthropology* 14.5, pp. 535-540.

(1978). “Demographic Archaeology”. *Advances in Archaeological Method and Theory* 1, pp. 49-103.

Haviland, William A. (1965). “Prehistoric settlement at Tikal, Guatemala”. *Expedition* 7.3.

(1970). “Tikal, Guatemala and Mesoamerican urbanism”. *World Archaeology* 2.2, pp. 186-198.

(1972). “Family Size, Prehistoric Population Estimates, and the Ancient Maya”. *American Antiquity* 37.1, pp. 135-139.

(1981). “Dower Houses and Minor Centers at Tikal, Guatemala: An Investigation into the Identication of Valid Units in Settlement Hierarchies”. *Lowland Maya Settlement Patterns*. Sous la dir. de Wendy Ashmore. Albuquerque : University of New Mexico Press, pp. 89-120.

(1982). “Where the Rich Folks Lived: Deranging Factors in the Statistical Analysis of Tikal Settlement”. *American Antiquity* 47.2, pp. 427-429.

(1988). “Musical Hammocks at Tikal: Problems with Reconstructing Household Composition”. *Household and community in the Mesoamerican Past*. Sous la dir. de Richard R. Wilk et Wendy Ashmore. Albuquerque : University of New Mexico Press, pp. 121-134.

(2003). “Settlement, Society, and Demography at Tikal”. *Tikal, Dynasties, Foreigners & Affairs of State, Advancing Maya Archaeology*. Sous la dir. de Jeremy A. Sabloff. Santa Fe : School of American Research Press, pp. 111-142.

Healy, Paul F., Christophe G. B. Helmke, Jaime J. Awe et Kay S. Sunahara (2007). “Survey, Settlement, and Population History at the Ancient Maya Site of Pacbitun, Belize”. *Journal of Field Archaeology* 32.1, pp. 17-39.

Hellmuth, Nicholas M. (1989). *Wood that has lasted one thousand years: Lintels and Vault Beams in Maya Temples and Palaces*. New Haven : Peabody Museum of Natural History, Yale University.

Héraud-Piña (1996). *Le karst du Yucatan. Pays des Mayas*. Bordeaux : Presses universitaires de Bordeaux.

Hermenault, Léa (2017). “Percevoir les rythmes d'évolution du tissu urbain parisien dans la seconde moitié du XV^{ème} siècle grâce à l'étude des transactions foncières : le traitement des intervalles d'imprécision des datations”. *Archéologies numériques* 1.1.

Hermes, Bernard, Wiesław Koszkul et Zoila Calderón (2006). “Los Mayas y la cultura Teotihuacana: Descubrimientos en Nakum, Petén”. *XIX Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2005*. Sous la dir. de Juan P. Laporte, Bárbara Arroyo et Héctor Mejía. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala, pp. 972-989.

Hernández, Byron, Clémence Le Meur, Julio A. Cotom Nimatuj et Weagli Véliz (2012). “Operación II.3b: Sondeos estratigráficos en el Complejo Sur”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014, Informe final de la segunda temporada de campo 2011. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Dominique Michelet, Julien Sion et Carlos Morales-Aguilar. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 136-144.

Hiquet, Julien (2014). “Operación II.2bis: Sondeos estratigráficos en busca de ocupaciones del Clásico Temprano en la Periferia Sur de Naachtun”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014, Informe de la Cuarta Temporada de Campo 2013. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Carlos Morales-Aguilar, Julien Sion, Dominique Michelet et Chloé Andrieu. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 73-136.

(2018). “Operación II.1: Sondeos estratigráficos en los Grupos A y C”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2015-2018, Informe de la Octava Temporada de Campo 2017. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Dominique Michelet, Johann Begel et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 29-123.

(2020). “Essor monumental et dynamiques des populations. Le cas de la cité maya de Naachtun (Guatemala) au Classique ancien (150-550 apr. J.-C.)”. Thèse de doctorat. Paris : Université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne.

Hiquet, Julien, Emmanuel Froustey, Julio Cotom, Céline Gillot, Dominique Michelet et Philippe Nondédéo (2016). « ¿Cómo Naachtun se volvió una capital regional mediante edificios públicos y mano de obra? ». Communication effectuée dans le cadre du 1er Congreso Internacional de Arquitectura e Iconografía Precolombina, Valencia, Espagne.

Hiquet, Julien, Giovanni González et Miguel Angel Cano (2014). “Operación II.2bis: Sondeos estratigráficos en busca de ocupaciones del Clásico Temprano en la Periferia Sur de Naachtun”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014, Informe de la Quinta Temporada de Campo 2014. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Julien Hiquet, Dominique Michelet, Julien Sion et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 57-128.

Hiquet, Julien, Omar Schwendener et Julio Sotz (2016). “Operación II.2bis : Sondeos estratigráficos en busca de ocupaciones del Clásico Temprano en la Periferia Sur de Naachtun”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2015-2018 : Informe de la Sexta Temporada de Campo 2015. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Dominique Michelet, Julien Hiquet et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 63-138.

Hiquet, Julien, Julien Sion et Divina Perla Barrera (2023). “Households, Growth, Contraction, and Mobility at the Classic Maya Center of Naachtun”. *Building an Archaeology of Maya Urbanism, Planning and Flexibility in the American Tropics*. Sous la dir. de Damien Marken et Marie-Charlotte Arnauld. Louisville, University Press of Colorado, pp. 398-436.

Hiquet, Julien et Ingui Zeceña Chenal (2016). “Operación II.2 Bis: Sondeos estratigráficos en busca de ocupaciones del Clásico Temprano en la Periferia Sur de Naachtun”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2015-2018, Informe de la Séptima Temporada de Campo 2016. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Dominique Michelet, Julien Hiquet et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 85-138.

Holtorf, Cornelius J. (2001). *The reception history of monuments*. url : http://wayback.archive-it.org/6473/20160819144818/https://tspace.library.utoronto.ca/citd/holtorf/2.4.html (visité le 26/08/2019).

Houston, Stephen D. (1998). “Finding Function and Meaning in Classic Maya Architecture”. *Function and Meaning in Classic Maya Architecture*. Sous la dir. de Stephen D. Houston. Washington, D.C. : Dumbarton Oaks Research Library et Collection, pp. 519-538.

(2019). *Watery War*. Maya Decipherment. url : https://mayadecipherment.com/2019/06/17/watery-war/ (visité le 26/06/2019).

Houston, Stephen D., Claudia Brittenham, Cassandra Messik, Alexandre Tokovinine et Christina Warinner (2009). *Veiled Brightness, A History of Ancient Maya Color*. Austin : University of Texas Press.

Houston, Stephen D., Héctor Escobedo, Mark Child, Charles W. Golden et René Muñoz (2003). "Moral Community and Settlement Transformation among the Classic Maya: Evidence from Piedras Negras, Guatemala". *The Social Construction of Ancient Cities*. Sous la dir. de Monica Smith. Washington, D.C. : Smithsonian Press, pp. 212-253.

Houston, Stephen D., Zachary Nelson, Carlos R. Chiriboga et Ellen Spensley (2003). "The Acropolis of Kaminaljuyú, Guatemala: Recovering a Lost Excavation". *Mayab* 16, pp. 49-64.

Howell, Wayne K. (1989). *Excavations in the Danta Complex at El Mirador, Peten, Guatemala*. Provo : New World Archaeological Foundation, Brigham Young University.

Humboldt, Alexander von (1816). *Vues des cordillères et monumens des peuples indigènes de l'Amérique*. Paris.

Hutson, Scott R. (2024). "Population Estimates and Population Movement in Northwest Yucatan, Mexico". *Ancient Mesoamerican Population History. Urbanism, Social Complexity, and Change*. Sous la dir. de Adrian S. Z. Chase, Arlen F. Chase et Diane Z. Chase. Tucson, The University of Arizona Press, pp. 129-160.

Hutson, Scott R. et Jacob A. Welch (2014). "Sacred Landscapes and Building Practices at Uci, Kancab, and Ucanha, Yucatan, Mexico". *Ancient Mesoamerica* 25.2, pp. 421-439.

Iannone, Gyles (2005). "The Rise and Fall of an Ancient Maya Petty Royal Court". *Latin American Antiquity* 16.1, pp. 26-44.

éd. (2014). *The Great Maya Droughts in Cultural Context: Case Studies in Resilience and Vulnerability*. Boulder : University Press of Colorado.

Ichon, Alain et Marie Charlotte Arnauld (1985). *Le Protoclassique à La Lagunita, El Quiché, Guatemala*. Paris et Guatemala : Institut d'Ethnologie, CNRS-RCP 294 & 500. Piedra Santa.

Iglesias Ponce de León, María Josefa (2008). "Actualizando la controversia: el Clásico Temprano en Petén, Guatemala". *Mayab* 20, pp. 125-144.

Inomata, Takeshi (2004). "The Spatial Mobility of Non-Elite Populations in Classic Maya Society and its Political Implications". *Ancient Maya Commoners*. Sous la dir. de Jon C. Lohse et Fred Valdez Jr. Austin : University of Texas Press, pp. 175-196.

(2008). *Warfare and the Fall of a Fortified Center: Archaeological Investigations at Aguateca*. Vanderbilt Institute of Mesoamerican Archaeology Series 3. Nashville : Vanderbilt University Press.

(2017). "Entre rutinas cotidianas y eventos extraordinarios: las construcciones de conceptos temporales en la sociedad maya prehispánica". *Journal de la Société des Américanistes* Hors-série "Tiempos mayas", pp. 195-217.

Inomata, Takeshi, Jessica MacLellan et Melissa Burham (2015). "The Construction of Public and Domestic Spheres in the Preclassic Maya Lowlands". *American Anthropologist* 117.3, pp. 519-534.

Inomata, Takeshi, Jessica MacLellan, Daniela Triadan, Jessica Munson, Melissa Burham, Kazuo Aoyama, Hiroo Nasu, Flory Pinzón et Hitoshi Yonenobu (2015). "Development of sedentary communities in the Maya lowlands: Coexisting mobile groups and public ceremonies at Ceibal, Guatemala". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 112.14, pp. 1-6.

Inomata, Takeshi, Daniela Triadan, Jessica MacLellan, Melissa Burham, Kazuo Aoyama, Juan Manuel Palomo, Hitoshi Yonenobu, Flory Pinzón et Hiroo Nasu (2017). "High-precision radiocarbon dating of political collapse and dynastic origins of the Maya site of Ceibal, Guatemala". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 114.6, pp. 1293-1298.

Inomata, Takeshi, Daniela Triadan, Flory Pinzón, Melissa Burham, José Luis Ranchos, Kazuo Aoyama et Tsuyoshi Haraguchi (2018). "Archaeological application of airborne LiDAR to examine social changes in the Ceibal region of the Maya lowlands". *PLOS one* 13(2): e0191619.

Isendahl, Christian et Michael E. Smith (2013). "Sustainable agrarian urbanism: The low-density cities of the Mayas and Aztecs". *Cities* 31, pp. 132-143.

Johnson, Allen W. et Timothy K. Earle (1987). *The Evolution of Human Societies: From Foraging Group to Agrarian State*. Stanford : Stanford University Press.

Johnston, Kevin J. (2002). "Protrusion, Bioturbation, and Settlement Detection During Surface Survey: The Lowland Maya Case". *Journal of Archaeological Method and Theory* 9.1, pp. 1-67.

(2005). "The Invisible Maya: Minimally Mounded Residential Settlement at Itzán, Petén, Guatemala". *Latin American Antiquity* 15.2, pp. 145-175.

Johnston, Kevin J., Fernando Moscoso Moller et Stefan Schmitt (1992). "Casas no-visibles de los Mayas Clásicos: Estructuras residenciales sin plataformas basales en Itzan, Petén". *V Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 1991*. Sous la dir. de Juan P. Laporte, Héctor Escobedo et Sandra Villagrán de Brady. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala, p. 131-147.

Jones, Christopher (1991). "Cycles of Growth at Tikal". *Classic Maya Political History*. Sous la dir. de T. Patrick Culbert. Cambridge : Cambridge University Press, pp. 102-127.

Kaplan, David (1963). "Men, Monuments, and Political Systems". *Southwestern Journal of Anthropology* 19.4, pp. 397-410.

Keen, Benjamin (1963). *Life and labor in ancient Mexico, The Brief and Summary of Relation of the Lords of new Spain by Alonso de Zorita*. New Brunswick : Rutgers University Press.

Keller, Angela H. (2010). "The Social Construction of Roads at Xunantunich, from Design to Abandonment". *Classic Maya Provincial Politics, Xunantunich and its Hinterland*. Sous la dir. de Lisa J. LeCount et Jason Yaeger. University of Arizona Press, pp. 184-208.

Kettunen, Harri (2014). "Ancient Maya Warfare: An Interdisciplinary Approach". *Socio-Political Strategies among the Maya from the Classic Period to the Present*. Sous la dir. de Verónica Vásquez, Rogelio Valencia et Eugenia Gutiérrez. BAR Archaeological Series 2619. Oxford : BAR Publishing, pp. 95-107.

Killion, Thomas W., éd. (1992). *Garden of Prehistory: The Archaeology of Settlement Agriculture in Greater Mesoamerica*. Tuscaloosa : The University of Alabama Press.

Kim, Nam C. (2013). "Lasting Monuments and Durable Institutions: Labor, Urbanism, and Statehood in Northern Vietnam and Beyond". *Journal of Archaeological Research* 21.3, pp. 217-267.

Kim, Nam C. et Jina Heo (2019). "Built environments and social organizations: A comparative view from Asia". *Architectural Energetics in Archaeology, Analytical Expansions and Global Explorations*. Sous la dir. de Leah McCurdy et Elliot M. Abrams. Londres et New York : Routledge, pp. 26-56.

Kolb, Charles C., Thomas H. Charlton, Warren R. DeBoer, Roland Fletcher, Paul F. Healy, Robert R. Janes, Raoul Naroll et Daniel Shea (1985). "Demographic Estimates in Archaeology: Contributions From Ethnoarchaeology on Mesoamerican Peasants [and Comments and Reply]". *Current Anthropology* 26.5, pp. 581-599.

Kolb, Michael J. (1991). "Social Power, Chiefly Authority, and Ceremonial Architecture, in an Island Polity, Maui, Hawaii". Thèse de doct. Los Angeles : University of California.

(1997). "Labor Mobilization, Ethnohistory, and the Archaeology of Community in Hawai'i". *Journal of Archaeological Method and Theory* 4.3, pp. 265-285.

(2005). "The genesis of monuments among the Mediterranean islands". *The prehistoric archaeology of the Mediterranean*. Sous la dir. d'Emma Blake et Bernard A. Knapp. Blackwell Studies in Global Archaeology. Oxford : Blackwell, pp. 156-179.

Kolb, Michael J., Scott D. Kirk et William M. Balco (2019). "Labor mobilization and medieval castle construction at Salemi, western Sicily". *Architectural Energetics in Archaeology, Analytical Expansions and Global Explorations*. Sous la dir. de Leah McCurdy et Elliot M. Abrams. Londres et New York : Routledge, pp. 114-137.

Kováč, Milan, Silvia Alvarado Najarro, Tibor Lieskovský, Fátima Tec Pool, Damaris Menéndez et Mauricio Díaz (2015). "Reflexionando sobre el Preclásico de Uaxactun: resultados de la sexta temporada del Proyecto Arqueológico Regional SAHI–Uaxactun"., *XXVIII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2014*. Sous la dir. de Bárbara Arroyo, Luis Méndez Salinas et Lorena Paiz Aragón. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala, pp. 169-181.

Kováč, Milan, Eva Jobbová et Guido Kempel (2016). "The Legacy of an Early Maya King: Text, Imagery and Ritual Contexts of a Late Preclassic Cache from Structure H-XVI Sub, Uaxactun". *Mexicon* XXXVIII.1, pp. 9-29.

Krejci, Estella et T. Patrick Culbert (1995). "Preclassic and Classic Burials and Caches in the Maya Lowlands". *The Emergence of Lowlands Maya Civilization : the Transition from the Preclassic to the Early Classic; a Conference at Hildesheim, Germany, November 1992*. Sous la dir. de Nikolai Grube. Markt Schwaben : Verlag Anton Saurwein, pp. 102-114.

Lacadena, Alfonso (2008). "El título lakam : evidencia epigráfica sobre la organización tributaria y militar interna de los reinos mayas del Clásico". *Mayab* 20, pp. 23-43.

Lacquement, Cameron H. (2010). "Recalculating Mound Volume at Moundville". *Southeastern Archaeology* 29.2, pp. 341-354.

(2019). "The energetics of earthen landscape modication: An assessment of an emerging Mississippian polity". *Architectural Energetics in Archaeology, Analytical Expansions and Global Explorations*. Sous la dir. de Leah McCurdy et Elliot M. Abrams. Londres et New York : Routledge, pp. 161-181.

Lamaison, Pierre (1987). "La notion de maison : entretien avec C. Lévi-Strauss". *Terrain* 9, pp. 34-39.

Lancaster, Jerrad (2019). "To house and defend: The application of architectural energetics to southeast Archaic Greek Sicily". *Architectural Energetics in Archaeology, Analytical Expansions and Global Explorations*. Sous la dir. de Leah McCurdy et Elliot M. Abrams. Londres et New York : Routledge, pp. 95-113.

Lanos, Philippe, Anne Philippe, H. Lanos et Philippe Dufresne (2016). *Chronomodel: Chronological Modelling of Archaeological Data using Bayesian Statistics*. (Version 1.5). url : http://www.chronomodel.fr.

Laporte, Juan P. (1989). "Alternativas del Clásico Temprano en la relación Tikal-Teotihuacan: Grupo 6C-XVI, Tikal, Petén, Guatemala". Tesis doctoral. Mexico : UNAM.

(1995a). "Despoblamiento o problema analítico?: El Clásico Temprano en el sureste de Petén". *VIII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 1994 (versión digital)*. Sous la dir. de Juan P. Laporte et Héctor Escobedo. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala, pp. 609-639.

(1995b). "Preclásico a Clásico en Tikal: proceso de transformación en el Mundo Perdido". *The Emergence of Lowlands Maya Civilization : the Transition from the Preclassic to the Early Classic; a Conference at Hildesheim, Germany, November 1992*. Sous la dir. de Nikolai Grube. Markt Schwaben : Verlag Anton Saurwein, pp. 17-34.

(2003). "Thirty Years Later, Some Results of Recent Investigations in Tikal". *Tikal, Dynasties, Foreigners & Affairs of State, Advancing Maya Archaeology*. Sous la dir. De Jeremy A. Sabloff. Santa Fe : School of American Research Press, pp. 281-318.

(2004). "Architectural Aspects of Interaction between Tikal and Teotihuacan". *The Maya and Teotihuacan : Reinterpreting Early Classic Interaction*. Sous la dir. de Georey E. Braswell. Austin : University of Texas Press, pp. 199-216.

(2007). *La secuencia cerámica del sureste de petén: tipos, cifras, localidades, y la historia del asentamiento*. Monografías Atlas Arqueológico de Guatemala. Guatemala : Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural, Ministerio de cultura y deportes.

Laporte, Juan P. et Vilma Fialko (1987). "La cerámica del Clásico Temprano desde Mundo Perdido, Tikal: una reevaluación". *Maya Ceramics : Papers from the 1985 Maya Ceramic Conference*. Sous la dir. de Prudence M. Rice et Robert J. Sharer. BAR International Series 345. Oxford : British Archaeological Reports, pp. 123-181.

(1995). "Un reencuentro con Mundo Perdido, Tikal, Guatemala". *Ancient Mesoamerica* 6.1, pp. 41-94.

Leblanc, Steven (1971). "An Addition to Naroll's Suggested Floor Area and Settlement Population Relationship". *American Antiquity* 36.2, pp. 210-211.

LeCount, Lisa J. et John H. Blitz (2005). "The Actuncan Early Classic Maya Project, Progress Report on the Second Field Season". *Archaeological Investigations in the Eastern Maya Lowlands: Papers of the 2004 Belize Archaeology Symposium*. Sous la dir. de Jaime J. Awe, John Morris, Sherilyne Jones et Christophe G. B. Helmke. *Research Reports in Belizean Archaeology 2*. Belmopan : Institute of Archaeology, National Institute of Culture and History, pp. 67-77.

Leemans, Rik et Wolfgang P. Cramer (1991). *The IIASA Database for Mean Monthly Values of Temperature, Precipitation, and Cloudiness on a Global Terrestrial Grid*. RR-91-18. Laxenburg : International Institute for Applied Systems Analysis.

Lemonnier, Eva (2006). "La structure de l'habitat du site maya classique de La Joyanca (nord-ouest du Petén, Guatemala) dans son environnement local". Thèse de doctorat. Paris : Université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne.

(2011). “Des quartiers chez les Mayas à l'époque classique ?”. *Journal de la Société des Américanistes* 97.1, pp. 7-50.

(2016). “Operación IV.7 bis: Agricultura y subsistencia”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2015-2018, Informe de la Séptima Temporada de Campo 2016. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Dominique Michelet, Julien Hiquet et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 419-424.

Lemonnier, Eva (2018). “Operación IV.7a: Agricultura y subsistencia”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2015-2018, Informe de la Octava Temporada de Campo 2017. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Dominique Michelet, Johann Begel et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 357-369.

Lemonnier, Eva et Julio A. Cotom Nimatuj (2012). “Operación I.1b: Reconocimiento de la zona residencial del sitio: agricultura y subsistencia”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014, Informe de la Segunda Temporada de Campo 2011. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Dominique Michelet, Carlos Morales-Aguilar et Julien Sion. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 47-62.

(2014a). “Operación I.1b: Tercera fase del programa de reconocimiento y mapeo de la zona residencial periférica del sitio: patrón de asentamiento y agricultura”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014, Informe de la Cuarta Temporada de Campo 2013. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Carlos Morales-Aguilar, Julien Sion, Dominique Michelet et Chloé Andrieu. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 15-32.

(2014b). “Operación I.1b: Cuarta fase del programa de reconocimiento y mapeo de la zona residencial periférica del sitio: patrón de asentamiento y agricultura”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014, Informe de la Quinta Temporada de Campo 2014. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Julien Hiquet, Dominique Michelet, Julien Sion et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 17-30.

(2016). “Operación I.1b: Reconocimiento y mapeo de la zona residencial periférica del sitio”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2015-2018, Informe de la Séptima Temporada de Campo 2016. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Dominique Michelet, Julien Hiquet et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 17-26.

Lemonnier, Eva, Julio A. Cotom Nimatuj, Julio Caal et Alejandra Díaz (2013). “Operación I.1: Reconocimiento de la zona residencial del sitio: Agricultura y subsistencia”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014, Informe de la Tercera Temporada de Campo 2012. Sous la dir. de Dominique Michelet, Carlos Morales-Aguilar, Julien Sion et Philippe Nondédéo. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 15-32.

Lentz, David L., Nicholas P. Dunning, Vernon L. Scarborough, Kevin S. Magee, Kim M. Thompson, Eric Weaver, Christopher Carr, Richard E. Terry, Gerald Islebe, Kenneth B. Tankersley, Liwy Grazioso Sierra, John G. Jones, Palma J. Buttles, Fred Valdez Jr. et Carmen E. Ramos Hernandez (2014). “Forests, fields, and the edge of sustainability at the ancient Maya city of Tikal”. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 111.52, pp. 18513-18518.

Lesbre, Patrick (2000). “Compte rendu : Alonso de Zorita, Relación de la Nueva España, Conaculta, 1999”. *Caravelle* 75, pp. 197-199.

Lincoln, Charles E. (1985). “Ceramics and Ceramic Chronology”. *A Consideration of the Early Classic period in the Maya Lowlands*. Sous la dir. de Gordon R. Willey et Peter Mathews. Albany : Institute for Mesoamerican Studies, State University of New York at Albany, pp. 55-94.

Loewe, Michael (1968). *Everyday Life In Early Imperial China*. New York : G. P. Putnam.

(1999). “The Heritage Left to the Empires”. *The Cambridge history of ancient China*. Sous la dir. de Michael Loewe et Edward L. Shaughnessy. Cambridge : Cambridge University Press, pp. 967-1032.

Lohse, Jon C. et Fred Valdez Jr. (2004). “Examining Ancient Maya Commoners Anew”. *Ancient Maya Commoners*. Sous la dir. de Jon C. Lohse et Fred Valdez Jr. Austin : University of Texas Press, pp. 1-22.

Lomitola, Lisa M. (2012). “Ritual Use of the Human Form: A Contextual Analysis of the Charlie Chaplin Figures of the Maya Lowlands”. MA Thesis. Orlando : University of Central Florida.

López Luján, Leonardo, Jaime Torres et Aurora Montúfar (2003). “Los materiales constructivos del Templo Mayor de Tenochtitlan”. *Estudios de Cultura Náhuatl* 34, pp. 136-166.

Lucero, Lisa J. (2007). “Classic Maya Temple, Politics, and the Voice of the People”. *Latin American Antiquity* 18.4, pp. 407-427.

Lundell, Cyrus L. (1933). “Archaeological Discoveries in the Maya Area”. *Proceedings of the American Philosophical Society* 72.3, pp. 147-179.

Magnoni, Aline (2007). “Population Estimates at the Ancient Maya City of Chunchucmil, Yucatan”. *Proceedings of the 34th Conference of Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology*. Sous la dir. de Jerey T. Clark et Emily M. Hagemeister. Fargo, pp. 160-167.

Manzanilla, Linda R. (2003). “El proceso de abandono de Teotihuacan y su reocupación por grupos epiclásicos”. *TRACE* 43, pp. 70-76.

Manzanilla, Linda R., Xim Bokhimi, Dolores Tenorio, Melania Jiménes-Reyes, Edgar Rosales, Cira Martínez et Marcus Winter (2017). “Procedencia de la mica de Teotihuacan: control de los recursos suntuarios foráneos por las élites gobernantes”. *Anales de Antropología* 51, pp. 23-38.

Marchand, Trevor H. J. (2015). “The Djenné Mosque: World Heritage and Social Renewal in a West African Town”. *APT Bulletin : The Journal of Preservation Technology* 46.2, pp. 4-15.

Marcus, Joyce (1983). “On the Nature of the Mesoamerican City”. *Prehistoric Settlement Patterns*. Sous la dir. d'Evon Z. Vogt et Richard M. Leventhal. Cambridge : University of New Mexico Press & Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, pp. 196-242.

(1999). “Early Architecture in the Valley of Oaxaca: 1350 B.C.-A.D. 500”. *Mesoamerican Architecture as a Cultural Symbol*. Sous la dir. de Jeff K. Kowalski. Oxford : Oxford University Press, pp. 58-75.

Marken, Damien (2011). “City and State: Urbanization, Rural Settlement, and Polity in the Classic Maya Lowlands”. Thèse de doct. Dallas : Southern Methodist University.

Marken, Damien et Marie-Charlotte Arnauld (2023). *Building an Archaeology of Maya Urbanism, Planning and Flexibility in the American Tropics*. Louisville, University Press of Colorado.

Martin, Simon (2005). “Of Snakes and Bats: Shifting Identities at Calakmul”. *The PARI Journal* 6.2, pp. 5-15.

(2008). *Wives and Daughters on the Dallas Altar*.
url : www.mesoweb.com/articles/Martin/Wives&Daughters.pdf (visité le 20/08/2019).

(2012). "Hieroglyphs from the Painted Pyramid : The Epigraphy of Chiik Nahb Structure Sub 1-4, Calakmul, Mexico". *Maya Archaeology 2*. Sous la dir. de Charles W. Golden, Stephen D. Houston et Joel Skidmore. San Francisco : Precolumbia Mesoweb Press, pp. 60-81.

(2015). "The Dedication of Tikal Temple VI : A Revised Chronology". *The PARI Journal* XV.3, pp. 1-10.

Martin, Simon et Nikolai Grube (2008). *Chronicle of the Maya Kings and Queens*. 2ème édition. Londres : Thames et Hudson.

Martínez, Gustavo et Mélanie Forné (2014). "Operación IV.1: Análisis cerámico de la Temporada 2013". Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014, Informe de la Cuarta Temporada de Campo 2013. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Carlos Morales-Aguilar, Julien Sion, Dominique Michelet et Chloé Andrieu. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 483-496.

Mathews, Jennifer P. et Rubén Maldonado Cárdenas (2006). "Late Formative and Early Classic Interaction Spheres Reflected in the Megalithic Style". *Lifeways in the Northern Maya Lowlands. New Approaches to Archaeology in the Yucatán Peninsula*. Sous la dir. de Jennifer P. Mathews et Bethany A. Morrison. Tucson : The University of Arizona Press, pp. 95-118.

Mathews, Peter (1985). "Maya Early Classic Monuments and Inscriptions". *A Consideration of the Early Classic period in the Maya Lowlands*. Sous la dir. de Gordon R. Willey et Peter Mathews. Albany : Institute for Mesoamerican Studies, State University of New York at Albany, pp. 5-54.

Mathews, Peter et Alexander Parmington (2005). "Operación 6, Investigaciones Epigráficas". *Proyecto Arqueológico Naachtun : Primera Temporada de Campo Febrero-Abril de 2004*. Sous la dir. de Martín Rangel et Kathryn Reese-Taylor. Guatemala, pp. 104-113.

McAnany, Patricia A. (1990). "Water Storage in the Puuc Region of the Northern Maya Lowlands: A Key to Population Estimates and Architectural Variability". *Precolumbian Population History in the Maya Lowlands*. Sous la dir. de T. Patrick Culbert et Don S. Rice. Albuquerque : University of New Mexico Press.

McCurdy, Leah (2015). "Maya construction history: Explorations through building archaeology and Conservation". *Proceedings of the Fifth International Congress on Construction History*. Sous la dir. de Brian Bowen, Donald Friedman, Thomas Leslie et John Ochsendorf. T. Volume 2. Chicago : Construction History Society of America, pp. 565-574.

(2019). "Peopling monuments. Virtual energetics and labor impact analysis of monumental construction at Xunantunich, Belize". *Architectural Energetics in Archaeology, Analytical Expansions and Global Explorations*. Sous la dir. de Leah McCurdy et Elliot M. Abrams. Londres et New York : Routledge, pp. 205-234.

McCurdy, Leah et Elliot M. Abrams, ed. (2019a). *Architectural Energetics in Archaeology, Analytical Expansions and Global Explorations*. Londres et New York : Routledge.

(2019b). "The future of architectural energetics in 2D and 3D". *Architectural Energetics in Archaeology, Analytical Expansions and Global Explorations*. Sous la dir. de Leah McCurdy et Elliot M. Abrams. Londres et New York : Routledge, pp. 289-294.

Merwin, Raymond E. et George C. Vaillant (1932). *The Ruins of Holmul. T. III*. Memoirs of the Peabody Museum 2. Cambridge : Harvard University.

Michelet, Dominique (2014a). "Operación III.7: Estructura XXVIIB". Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014, Informe de la Quinta Temporada de Campo 2014. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Julien Hiquet, Dominique Michelet, Julien Sion et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 407-416.

(2014b). "Operación III.9: Estudio de la estructura piramidal La Pérdida". Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014, Informe de la Quinta Temporada de Campo 2014. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Julien Hiquet, Dominique Michelet, Julien Sion et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 473-482.

Michelet, Dominique (2016). "Operación V.1: el Complejo Tríadico". *Proyecto Petén-Norte Naachtun 2015-2018: Informe de la Sexta Temporada de Campo 2015*. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Dominique Michelet, Julien Hiquet et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 481-490.

Michelet, Dominique, Jean-Claude Bessac, Pierre Becquelin et Céline Gillot (2015). "Un approccio dell'architettura residenziale maya: considerazioni sulle sue dimensioni economiche e social nella regione Puuc". Giornata di studio La ricerca nell'architettura mesoamericana. Florence.

Michelet, Dominique et Jorge Méndez Quiñonez (2019a). "Operación V.6bis: Sondeos en la Estructura XXI, Grupo tipo E". Proyecto Petén-Norte Naachtun 2015-2018: Informe de la Novena Temporada de Campo 2018. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Johann Begel, Dominique Michelet et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 335-356.

(2019b). "Operación V.9: Excavaciones en el reservorio, Grupo A". Proyecto Petén-Norte Naachtun 2015-2018: Informe de la Novena Temporada de Campo 2018. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Johann Begel, Dominique Michelet et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 357-368.

Michelet, Dominique, Carlos Morales-Aguilar, Julien Sion et Philippe Nondédéo, éd. (2013). Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014, Informe de la Tercera Temporada de Campo 2012. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA.

Michelet, Dominique et Philippe Nondédéo (2012). "Operación III.1: Los edificios 6O3, 6O4, 6O5 y la Plaza Río Bec". Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014, Informe de la Segunda Temporada de Campo 2011. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Dominique Michelet, Carlos Morales-Aguilar et Julien Sion. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 289-336.

(2018). "Ancient Maya Lowlands: from fake feuds about "urbanism" to renewed studies of settlement patterns". *Origini* XLII.2, pp. 259-278.

Michelet, Dominique et Jackeline Quiñonez Dardón (2014). "Operación III.7: Trabajos en los alrededores del Templo-Pirámide XXVII". Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014, Informe de la Cuarta Temporada de Campo 2013. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Carlos Morales-Aguilar, Julien Sion et Dominique Michelet. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 459-480.

Michelet, Dominique, Jackeline Quiñonez Dardón et Claudine Escobar Durand (2013). "Operación III.7: Excavaciones en la Estructura XXVII y sus alrededores inmediatos". Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014, Informe de la Tercera Temporada de Campo 2012. Sous la dir. de Dominique Michelet, Carlos

Morales-Aguilar, Julien Sion et Philippe Nondédéo. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 149-166.

Michelet, Dominique et Ingui Zeceña Chenal (2016). "Operación V.1: el Complejo Tríadico". Proyecto Petén-Norte Naachtun 2015-2018, Informe de la Séptima Temporada de Campo 2016. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Dominique Michelet, Julien Hiquet et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 435-452.

Millon, René (1981). "Teotihuacan: City, State, and Civilization". *Supplement to the Handbook of Middle American Indians, Volume one, Archaeology*. Sous la dir. de Jeremy A. Sabloff. Austin : University of Texas Press, p. 198-243.

Millon, René, Bruce Drewitt et James A. Bennyhoff (1965). *The Pyramid of the Sun at Teotihuacan, 1959 Investigations*. Transactions of the American Philosophical Society 55. Philadelphie.

Milner, George R. (1998). *The Cahokia Chiefdom: The Archaeology of a Mississippian Society*. Washington, D.C. : Smithsonian Institution Press.

Milner, George R., Scott W. Hammerstedt et Kirk D. French (2010). "Chert hoes as digging tools". *Antiquity* 84.323, pp. 103-113.

Moholy-Nagy, Hattula (2016). "Set in Stone: Hiatuses and Dynastic Politics at Tikal, Guatemala". *Ancient Mesoamerica* 27, pp. 255-266.

Moholy-Nagy, Hattula et William R. Coe (2003). *The Artifacts of Tikal, Ornamental and Ceremonial Artifacts and Unworked Material*. Tikal Report 27A. Philadelphie : University of Pennsylvania Museum of Archaeology and Anthropology.

Morales-Aguilar, Carlos (2012a). "Operación I.5: Aspectos geográficos y ecológicos de Naachtun visto desde los SIG". Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014, Informe de la Segunda Temporada de Campo 2011. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Dominique Michelet, Carlos Morales-Aguilar et Julien Sion. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 95-104.

(2012b). "Operación II.1: Sondeos estratigráficos en el Grupo A". Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014, Informe de la Segunda Temporada de Campo 2011. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Dominique Michelet, Carlos Morales-Aguilar et Julien Sion. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 105-128.

(2013). "Operación III.6: Excavaciones en la Cancha de Juego de Pelota del Grupo A, Naachtun, Guatemala". Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014, Informe de la Tercera Temporada de Campo 2012. Sous la dir. de Dominique Michelet, Carlos Morales-Aguilar, Julien Sion et Philippe Nondédéo. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 137-148.

(2014a). "Operación II.1: Sondeo arqueológico al pie de la Estela 9, Grupo A, Naachtun". *Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014, Informe de la Cuarta Temporada de Campo 2013*. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Carlos Morales-Aguilar, Julien Sion, Dominique Michelet et Chloé Andrieu. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 41-50.

(2014b). "Operación III.6: Sondeos arqueológicos en la Calzada Balam y la Estructura XV del Grupo A, Naachtun, Guatemala". Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014, Informe de la Quinta Temporada de Campo 2014. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Julien Hiquet, Dominique Michelet, Julien Sion et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 385-406.

(2018). “Operación V.8a: Naachtun en su contexto regional: Exploración y sondeos arqueológicos en Naachtun-Este”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2015-2018, Informe de la Octava Temporada de Campo 2017. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Dominique Michelet, Johann Begel et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 457-472.

Morales-Aguilar, Carlos, Richard D. Hansen, Douglas Mauricio et Marvin Prado (2015). “El Mirador Mapping Program 2003-2015: Investigation of an ancient Maya city with Total Station, Remote Sensing, and GIS”. 80th Annual Meeting of the Society for American Archaeology. San Francisco.

Morales-Aguilar, Carlos et Evelyn Mejía (2014). “Operación III.6: Excavaciones en la Cancha de Juego de Pelota, la Calzada Balam y la Escalinata de Acceso, Grupo A, Naachtun, Petén, Guatemala”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014, Informe de la Cuarta Temporada de Campo 2013. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Carlos Morales-Aguilar, Julien Sion, Dominique Michelet et Chloé Andrieu. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 417-458.

Morales-Aguilar, Carlos, Philippe Nondédéo et Julien Hiquet (2018). “Operación V.8b: Naachtun y su contexto regional: Exploración preliminar de Kunal”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2015-2018, Informe de la Octava Temporada de Campo 2017. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Dominique Michelet, Johann Begel et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 473-480.

Morehart, Christopher et Fernando Rochaix (2013). “Capítulo II, Estudio de Asentamiento Naachtun- La Muralla, Resultados Preliminares”. Proyecto Arqueológico Naachtun 2004 - 2009, Informe No. 2, Segunda Temporada de Campo en el Sitio Arqueológico Naachtun. Sous la dir. de Martín Rangel et Kathryn Reese-Taylor. Guatemala, pp. 15-36.

Morley, Sylvanus G. (1938). *The Inscriptions of Peten*. T. III. Publication 437. Washington, D.C. : Carnegie Institution of Washington.

(1946). *The Ancient Maya*. second edition. Stanford : Stanford University Press.

Morley, Sylvanus G. et George W. Brainerd (1956). *The Ancient Maya*. third edition. Stanford : Stanford University Press.

Morris, Earl H., Jean Charlot et Ann Axtell Morris (1931). *The Temple of the Warriors at Chichen Itzá, Yucatan*. T. I. Publication 406. Washington, D.C. : Carnegie Institution of Washington.

Morris, John et Jaime J. Awe (2005). “Introduction and synthesis of the 2004 Belizean Archaeology Symposium”. *Archaeological Investigations in the Eastern Maya Lowlands: Papers of the 2004 Belize Archaeology Symposium*. Sous la dir. de Jaime J. Awe, John Morris, Sherilyne Jones et Christophe G. B. Helmke. Research Reports in Belizean Archaeology 2. Belmopan : Institute of Archaeology, National Institute of Culture and History, pp. 1-14.

Morris, John et Anabel A. Ford (2005). “Early Classic Manifestations at El Pilar and Mountain Cow”. *Archaeological Investigations in the Eastern Maya Lowlands : Papers of the 2004 Belize Archaeology Symposium*. Sous la dir. de Jaime J. Awe, John Morris, Sherilyne Jones et Christophe G. B. Helmke. *Research Reports in Belizean Archaeology 2*. Belmopan : Institute of Archaeology, National Institute of Culture and History, pp. 79-97.

Morton, Shawn G. (2013). “Capítulo I, Mapeo y reconocimiento”. Proyecto Arqueológico Naachtun 2004 - 2009, Informe No. 2, Segunda Temporada de Campo en el Sitio Arqueológico Naachtun. Sous la dir. de Martín Rangel et Kathryn Reese-Taylor. Guatemala, pp. 11-14.

Moseley, Edward M. (1975). "Prehistoric Principles of Labor Organization in the Moche Valley, Peru". *American Antiquity* 40.2, pp. 191-196.

Moyes, Holley, Mark Robinson et Keith M. Prufer (2016). "The Kayuko Mound Group: a festival site in southern Belize". *Antiquity* 90.349, pp. 143-156.

Muñoz Cosme, Gaspar (2006). *Introducción a la Arquitectura Maya.* Valence : General de Ediciones de Arquitectura.

Murakami, Tatsuya (2015). "Replicative construction experiments at Teotihuacan, Mexico: Assessing the duration and timing of monumental construction". *Journal of Field Archaeology* 40.3, pp. 263-282.

(2019). "Towards a multiscalar comparative approach to power relations, Political dimensions of urban construction at Teotihuacan and Copan". *Architectural Energetics in Archaeology, Analytical Expansions and Global Explorations*. Sous la dir. de Leah McCurdy et Elliot M. Abrams. Londres et New York : Routledge, pp. 265-288.

Naroll, Raoul (1962). "Floor Area and Settlement Population". *American Antiquity* 27.4, pp. 587-589.

Nelson, Zachary (2004). "De la cartografía al cálculo de población de Piedras Negras, Guatemala".*: XVII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2003*. Sous la dir. de Juan P. Laporte, Bárbara Arroyo, Héctor Escobedo et Héctor Mejía. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala, pp. 4-12.

Netting, Robert McC. (1993). *Smallholders, Householders: Farm Families and the Ecology of Intensive, Sustainable Agriculture*. Stanford : Stanford University Press.

Nielsen, Jesper (2012). "The Great Ladder of Ocosingo: A Twentieth-Century Example of Maya Building Techniques". *The PARI Journal* XIII.1, pp. 1-9.

Nondédéo, Philippe (2012). "Operación III.2a: la Plaza Este y el Palacio XXV". Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014: Informe de la Segunda Temporada de Campo 2011. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Dominique Michelet, Carlos Morales-Aguilar et Julien Sion. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 337-348.

(2014). "Operación III.3: Excavaciones en el Complejo Amurallado". Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014, Informe de la Quinta Temporada de Campo 2014. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Julien Hiquet, Dominique Michelet, Julien Sion et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 355-370.

(2016). "Operación V.2: la Estructura V y la cuestión funeraria". Proyecto Petén-Norte Naachtun 2015-2018, Informe final de la sexta temporada de campo 2015. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Dominique Michelet, Julien Hiquet et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 491-510.

Nondédéo, Philippe, Johann Begel, Julien Hiquet, Julie Patrois, Isaac Barrientos Juarez et Maria Luisa Vásquez de Ágredos Pascual (2022). "The Role of Altars in Maya Public Rituals of the Classic Period: Analysis and Contexts of the Associated Deposits". *Materializing Ritual Practices.* Sous la dir. de Lisa M. Johnson et Rosemary A. Joyce. Louisville : University Press of Colorado.

Nondédéo, Philippe, Johann Begel, Dominique Michelet, Céline Gillot, Isaac Barrientos Juarez et Lydie Dussol (2018). "Secuencia constructiva y papel de la Acrópolis V de Naachtun". 56º Congreso Internacional de Americanistas. Salamanque.

Nondédéo, Philippe, Johann Begel et Ricardo Rodas (2018). "Operación V.2: la Estructura V y la cuestión funeraria". Proyecto Petén-Norte Naachtun 2015-2018, Informe de la Octava Temporada de Campo 2017. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Dominique Michelet, Johann Begel et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 377-440.

Nondédéo, Philippe, Cyril Castanet, Louise Purdue, Eva Lemonnier, Lydie Dussol, Aline Garnier et Marc Testé (2018). "Archaeological and Paleo-environmental Reconstructions in the Tropical Maya Area: the Case of Naachtun (Guatemala)". XVIII^{ème} Congrès Mondial UISPP. Paris.

Nondédéo, Philippe et Antoine Dorison (2018). "Operación I.5: Análisis preliminar de la imagen LiDAR". Proyecto Petén-Norte Naachtun 2015-2018, Informe de la Octava Temporada de Campo 2017. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Dominique Michelet, Johann Begel et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 15-26.

Nondédéo, Philippe et Lydie Dussol (2019). "Operación V.2: la Estructura V y la cuestión funeraria". Proyecto Petén-Norte Naachtun 2015-2018 : Informe de la Novena Temporada de Campo 2018. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Johann Begel, Dominique Michelet et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 231-256.

Nondédéo, Philippe, Alfonso Lacadena et Ignacio Cases (2019). "Teotihuacanos y mayas en la entrada de 11 Eb' (378 d.C.): nuevos datos de Naachtun, Petén, Guatemala". *Revista Española de Antropología Americana* 49, pp. 53-75.

Nondédéo, Philippe, Alfonso Lacadena, Ignacio Cases, Julien Hiquet et Dominique Michelet (2016). "Teotihuacanos y mayas en la 'entrada' de 11 Eb' (378 d.C.): nuevos datos de Naachtun, Peten, Guatemala". 21st European Maya Conference. Moscou.

Nondédéo, Philippe, Alfonso Lacadena et Alejandro Garay (2018). "Apuntes epigráficos: la temporada 2015 del Proyecto Naachtun". *Tiempo detenido, tiempo suficiente: Ensayos y narraciones mesoamericanistas en homenaje a Alfonso Lacadena García-Gallo*. Sous la dir. d'Harri Kettunen, Verónica A. Vázquez López, Felix Kupprat, Cristina Vidal Lorenzo, Gaspar Muñoz Cosme et María Josefa Iglesias Ponce de León. Wayeb Publication 1. Couvin : WAYEB, pp. 329-350.

Nondédéo, Philippe, Dominique Michelet et Johann Begel (2016). "Operación V.2: La Estructura V y la cuestión funeraria". Proyecto Petén-Norte Naachtun 2015-2018, Informe de la Séptima Temporada de Campo 2016. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Dominique Michelet, Julien Hiquet et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 453-502.

Nondédéo, Philippe, Dominique Michelet et Clémence Le Meur (2012). "Operación I.4: Registro de saqueos en la Periferia Sur". Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014: Informe de la Segunda Temporada de Campo 2011. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Dominique Michelet, Carlos Morales-Aguilar et Julien Sion. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 81-94.

Nondédéo, Philippe, Carlos Morales-Aguilar, Alejandro Patiño, Mélanie Forné, Chloé Andrieu, Julien Sion, Dominique Michelet, Marie Charlotte Arnauld, Céline Gillot, Monica de León, Julio A. Cotom Nimatuj, Eva Lemonnier, Grégory Pereira et Isaac Barrientos Juarez (2012). "Prosperidad económica en Naachtun: resultados de las dos primeras temporadas de investigación". *XXV Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2011*. Sous la dir. de Bárbara Arroyo, Lorena Paiz Aragón et Héctor Mejía. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala, pp. 227-235.

Nondédéo, Philippe, Alejandro Patiño, Alfonso Lacadena, Ignacio Cases, Julien Hiquet, Dominique Michelet, Chloé Andrieu et Lilian del Carmen Garrido (2016). "El papel de Teotihuacan en la formación de una capital regional maya: el caso de Naachtun, Petén". *XXIX Simposio de investigaciones arqueológicas en Guatemala, 2015*. Sous la dir. de Bárbara Arroyo, Luis Alberto Méndez S. et Gloria Ajú Álvarez. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

Nondédéo, Philippe, Alejandro Patiño, Julien Sion, Dominique Michelet et Carlos Morales-Aguilar (2013). "Crisis múltiples en Naachtun: aprovechadas, superadas e irreversibles". *Millenary Maya Societies: Past Crises and Resilience*. Sous la dir. de Marie-Charlotte Arnauld et Alain Breton. Mesoweb, pp. 122-147. url : www.mesoweb.com/publications/MMS/9_Nondedeo_etal.pdf.

Nondédéo, Philippe, Julien Sion, Diana Belches, Géraldine Fondebilla, Diana Méndez, Patrice Bonnafoux, Martin Rangel et Dominique Michelet (2011). "Operación 19: Sondeos estratigráficos en los complejos de patios del Grupo B". Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014 (Petén, Guatemala) Informe de la primera temporada de campo (del 4 de abril al 14 de mayo de 2010) entregado al Instituto de Antropología e Historia de Guatemala. Sous la dir. de Philippe Nondédéo et Dominique Michelet. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 31-68.

Nondédéo, Philippe, Julien Sion, Alfonso Lacadena, Ignacio Cases et Julien Hiquet (2021). "From Kings to Nobles: the Political-Historical Context of Naachtun at the End of the Classic Period". *Maya Kingship, Rupture and Transformation from Classic to Postclassic Times*. Sous la dir. de Tsubasa Okoshi, Arlen F. Chase, Philippe Nondédéo et Marie-Charlotte Arnauld. Gainesville : University Press of Florida, pp. 124-153.

Nooren, Kees, Wim Z. Hoek, Hans van der Plicht, Michael Sigl, Manfred van Bergen, Didier Galop, Nuria Torrescano-Valle, Gerald Islebe, Annika Huizinga, Tim Winkels et Hans Middelkoop (2016). "Explosive eruption of El Chichón volcano (Mexico) disrupted 6th century Maya civilization and contributed to global cooling". *Geology* 45.2, pp. 175-178.

Norman, Benjamin M. (1849). *Rambles in Yucatan, or Notes of Travel through the Peninsula, including a visit to the remarkable ruins of Chi-Chen, Kabah, Zayi and Uxmal*. Seventh Edition. Philadelphie : Carey et Hart.

Ortega Muñoz, Allan, Andrea Cucina, Vera Tiesler et Thelma N. Sierra-Sosa (2018). "Population and demographics shifts along the coast of Yucatan from the Early to Late Classic: a view from Xcambo, Mexico". *Latin American Antiquity* 29.3, pp. 591-609.

Ossa, Alanna, Michael E. Smith et José Lobo (2017). "The Size of Plazas in Mesoamerican Cities and Towns: a Quantitative Analysis". *Latin American Antiquity* 28.4, pp. 457-475.

Pacheco Martínez, Jorge I. et Lauro A. Alonzo Salomón (2003). "Caracterización del material calizo de la formación Carillo Puerto en Yucatán". *Ingeniería* 7.1, pp. 7-19.

Paine, Richard R., AnnCorinne Freter et David L. Webster (1996). "A Mathematical Projection of Population Growth in the Copan Valley, Honduras, A.D. 400-800". *Latin American Antiquity* 7.1, pp. 51-60.

Parkswatch (2002). *Guatemala: Naachtún Dos Lagunas Protected Biotope. ParksWatch Profiles*. url : http://www.parkswatch.org/parkprofile.php?l=spa&country=gua&park=napb&page=bio (visité le 03/08/2018).

Parry, Roberta (2005). "Capítulo III, Excavaciones en el Reservorio de Naachtun (Operación 3)". Proyecto Arqueológico Naachtun, Informe No. 1, Primera Temporada de Campo. Sous la dir. de Martín Rangel et Kathryn Reese-Taylor. Guatemala, pp. 49-60.

(2007). “Maya Water Management: Excavations in the Reservoir at Naachtun, El Petén, Guatemala. MA Thesis”. Calgary : University of Calgary.

Patiño, Alejandro (2011). “Operación 21, Análisis del material cerámico”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014 (Petén, Guatemala) Informe de la primera temporada de campo (del 4 de abril al 14 de mayo de 2010) entregado al Instituto de Antropología e Historia de Guatemala. Sous la dir. de Philippe Nondédéo et Dominique Michelet. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 69-119.

(2013). “Pottery, Differentiation, Integration, and Politics: Ceramic Consumption and Manufacture in Naachtun during the Preclassic and the Early Classic Periods”. Thèse de doct. Calgary : University of Calgary.

(2014). “Operación IV.1: Análisis cerámico de la Temporada 2014”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014, Informe final de la quinta temporada de campo 2014. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Julien Hiquet, Dominique Michelet, Julien Sion et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 485-508.

(2015). “Patrones de desarrollo en la cerámica de Naachtun, Petén, Guatemala”. *TRACE* 67, pp. 11-38.

(2016a). “Explaining Tzakol: Social Interaction During the Early Classic. A View from Naachtun, Petén, Guatemala”. *Estudios de Cultura Maya* 48, pp. 39-70.

(2016b). “Operación IV.1: Análisis cerámico de la Temporada 2015”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2015-2018 : Informe de la sexta temporada de campo 2015. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Dominique Michelet, Julien Hiquet et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 337-350.

Patiño, Alejandro et Mélanie Forné (2012). “Operación IV.1: Análisis cerámico de la temporada 2011”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014 : Informe de la Segunda Temporada de Campo 2011. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Dominique Michelet, Carlos Morales-Aguilar et Julien Sion. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 397-434.

Patrois, Julie (2012). “Operación V.1: Iconografía de los monumentos de Naachtun”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014 : Informe de la Segunda Temporada de Campo 2011. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Dominique Michelet, Carlos Morales-Aguilar et Julien Sion. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 179-198.

Patrois, Julie (2020). “ANEXO 1: Catálogo de los monumentos de Naachtun”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2019-2022 : Informe de la Décima Temporada de Campo 2019. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Johann Begel et Lilian Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 323-425.

Peiró Vitoria, Andrea (2015). “La estructura urbana de las ciudades Mayas del período Clásico”. Tesis doctoral. Valence : Universitat Politècnica de València.

Pendergast, David M. (2003). “Teotihuacan at Altun Ha: Did It Make a Difference?” *The Maya and Teotihuacan. Reinterpreting Early Classic Interaction*. Sous la dir. de Geoffrey E. Braswell. Austin : University of Texas Press, pp. 235-248.

Peperstraete, Sylvie (2007). *La "Chronique X" : Reconstitution et analyse d'une source perdue fondamentale sur la civilisation Aztèque, d'après l'Historia de las Indias de Nueva España de D. Durán (1581) et la Crónica Mexicana de F. A. Tezozomoc (ca. 1598).* BAR International Series 1630. Oxford : Archaeopress.

Perla, Divina et Julien Sion (2018). “Operación IV.1: Análisis cerámico de la Temporada 2017”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2015-2018, Informe final de la octava temporada de campo 2017. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Dominique Michelet, Johann Begel et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 215-254.

(2019). “Operación IV.1: Análisis cerámico de la temporada 2018”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2015-2018: Informe de la Novena Temporada de Campo 2018. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Johann Begel, Dominique Michelet et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 137-162.

Perla, Divina, Julien Sion et Alejandro Patiño (2016). “Operación IV.1: Análisis cerámico de la Temporada 2016”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2015-2018: Informe de la séptima temporada de campo 2016. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Dominique Michelet, Julien Hiquet et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 285-323.

Peterson, Christian et Robert D. Drennan (2011). “Patterned variation in regional trajectories of community growth”. *The Comparative Archaeology of Complex Societies*. Sous la dir. de Michael E. Smith. Cambridge : Cambridge University Press, pp. 88-137.

Peuramaki-Brown, Meaghan M. (2012). “The Integration and Disintegration of Ancient Maya Urban Centres: Charting Households and Community at Buenavista del Cayo, Belize”. Thèse de doct. Calgary : University of Calgary.

éd. (2015). “The Stann Creek Regional Archaeology Project: Report of the Second (2015) Field Season”. Calgary : Faculty of Humanities et Social Sciences, Athabasca University.

Pincemin, Sophia, Joyce Marcus, Lynda Florey Folan, William J. Folan, María del Rosario Domínguez Carrasco et Abel Morales López (1998). “Extending the Calakmul Dynasty Back in Time: A New Stela from a Maya Capital in Campeche, Mexico”. *Latin American Antiquity* 9.4, pp. 310-327.

Ponciano, Erick M., Takeshi Inomata, Otto Román, Oscar Santos, Oswaldo Chinchilla et Véronique Breuil-Martínez (2004). “Una estructura ceremonial sin concluir del Clásico Tardío, en la Plaza Principal de Aguateca”. *XVII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2003*. Sous la dir. de Juan P. Laporte, Bárbara Arroyo, Héctor Escobedo et Héctor Mejía. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala, pp. 661-668.

Ponciano, Erick M., Takeshi Inomata et Oscar Santos (2003). “Investigaciones arqueológicas en la Estructura L8-8 de la plaza principal de Aguateca, Sayaxche, Petén”. *XVI Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2002*. Sous la dir. de Juan P. Laporte, Bárbara Arroyo, Héctor Escobedo et Héctor Mejía. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala, pp. 177-186.

Porčić, Marko (2011). “An exercise in archaeological demography: estimating the population size of Late Neolithic settlements in the Central Balkans”. *Documenta Praehistorica* XXXVIII, pp. 323-332.

Portela i Valls, Sara (2018). “Operación VIc: Documentación gráfica de la arquitectura de Naachtun”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2015-2018, Informe de la Octava Temporada de Campo 2017. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Dominique Michelet, Johann Begel et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 481-492.

Potter, Daniel R. (1985). “Settlement”. *A Consideration of the Early Classic period in the Maya Lowlands*. Sous la dir. de Gordon R. Willey et Peter Mathews. Albany : Institute for Mesoamerican Studies, State University of New York at Albany, pp. 135-144.

Preston, Tim (2011). “2. Chum Balam-Nal, Where the Jaguar Rules, Summary of Excavations on the CBN-13 Courtyard Group During the 2009 Field Season”. *BC-2010, The 19th annual report of the Blue Creek Archaeological Project*. Sous la dir. de Thomas H. Guderjan. Belmopan, pp. 11-26.

Price, Barbara J. (1984). “Competition, Productive Intensification, and Ranked Society: Speculation from Evolutionary Theory”. *Warfare, Culture, and Environment*. Sous la dir. de R. Brian Ferguson. New York : Academic Press, pp. 209-240.

Price, T. Douglas, James H. Burton, Paul D. Fullagar, Lori E. Wright, Jane E. Buikstra et Vera Tiesler (2008). “Strontium Isotopes and the Study of Human Mobility in Ancient Mesoamerica”. *Latin American Antiquity* 19.2, pp. 167-180.

Proskouriakoff, Tatiana (1950). *A Study of Classic Maya Sculpture*. Publication 593. Washington, D.C. : Carnegie Institution of Washington.

Prufer, Keith M. (2005). “The Early Classic in Southern Belize : a Regional View from Uxbenka and Ek Xux”. *Archaeological Investigations in the Eastern Maya Lowlands : Papers of the 2004 Belize Archaeology Symposium*. Sous la dir. de Jaime J. Awe, John Morris, Sherilyne Jones et Christophe G. B. Helmke. *Research Reports in Belizean Archaeology* 2. Belmopan : Institute of Archaeology, National Institute of Culture and History, pp. 169-178.

Puleston, Dennis E. (1973). “Ancient Maya Settlement Patterns and Environment at Tikal, Guatemala”. Thèse de doct. Philadelphie : University of Pennsylvania.

Pumain, Denise (2007). “Lois d'échelle et mesure des inégalités en géographie”. *Revue européenne des sciences sociales* XLV.138, pp. 55-65.

Purdue, Louise (2014). “Operación IV.6 y IV.7: Agricultura y subsistencia”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014, Informe final de la quinta temporada de campo 2014. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Julien Hiquet, Dominique Michelet, Julien Sion et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 579-592.

Purdue, Louise et Hemmamuthé Goudiaby (2016). “Operación IV.7: Agricultura y subsistencia”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2015-2018, Informe de la Séptima Temporada de Campo 2016. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Dominique Michelet, Julien Hiquet et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 411-418.

Pyburn, K. Anne (2005). “Complex Deposits at Chau Hiix”. *Archaeological Investigations in the Eastern Maya Lowlands : Papers of the 2004 Belize Archaeology Symposium*. Sous la dir. de Jaime J. Awe, John Morris, Sherilyne Jones et Christophe G. B. Helmke. *Research Reports in Belizean Archaeology 2*. Belmopan : Institute of Archaeology, National Institute of Culture and History, pp. 143-153.

Pyburn, K. Anne, Boyd Dixon, Patricia Cook et Anna McNair (1998). “The Albion Island Settlement Pattern Project: Domination and Resistance in Early Classic Northern Belize”. *Journal of Field Archaeology* 25.1, pp. 37-62.

Quiñonez Dardón, Jackeline (2014). “Operación III.7bis: Excavaciones en la Estructura 5O3 al oeste de la Plaza Este”. *Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014, Informe final de la quinta temporada de campo 2014.* Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Julien Hiquet, Dominique Michelet, Julien Sion et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 417-434.

Rainey, Froelich, Alfred Kidder II, Linton Satterthwaite et William R. Coe (1967). "Reply to Berlin". *American Antiquity* 32.2, pp. 242-244.

Rangel, Martín (2005). "Capítulo I, Excavación de Sondeos para Cronología en Naachtun (Operación 1). Proyecto Arqueológico Naachtun, Informe No. 1, Primera Temporada de Campo. Sous la dir. de Martín Rangel et Kathryn Reese-Taylor. Guatemala, pp. 6-28.

Rangel, Martín, Alejandra Alonso et Kathryn Reese-Taylor (2013). "Capítulo III, Excavación y Documentación de la Estela 26, Estructura I-d, Grupo C (Operación 12)". Proyecto Arqueológico Naachtun 2004 - 2009, Informe No. 2, Segunda Temporada de Campo en el Sitio Arqueológico Naachtun. Sous la dir. de Martín Rangel et Kathryn Reese-Taylor. Guatemala, pp. 37-56.

Rangel, Martín, Patrice Bonnafoux et Philippe Nondédéo (2011). "Operación 18: Sondeos estratigráficos en las Plazas Este y Río Bec del Grupo B". Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014 (Petén, Guatemala) Informe de la primera temporada de campo (del 4 de abril al 14 de mayo de 2010) entregado al Instituto de Antropología e Historia de Guatemala. Sous la dir. de Philippe Nondédéo et Dominique Michelet. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 22-30.

Redfield, Robert et Alfonso Villa Rojas (1934). *Chan Kom, A Maya Village*. Publication 448. Washington, D.C. : Carnegie Institution of Washington.

Remise, François (2019). "An energetics approach to the construction of the Heuneburg: Thoughts on Celtic labor cost choices". *Architectural Energetics in Archaeology, Analytical Expansions and Global Explorations*. Sous la dir. de Leah McCurdy et Elliot M. Abrams. Londres et New York : Routledge, p. 76-94.

Renfrew, Colin (1973). "Monuments, mobilization and social organization in Neolithic Wessex". *The explanations of culture change - models in prehistory*. Sous la dir. de Colin Renfrew. Londres : Duckworth, pp. 539-558.

Renucci, Florian (2014). "Mise en œuvre de la pierre et des mortiers à Guédelon". Traverse, Le chantier dans la ville et la ville en chantier. url : https://chantiers.hypotheses.org/556 (visité le 13/04/2019).

Rice, Don S. et T. Patrick Culbert (1990). "Historical Contexts for Population Reconstruction in the Maya Lowlands". *Precolumbian Population History in the Maya Lowlands*. Sous la dir. de T. Patrick Culbert et Don S. Rice. Albuquerque : University of New Mexico Press, pp. 1-36.

Rice, Don S. et Prudence M. Rice (1990). "Population Size and Population Change in the Central Peten Lakes Region, Guatemala". *Precolumbian Population History in the Maya Lowlands*. Sous la dir. de T. Patrick Culbert et Don S. Rice. Albuquerque : University of New Mexico Press, pp. 123-148.

Ricketson, Oliver G. Jr. et Edith Bayles Ricketson (1937). *Uaxactún, Guatemala: Group E 1926-1931*. Publication 477. Washington, D.C. : Carnegie Institution of Washington.

Rives, Norfleet W. et William J. Serow (1984). *Introduction to Applied Demography: Data Sources and Estimation Technique*. Sage Quantitative Applications in the Social Sciences 39. Newbury Park : Sage Publishing.

Rodríguez, Ana Mónica (2010). "Descubren en Toniná pirámide más alta que la del Sol en Teotihuacán". *La Jornada*. url : http://www.jornada.unam.mx/2010/05/14/cultura/a03n1cul (visité le 10/03/2018).

Rosales de la Rosa, Edgar Ariel (2017). “No todo lo que brilla es oro... ni jade: las micas especulares mayas”. *Temas Antropológicos* 39.2, pp. 63-84.

Roys, Lawrence (1934). “The Engineering Knowledge of the Maya”. *Contributions to American Archaeology No. 6*. Washington, D.C. : Carnegie Institution of Washington.

Roys, Ralph L. (1972). *The Indian Background of Colonial Yucatan*. Norman : University of Oklahoma Press.

RStudio (2012). *RStudio : Integrated development environment for R*. url : http://www.rstudio.org/.

Rubio, Rolando R. (1994). “Iconografía de un patrón cosmológico en la cerámica policromada de Tierras Bajas”. *VII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 1993*. Sous la dir. de Juan P. Laporte et Héctor Escobedo. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala, pp. 62-67.

Ruiz A., María E. (1986). “Observaciones sobre canteras en Petén, Guatemala”. *Estudios de Cultura Maya* 16, pp. 421-449.

(1993). “Las canteras de Chinkultic, Chiapas, México”. *VI Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 1992*. Sous la dir. de Juan P. Laporte, Héctor Escobedo et Sandra Villagrán de Brady. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala, pp. 454-461.

Runz, Cyril de (2008). “Imperfection, temps et espace : modélisation, analyse et visualisation dans un SIG archéologique”. Thèse de doctorat. Reims : Université de Reims - Champagne Ardenne.

Ruppert, Karl et John H. Denison (1943). *Archaeological Reconnaissance in Campeche, Quintana Roo and Peten*. Publication 543. Washington, D.C. : Carnegie Institution of Washington.

Russel, Bradley W. et Bruce H. Dahlin (2007). “Traditional Burnt-Lime Production at Mayapán, Mexico”. *Journal of Field Archaeology* 32.4, pp. 407-423.

Sabloff, Jeremy A. (2019). “How Maya Archaeologists Discovered the 99% Through the Study of Settlement Patterns”. *Annual Review of Anthropology* 48, pp. 1-16.

Salazar Lama, Daniel (2015). “Formas de sacralizar a la figura real entre los Mayas”. *Journal de la Société des Américanistes* 101.1, pp. 11-49.

Salazar, Baudilio (2005). “Capítulo VII, Prospección de Saqueos, Estructuras 20 y 23, Grupo A (Operación 7)”. Proyecto Arqueológico Naachtun, Informe No. 1, Primera Temporada de Campo. Sous la dir. de Martín Rangel et Kathryn Reese-Taylor. Guatemala, pp. 114-119.

Sanders, William T. (1981). “Classic Maya Settlement Patterns and Ethnographic Analogy”. *Lowland Maya Settlement Patterns*. Sous la dir. de Wendy Ashmore. Albuquerque : University ofNew Mexico Press, p. 351-369.

Sanders, William T. et Barbara J. Price (1968). *Mesoamerica, the Evolution of a Civilization*. New York : Random House.

Saraydar, Stephen et Izumi Shimada (1971). “A Quantitative Comparison of Efficiency between a Stone Axe and a Steel Axe”. *American Antiquity* 36.2, pp. 216-217.

(1973). “Experimental Archaeology: A New Outlook”. *American Antiquity* 38.3, pp. 344-350.

Saturno, William A., David S. Stuart et Boris Beltrán (2006). “Early Maya Writing at San Bartolo, Guatemala”. *Science* 311.5765, pp. 1281-1283.

Schacht, Robert M. (1981). “Estimating Past Population Trends”. *Annual Review of Anthropology* 10, pp. 119-140.

Schele, Linda et David Freidel (1990). *A Forest of Kings: The Untold Story of the Ancient Maya*. New York : William Morrow.

Schieber de Lavarreda, Christa, Geremías Claudio et Miguel Orrego Corzo (2018). “Excavación del centro del mundo de Tak'alik Ab'aj: "Ombligo-Mux", testimonio de ingeniería civil con filosofía ancestral”. *Mexicon* XL, pp. 70-82.

Schreiner, Thomas (2001). “Fabricación de cal en Mesoamérica: Implicaciones para los Mayas del Preclásico en Nakbe, Petén”. *XIV Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2000*. Sous la dir. de Juan P. Laporte, Ana Claudia Suasnávar et Bárbara Arroyo. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala, pp. 356-368.

(2002). “Traditional Maya lime production: environmental and cultural implications of a native American technology”. Thèse de doct. Berkeley : University of California.

(2003). “Aspectos rituales de la producción de cal en Mesoamérica: Evidencias y perspectivas de las Tierras Bajas Mayas”. *XVI Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2002*. Sous la dir. de Juan P. Laporte, Bárbara Arroyo, Héctor Escobedo et Héctor Mejía. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala, pp. 480-487.

Seligson, Kenneth, Tomás Gallareta Negrón, Rossana May Ciau et George J. Bey III (2017a). “Burnt lime production and the Pre-Columbian Maya socio-economy: A case study from the northern Yucatán”. *Journal of Anthropological Archaeology* 48, pp. 281-294.

(2017b). “Lime Powder Production in the Maya Puuc Region (A.D. 600-950): An Experimental Pit-Kiln”. *Journal of Field Archaeology* 42.2, pp. 129-141.

Sharer, Robert J., Julia C. Miller et Loa P. Traxler (1992). “Evolution of Classic Period Architecture in the Eastern Acropolis, Copan. A progress report”. *Ancient Mesoamerica* 3.1, pp. 145-159.

Sharer, Robert J. et Loa P. Traxler (2006). *The Ancient Maya*. Sixième édition. Stanford : Stanford University Press.

Sharer, Robert J., Loa P. Traxler, David W. Sedat, Ellen E. Bell, Marcello A. Canuto et Christopher Powell (1999). “Early Classic Architecture beneath the Copan Acropolis, A Research Update”. *Ancient Mesoamerica* 10.1, pp. 3-23.

Shenkel, J. Richard (1986). “An Additional Comment on Volume Calculations and a Comparison of Formulae Using Several Southeastern Mounds”. *Midcontinental Journal of Archaeology* 11.2, pp. 201-220.

Shetrone, Henry C. (1936). *The Mound-Builders*. New York et Londres : D. Appleton-Century Company Inc.

Sidrys, Raymond V. (1978). “Megalithic architecture and sculpture of the ancient Maya”. *Papers on the economy and architecture of the ancient Maya*. Sous la dir. de Raymond V. Sidrys. Monograph VIII. Los Angeles : Institute of Archaeology, University of California, pp. 155-183.

Siegel, Peter E. (1990). “Demographic and Architectural Retrodiction: An Ethnoarchaeological Case Study in the South American Tropical Lowlands”. *Latin American Antiquity* 1.4, pp. 319-346.

Sion, Julien (2013). “Operación II.3b: Sondeos estratigráficos en el Complejo Sur”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2010-2014, Informe de la Tercera Temporada de Campo 2012. Sous la dir. de Dominique Michelet, Carlos Morales-Aguilar, Julien Sion et Philippe Nondédéo. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 127-134.

(2016). “La caractérisation socio-économique des élites mayas au Classique terminal (800-950/1000 apr. J.C.) : le Groupe B-Sud de Naachtun (Guatemala)”. Thèse de doctorat. Paris : Université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne.

(2019). “Operación V.4a: Excavaciones en la UH 5M22, Grupo C: Estructuras 5M-22 y 5M-22bis”. Proyecto Petén-Norte Naachtun 2015-2018 : Informe de la Novena Temporada de Campo 2018. Sous la dir. de Philippe Nondédéo, Johann Begel, Dominique Michelet et Lilian del Carmen Garrido. Guatemala : CNRS UMR 8096 U. Paris 1 et CEMCA, pp. 257-301.

Smailes, Richard L. (2000). “Building Chan Chan: the Application of Construction Project Management to the Analysis of Ancient Architecture”. Thèse de doct. Gainesville : University of Florida.

(2011). “Building Chan Chan: a Project Management Perspective”. *Latin American Antiquity* 22.1, pp. 37-63.

(2019). “A construction management approach to building the monumental adobe *ciudadelas* at Chan Chan, Peru”. *Architectural Energetics in Archaeology, Analytical Expansions and Global Explorations*. Sous la dir. de Leah McCurdy et Elliot M. Abrams. Londres et New York : Routledge, pp. 235-263.

Smith, A. Ledyard (1950). *Uaxactun, Guatemala: Excavations of 1931-37*. Publication 588. Washington, D.C. : Carnegie Institution of Washington.

(1962). “Part 3, Residential and associated structures at Mayapan”. *Mayapan, Yucatan Mexico*. Sous la dir. de H. E. D. Pollock, Ralph L. Roys, Tatiana Proskouriakoff et A. Ledyard Smith. Publication 619. Washington, D.C. : Carnegie Institution of Washington, pp. 165-320.

Smith, Adam T. (2003). *The political landscape: Constellations of authority in early complex polities*. Berkeley : University of California Press.

Smith, Michael E. (1992). “Braudel's temporal rythms and chronology theory in archaeology”. *Archaeology, Annales and Ethnohistory*. Sous la dir. de Bernard A. Knapp. Cambridge : Cambridge University Press, pp. 23-34.

(2011a). “Classic Maya Settlement Clusters as Urban Neighborhoods: A Comparative Perspective on Low-Density Urbanism”. *Journal de la Société des Américanistes* 97.1, pp. 51-73.

(2011b). “Empirical Urban Theory for Archaeologists”. *Journal of Archaeological Method and Theory* 18, pp. 167-192.

(2014). “The Aztecs Paid Taxes, Not Tribute”. *Mexicon* XXXVI, pp. 19-22.

Smith, Robert E. (1955). *Ceramic Sequence at Uaxactun, Guatemala*. 2 t. Publication 20. La Nouvelle-Orléans : Middle American Research Institute, Tulane University.

Smith, Robert E. et James C. Gifford (1966). *Maya Ceramic Varieties, Types, and Wares at Uaxactun: Supplement to "Ceramic Sequence at Uaxactun, Guatemala"*. Preprinted from Publication 28. La Nouvelle-Orléans : Middle American Research Institute, Tulane University.

Somers, Bretton et Heather McKillop (2005). “Hidden Landscapes of the Ancient Maya on the South Coast of Belize: Discovering Invisible Settlement at Arvin's Landing”. *Archaeological Investigations in the Eastern Maya Lowlands: Papers of the 2004 Belize Archaeology Symposium*. Sous la dir. de Jaime J. Awe, John Morris, Sherilyne Jones et Christophe G. B. Helmke. *Research Reports in Belizean Archaeology 2*. Belmopan: Institute of Archaeology, National Institute of Culture and History.

Spensley Moriarty, Ellen (2012). “Wealth, Status, and Stucco, Micromorphology Studies at Trinidad, a Secondary Center in the Motul de San José Periphery”. *Motul de San José : Politics, History, and Economy in a Classic Maya Polity*. Sous la dir. d'Antonia E. Foias et Kitty F. Emery. Gainesville : University Press of Florida, pp. 229-249.

Špoták, Jakub (2017). “Maya Timeline in Uaxactun: Calendric Notations on the Mural Paintings at Structure B-XIII”. *Ethnologia Actualis* 17.1, pp. 60-88.

Šprajc, Ivan (2018). “Astronomy, Architecture, and Landscape in Prehispanic Mesoamerica”. *Journal of Archaeological Research* 26.2, pp. 197-251.

Šprajc, Ivan et Atasta Flores Esquivel (2008). “Descripción de los sitios”. *Reconocimiento arqueológico en el sureste del Estado de Campeche, México, 1996-2005*. Sous la dir. d'Ivan Šprajc. Paris Monographs in American Archaeology 19. Oxford : British Archaeological Reports, pp. 23-124.

Stavrakis-Puleston, Olga, éd. (2015). *Settlement and subsistence in Tikal. The assembled work of Dennis E. Puleston (Field research 1961-1972),* Edited and Revised by Olga Stavrakis-Puleston. Paris Monographs in American Archaeology 43. Oxford : British Archaeological Reports.

Stephens, John L. (1841). *Incidents of Travel in Central America, Chiapas and Yucatan*. 2 t. New York : Harper & Brothers.

Stuart, David S. (2000). “"The Arrival of Strangers", Teotihuacan and Tollan in Classic Maya History”. *Mesoamerica's Classic Heritage, from Teotihuacan to the Aztecs*. Sous la dir. de Davíd Carrasco, Lindsay Jones et Scott Sessions. Boulder : University Press of Colorado, pp. 465-513.

(2007). “Hit the Road.” Maya Decipherment. url : https://decipherment.wordpress.com/2007/12/07/hit-the-road/ (visité le 21/05/2019).

(2011). “Some working notes on the Text of Tikal Stela 31”. url : www.mesoweb.com/stuart/notes/Tikal.pdf (visité le 31/05/2018).

Sugiyama, Saburo (2012). “Ideology, Polity, and Social History of the Teotihuacan State”. *The Oxford Handbook of Mesoamerican Archaeology*. Sous la dir. de Deborah L. Nichols et Christopher A. Pool. Oxford : Oxford University Press, pp. 215-229.

Suyuc Ley, Edgar et Richard D. Hansen (2013). “El complejo piramidal La Danta: ejemplo del Auge en El Mirador”. *Millenary Maya Societies : Past Crises and Resilience*. Sous la dir. de Marie Charlotte Arnauld et Alain Breton. Mesoweb, pp. 217-234. url : www.mesoweb.com/publications/MMS/14_Suyuc-Hansen.pdf..

Taladoire, Eric (2010). *Les Mayas*. Paris : Editions du Chêne.

Taladoire, Eric, Sara Dzul, Philippe Nondédéo et Mélanie Forné (2013). “Chronology of the Río Bec settlement and architecture”. *Ancient Mesoamerica* 24.2, pp. 353-372.

Taschek, Jennifer T. et Joseph W. Ball (1999). “Las Ruinas de Arenal: Preliminary report on a subregional major center in the western Belize Valley (19911992 excavations)”. *Ancient Mesoamerica* 10.2, pp. 215-235.

Taube, Karl (2003). “Chapter 26. Ancient and Contemporary Maya Conceptions About Field and Forest”. *The Lowland Maya Area, Three Millennia at the Human-Wildland Interface*. Sous la dir. d'Arturo Gómez-Pompa, Michael F. Allen, Scott L. Fedick et Juan J. Jiménez-Osornio. New York, Londres et Oxford : Food Products Press, pp. 461-492.

(2011). “Teotihuacan and the Development of Writing in Early Classic Central Mexico”. *Their Way of Writing, Scripts, Signs, and Pictographies in Pre-Columbian America*. Sous la dir. d'Elizabeth Hill Boone et Gary Urton. Dumbarton Oaks Pre-Columbian Symposia and Colloquia. Washington, D.C. : Dumbarton Oaks Research Library et Collection, pp. 77-109.

Ternaux-Compans, Henri, éd. (1839). *Rapport sur les différentes classes de chefs de la Nouvelle-Espagne, par Alonzo de Zurita. Voyages, relations et mémoires originaux pour servir à l'histoire de la découverte de l'Amérique, publiés pour la première fois en français*. Paris : Arthus Bertrand.

Testart, Alain (1998). “L'esclavage comme institution”. *L'Homme* 145, pp. 31-69.

Thompson, J. Eric (1930). *Ethnology of the Mayas of southern and central British Honduras*. Chicago : Field Museum Press.

(1954). *The Rise and Fall of Maya Civilization*. Norman : University of Oklahoma Press.

(1967). “A Third-Party Comment”. *American Antiquity* 32.2, p. 244.

(1971). “Estimates of Maya Population: Deranging Factors”. *American Antiquity* 36.2, pp. 214-216.

Titmus, Gene L. et James C.Woods (2002). “Un estudio arqueológico y experimental de las canteras antiguas de Nakbe, Petén, Guatemala”. *XV Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2001*. Sous la dir. de Juan P. Laporte, Héctor Escobedo et Bárbara Arroyo. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala, pp. 188-201.

Tolstoy, Paul et Suzanne K. Fish (1975). “Surface and Subsurface Evidence for Community Size at Coapexco, Mexico”. *Journal of Field Archaeology* 2.1, pp. 97-104.

Torras Freixa, Maria (2018). “Rethinking monumentality in Teotihuacan, Mexico”. *Constructing monuments, perceiving monumentality and the economics of building: Theoretical and methodological approaches to the built environment*. Sous la dir. d'Ann Brysbaert, Victor Klinkenberg, Anna Gutiérrez Garcia M. et Irene Vikatou. Leyde : Sidestone Press, pp. 219-242.

Tourtellot, Gair (1970). “The Peripheries of Seibal: An Interim Report”. *Monographs and Papers in Maya Archaeology*. Sous la dir. de William R. Jr. Bullard. Papers of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology 61. Cambridge : Harvard University, pp. 407-419.

(1978). “Getting what comes unnaturally: on the energetics of Maya Trade”. *Papers on the economy and architecture of the ancient Maya*. Sous la dir. de Raymond V. Sidrys. Monograph VIII. Los Angeles : Institute of Archaeology, University of California, pp. 72-85.

(1988). “Developmental Cycles of Households and Houses at Seibal”. *Household and community in the Mesoamerican Past*. Sous la dir. de Richard R. Wilk et Wendy Ashmore. Albuquerque : University of New Mexico Press, pp. 97-120.

(1990). “Population Estimates for Preclassic and Classic Seibal, Peten”. *Precolumbian Population History in the Maya Lowlands*. Sous la dir. de T. Patrick Culbert et Don S. Rice. Albuquerque : University of New Mexico Press, pp. 83-102.

(1993). “A View of Ancient Maya Settlements in the Eight Century”. *Lowland Maya Civilization in the Eighth Century A.D.* Sous la dir. de Jeremy A. Sabloff et John S. Henderson. Washington, D.C. : Dumbarton Oaks Research Library et Collection, pp. 219-242.

Tourtellot, Gair, Jeremy A. Sabloff et Michael P. Smyth (1990). “Room Counts and Population Estimation for Terminal Classic Sayil in the Puuc Region, Yucatan, Mexico”. *Precolumbian Population History in the Maya Lowlands*. Sous la dir. de T. Patrick Culbert et Don S. Rice. Albuquerque : University of New Mexico Press, pp. 245-261.

Toussaint, Michel (2009). “Apport de l'archéologie expérimentale à la compréhension du creusement des tranchées d'implantation des allées couvertes de la fin du Néolithique. En marge des fouilles au champ mégalithique de Wéris (Belgique)”. *Bulletin de la Société préhistorique française* 106.1, pp. 57-72.

Trigger, Bruce G. (1990). “Monumental Architecture: A Thermodynamic Explanation of Symbolic Behaviour”. *World Archaeology* 22.2, pp. 119-132.

Tsukamoto, Kenichiro, Hirokazu Kotegawa et Luz E. Campaña (2012). “Secuencia constructiva de las plazas en el Grupo Principal de El Palmar, Campeche, México”. *Estudios de Cultura Maya* XXXIX, pp. 13-30.

Turner II, Billie L. (1976). “Population Density in the Classic Maya Lowlands: New Evidence for Old Approaches”. *Geographical Review* 66.1, pp. 73-82.

(1990). “Population Reconstruction of the Central Maya Lowlands: 1000 B.C. to A.D. 1500”. *Precolumbian Population History in the Maya Lowlands*. Sous la dir. de T. Patrick Culbert et Don S. Rice. Albuquerque : University of New Mexico Press, pp. 301-323.

Turner, Daniel R. (2018). “Comparative labour rates in cross-cultural contexts”. *Constructing monuments, perceiving monumentality and the economics of building: Theoretical and methodological approaches to the built environment*. Sous la dir. d'Ann Brysbaert, Victor Klinkenberg, Anna Gutiérrez Garcia M. et Irene Vikatou. Leyde : Sidestone Press, pp. 195-218.

Turner, Ellen S., Norman I. Turner et Richard E. W. Adams (1981). “Volumetric Assessment, Rank Ordering, and Maya Civic Centers”. *Lowland Maya Settlement Patterns*. Sous la dir. de Wendy Ashmore. Albuquerque : University of New Mexico Press, pp. 71-88.

Udy, Stanley H. (1959). *Organization of Work, A Comparative Analysis of Production Among Nonindustrial Peoples*. New Haven : HRAF Press.

Uriarte, María Teresa (2009). *L'architecture précolombienne en Mésoamérique*. Trad. par Nathalie Scholz. Paris : Editions Hazan.

Vaillant, George C. (1927). “The Chronological Significance of Maya Ceramics”. Thèse de doct. Cambridge : Harvard University.

Valdés, Juan Antonio (1994). “El Grupo A de Uaxactun: Manifestaciones arquitectónicas y dinásticas durante el Clásico Temprano”. *I Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 1987*. Sous la dir. de

Juan P. Laporte, Héctor Escobedo et Sandra Villagrán de Brady. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala, pp. 98-111.

(1995). "Desarrollo cultural y señales de alarma entre los mayas: el Preclásico Tardío y la transición hacia el Clásico Temprano". *The Emergence of Lowlands Maya Civilization: the Transition from the Preclassic to the Early Classic ; a Conference at Hildesheim, Germany, November 1992*. Sous la dir. de Nikolai Grube. Markt Schwaben : Verlag Anton Saurwein, pp. 71-85.

Valencia Rivera, Rogelio et Octavio Q. Esparza Olguín (2018). "La presencia del Glifo Emblema del murciélago en El Petén y el sur de Campeche y sus implicaciones políticas". *Estudios de Cultura Maya* LI, pp. 43-74.

Vanguardia, La (2017). "La pirámide oculta de Cholula en México". *La Vanguardia*. url : http://www.lavanguardia.com/ocio/viajes/20170830/43906140682/gran-piramide-cholula-mexico-oculta-como-montana.html (visité le 30/05/2018).

Vapnarsky, Valentina et Olivier Le Guen (2011). "The Guardians of Space and History: Understanding Ecological and Historical Relationships of the Contemporary Yucatec Maya to their Landscape". *Ecology, Power, and Religion in Maya Landscapes*. Sous la dir. de Christian Isendahl et Bodil Liljefors Persson. Acta Mesoamericana 23. Markt Schwaben : Verlag Anton Saurwein, pp. 191-206.

Vázquez López, Verónica A., Felix Kupprat, Carlos Morales-Aguilar, Hugo García Capistrán et Rogelio Valencia Rivera (2016). "Los cambios de poder en el juego interdinástico: los gobernantes de Calakmul de los Siglos V a VIII DC". *XXIX Simposio de investigaciones arqueológicas en Guatemala, 2015*. Sous la dir. de Bárbara Arroyo, Luis Méndez Salinas et Gloria Ajú Álvarez. T. Tomo II. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala, pp. 1101-1114.

Veblen, Thorstein (1899). *The Theory of the Leisure Class*. url : http://moglen.law.columbia.edu/LCS/theoryleisureclass.pdf (visité le 01/05/2018).

Velázquez Fergusson, Laura (2014). "El Patrón Tríadico en el Contexto Urbano e Ideológico de los antiguos asentamientos Mayas". *Estudios de Cultura Maya* 43, pp. 11-40.

Vibet, Marie-Anne, Anne Philippe, Philippe Lanos et Philippe Dufresne (2016). *Chronomodel v1.5 user's manual*. url : www.chronomodel.fr (visité le 24/11/2018).

Villaseñor, Isabel et Jaimes Aimers (2009). "Una de cal por las que van de arena: un estudio diacrónico de los estucos de Calakmul y Palenque". *Estudios de Cultura Maya* 33, pp. 25-50.

Vivo Escoto, Jorge A. (1964). "Weather and Climate of Mexico and Central America". *Handbook of Middle American Indians, Volume I, Natural Environment and Early Cultures*. Sous la dir. de Robert C. West et Robert Wauchope. Austin : University of Texas Press, pp. 187-215.

Vogt, Evon Z. (1961). "Some Aspects of Zinacantan Settlement Patterns and Ceremonial Organization". *Estudios de Cultura Maya* 1, pp. 131-145.

(1964). "Some Implications of Zinacatan Social Structure for the Study of the Ancient Maya". *Actas del XXXV^{o} Congreso de Americanistas*. Mexico, pp. 307-319.

Wahl, David, Roger Byrne, Thomas Schreiner et Richard D. Hansen (2006). "Holocene vegetation change in the northern Peten and its implications for Maya prehistory". *Quaternary Research* 65.3, pp. 380-389.

Walker, Debra S. (2013). “Evaluación Cerámica Después de Dos Temporadas de Excavación en Naachtun”. *Proyecto Arqueológico Naachtun 2004 - 2009, Informe No. 2, Segunda Temporada de Campo en el Sitio Arqueológico Naachtun*. Sous la dir. de Martín Rangel et Kathryn Reese-Taylor. Guatemala, pp. 98-119.

Walker, Debra S. et Silvia Alvarado Najarro (2005). “Capítulo IX, Análisis de Materiales Arqueológicos”. *Proyecto Arqueológico Naachtun, Informe No. 1, Primera Temporada de Campo*. Sous la dir. de Martín Rangel et Kathryn Reese-Taylor. Guatemala, pp. 132-143.

Walker, Debra S. et Kathryn Reese-Taylor (2012). *Naachtun, Petén, Guatemala: First Analyses*. FAMSI.

Walker, Debra S., Kathryn Reese-Taylor et Peter Mathews (2006). “Después de la caída: Una redefinición del Clásico Temprano Maya”. *XIX Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala 2005 (versión digital)*. Sous la dir. de Juan P. Laporte, Bárbara Arroyo et Héctor Mejía. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala, pp. 715-728.

Wanyerka, Phillip J. (2005). “Epigraphic evidence of Macro-Political Organization in Southern Belize: A View from the Early Classic Period”. *Archaeological Investigations in the Eastern Maya Lowlands: Papers of the 2004 Belize Archaeology Symposium*. Sous la dir. de Jaime J. Awe, John Morris, Sherilyne Jones et Christophe G. B. Helmke. *Research Reports in Belizean Archaeology* 2. Belmopan : Institute of Archaeology, National Institute of Culture and History, pp. 179-191.

Wauchope, Robert (1938). *Modern Maya Houses, A Study of their Archaeological Significance*. Publication 502. Washington, D.C. : Carnegie Institution of Washington.

Webster, David L. (1976). *Defensive earthworks at Becan, Campeche, Mexico: implications for Maya warfare / Appendix D-Ceramic evaluations, by Joseph W. Ball*. La Nouvelle-Orléans : Middle American Research Institute, Tulane University.

(2018). *The Population of Tikal, Implications for Maya Demography*. Paris Monographs in American Archaeology 49. Oxford : Archaeopress.

Webster, David L. et AnnCorinne Freter (1990a). “Settlement History and the Classic Collapse at Copan: A Redefined Chronological Perspective”. *Latin American Antiquity* 1.1, pp. 66-85.

(1990b). “The Demography of Late Classic Copan”. *Precolumbian Population History in the Maya Lowlands*. Sous la dir. de T. Patrick Culbert et Don S. Rice. Albuquerque : University of New Mexico Press, pp. 37-61.

Webster, David L., AnnCorinne Freter et David Rue (1993). “The Obsidian Hydration Dating Project at Copan : A Regional Approach and Why It Works”. *Latin American Antiquity* 4.4, pp. 303-324.

Webster, David L. et Jennifer Kirker (1995). “Too Many Maya, Too Few Buildings: Investigating Construction Potential at Copán, Honduras”. *Journal of Anthropological Research* 51.4, pp. 363-387.

Webster, David L., William T. Sanders et Peter van Rossum (1992). “A simulation of Copan population history and its implications”. *Ancient Mesoamerica* 3.1, pp. 185-197.

Wernecke, Daniel C. (2005). “A Stone Canvas: Interpreting Maya Building Materials and Construction Technology”. Thèse de doct. Austin : The University of Texas.

(2008). “A Burning Question: Maya Lime Technology and the Maya Forest”. *Journal of Ethnobiology* 28.2, pp. 200-210.

Wilk, Richard R. (1988). “Maya Household Organization: Evidence and Analogies”. *Household and community in the Mesoamerican Past*. Sous la dir. de Richard R. Wilk et Wendy Ashmore. Albuquerque : University of New Mexico Press, pp. 135-152.

(1991). *Household Ecology. Economic Change and Domestic Life among the Kekchi Maya in Belize*. Tucson : University of Arizona Press.

Willey, Gordon R., William R. Jr. Bullard, John B. Glass et James C. Gifford (1965). *Prehistoric Maya Settlements in the Belize Valley*. Papers of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology LIV. Cambridge : Peabody Museum.

Willey, Gordon R. et Peter Mathews, éd. (1985). *A consideration of the Early Classic period in the Maya Lowlands*. Albany : Institute for Mesoamerican Studies, State University of New York at Albany.

Willey, Gordon R. et Philip Phillips (1958). *Method and Theory in American Archaeology*. Chicago et Londres : The University of Chicago Press.

Wingard, John D. (2013). “Tilling the Fields and Building the Temples, Assessing the Relationship among Land, Labor and Classic Maya Elite Power in the Copán Valley, Honduras”. *Soils, climate and society: archaeological investigations in ancient America*. Sous la dir. de John D. Wingard et Sue E. Hayes. Boulder : University Press of Colorado, pp. 131-155.

Wolf, Eric R. (1959). *Sons of the Shaking Earth, The People of Mexico and Guatemala. Their Land, History and Culture*. Chicago et Londres : The University of Chicago Press.

Woods, James C. et Gene L. Titmus (1994). “Piedra en piedras: Perspectivas de la civilización Maya a través de los estudios líticos”. *In VII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 1993*. Sous la dir. de Juan P. Laporte et Héctor Escobedo. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala, pp. 295-310.

Yaeger, Jason, M. Kathryn Brown et Bernadette Cap (2016). “Locating and Dating Sites Using Lidar Survey in a Mosaic Landscape in Western Belize”. *Advances in Archaeological Practice* 4.3, pp. 339-356.

Yates, Donna (2013). “Publication as Preservation at a Remote Maya Site in the Early Twentieth Century”. *Proceedings of the British Academy* 187, pp. 217-239.

Zetina Gutiérrez, María de Guadalupe et Betty B. Faust (2011). “De la agroecología Maya a la arqueología demográfica: ¿Cuántas casas por familia?”. *Estudios de Cultura Maya* 38, pp. 97-120.

Zipf, George K. (1949). *Human Behavior and the Principle of Least Effort: an Introduction to Human Ecology*. Cambridge : Addison Wesley Press.

Źrałka, Jarosław, Wiesław Koszkul et Bernard Hermes (2012). “Nakum y su importancia en el mundo maya : resultados de los trabajos realizados por el Proyecto Arqueológico Nakum entre 2006 y 2011”. *Contributions in New World Archaeology* 3, pp. 9-47.

Źrałka, Jarosław, Wiesław Koszkul, Bernard Hermes, Juan Luis Velásquez, Varinia Matute et Bogumił Pilarski (2017). “From E-Group to Funerary Pyramid: Mortuary Cults and Ancestor Veneration in the Maya Centre of Nakum, Petén, Guatemala”. *Cambridge Archaeological Journal* 27.3, pp. 451-478.

Źrałka, Jarosław, Wiesław Koszkul, Katarzyna Radnicka, Laura Elena Sotelo Santos et Bernard Hermes (2014). “Excavations in Nakum Structure 99: New Data on Protoclassic rituals and Precolumbian Maya Beekeeping”. *Estudios de Cultura Maya* 44, pp. 85-117.

Annexe A : Propriétés physiques des matériaux employés dans la construction monumentale à Naachtun

A.1 Masse volumique des matériaux les plus employés à Naachtun

Selon les expérimentations, le rendement des tâches de la construction est exprimé en masse ou en volume. Il est donc primordial de connaître la masse volumique des matériaux employés. Comme souvent, on doit se résoudre à manipuler des chiffres moyens, tant les données peuvent être imprécises ou les caractéristiques des matériaux variables, y compris au sein du même site (l'humidité, par exemple, joue un rôle important dans la masse volumique). Il convient de distinguer, d'autre part, la masse volumique apparente, celle du matériau une fois extrait, comprenant le volume d'air interstitiel, de la masse volumique réelle, correspondant à celle du matériau excluant le volume d'air interstitiel, ce qui donne une masse bien plus élevée pour le même volume. Généralement, on utilise dans nos calculs la masse volumique apparente, pour le *sascab,* la terre, de petites pierres transportées et manipulées ensemble dans un remblai. Pour l'extraction de la pierre et le transport individuel de blocs plus volumineux, c'est, en revanche, la masse volumique réelle qui doit être prise en compte.

A.1.1 Calcaire

Disponible en abondance dans le nord du Petén, le calcaire est la seule pierre utilisée dans la construction à Naachtun. Cette précision trouve son utilité dans le fait que Copán, site pour lequel Abrams a effectué ses expérimentations et ses calculs, est principalement construit en tuf (pierre volcanique), dont les caractéristiques physiques sont bien évidemment différentes de celles du calcaire. Le calcaire était extrait dans des carrières affleurant. On constate, au sein d'un même site, mais aussi d'une même carrière, d'importantes variations de qualité de matière première (Woods et Titmus 1994, p. 298 ; Gillot 2018a, p. 92). Porosité, densité, dureté et masse volumique sont extrêmement variables, ce qui a des implications sur les tâches d'extraction, de taille et de transport. A Tikal, les tailleurs de pierre responsables de la restauration des édifices distinguent quatre types de calcaire (qui se succèdent généralement stratigraphiquement), plus ou moins propres à être employés dans l'architecture (Ruiz A. 1986, p. 424). En surface, on trouve un calcaire dur, noirci par son exposition aux éléments : il s'agit probablement du calcaire désigné par Woods et Titmus (1994, p. 298) comme particulièrement indiqué pour les parements, une fois que l'on en écarte la partie superficielle, endommagée. Il recouvre un calcaire poreux, impropre à la taille, qui recouvre lui-même le niveau de « *piedra de sal* » ou « *tsaal* », qui se trouve entre 60 et 70 cm de la surface. Cette pierre, plus tendre que celle que l'on trouve en surface, était, elle aussi, employée par les Mayas et est toujours utilisée dans la restauration. Enfin, on trouve la pierre dite « pourrie », poreuse et hétérogène, dépourvue des qualités nécessaires à la pierre de taille, mais pouvant être employée dans les remblais de tout-venant (Gillot 2018a). A Naachtun, Cotom Nimatuj (2019, p. 322) remarquait que les pierres petites et moyennes du remblai de la Structure XX étaient généralement très friables : elles pourraient provenir des couches les moins bien consolidées des bancs de calcaire.
Ruiz A. (1986) ne précise cependant pas la masse volumique de chaque type de calcaire identifié. Sidrys (1978, p. 174), dans une étude sur le mégalithisme maya, propose une masse volumique (réelle et apparente) de 2 700 kg par m³ pour les stèles mayas de calcaire. Cette proposition trouve parfaitement sa place dans l'intervalle généralement admis pour le calcaire, quelle que soit la région du monde que l'on considère ; pour un autre exemple mésoaméricain, voir López Luján *et al.* (2003, p. 147). On peut utiliser ce chiffre de 2 700 kg par m³ comme masse volumique maximale, employée de préférence pour les blocs de construction les plus volumineux (mais en aucun cas pour un chargement de petits blocs). La Table 6.1.5 du manuel d'ingénierie d'Avallone *et al.* (2007) indique une masse volumique du calcaire variant entre 2 100 et 2 860 kg par m³, avec une moyenne de 2 484 kg. Il s'agit, là, de la masse volumique réelle du calcaire. La masse volumique apparente pour des blocs de calcaire brisés et accumulés est bien

inférieure et dépend des dimensions des blocs, puisque le même manuel propose, dans ce cas, la masse volumique de 1 572 kg par m³, voire une masse volumique comprise entre 1 282 et 1 361 kg par m³ pour des blocages peu denses de blocs de grand module (appelé remblai « *riprap* »). Un rapide calcul à partir de ces données permet de déduire que le volume effectif de pierre dans un remblai de blocs de petite taille est compris entre 55 et 75 % du volume total, soit 0,55 à 0,75 m³ par m³ de remblai (selon que l'on utilise la densité réelle maximale ou minimale fournie par les auteurs du manuel). Dans un remblai *riprap,* le volume effectif de pierre est compris entre 48 et 61 % du volume total de remblai, soit 0,48 et 0,61 m³ par m³ de remblai.

Il faut reconnaître que certaines recherches ont abouti à des résultats sensiblement différents quant à la densité du calcaire. Woods et Titmus (1994, p. 299) ont pesé quelques blocs issus de leurs expérimentations de taille de calcaire à Nakbé. Les masses volumiques qu'ils proposent sont étonnamment basses (il est vrai que les propriétés physiques du calcaire évoluent rapidement lorsqu'il est exposé à l'air libre). Dans un premier temps, ils ont pesé un fragment de calcaire archéologique (dont on ignore les dimensions exactes, ce qui a son importance) provenant du remblai d'une carrière exploitée par les Mayas. Le résultat obtenu est de 903 kg par m³. Ils ont ensuite pesé un bloc extrait récemment d'une couche de calcaire tendre, et ont obtenu une masse volumique de 1 236 kg par m³. Enfin, la pesée de 25 blocs parallélépipédiques récemment taillés a permis d'obtenir un résultat de 1 460 kg par m³ (Titmus et Woods 2002, p. 196). La dernière masse volumique obtenue est sans doute plus élevée parce que le calcaire a été extrait de la partie superficielle de la roche-mère, qui est la plus dense, alors que le bloc pesé en 1994 provenait d'une couche plus basse et tendre. Quant au fragment archéologique, il est fort probable que le matériau se soit déshydraté et ait ainsi perdu une bonne partie de sa masse (Woods et Titmus 1994, p. 299). Peser un bloc de calcaire longuement exposé à l'air libre ne donne en effet qu'une idée imprécise de la masse (et donc, de la densité) de ce même bloc lors de son emploi comme matériau de construction par les Mayas. En effet, les interactions chimiques entre la pierre et les éléments extérieurs font que le calcaire gagne en dureté mais perd aussi de la masse avec le temps (Muñoz Cosme 2006, p. 58). Pour un calcaire fraîchement extrait des carrières de Río Bec, remarquable pour sa porosité et sa légèreté, Gillot (2018a, p. 101) donne une masse volumique proche de 1 600 kg par m³.

Notons qu'Abrams (1994, p. 46), après avoir pesé plusieurs blocs de tuf de volume connu, obtenait une masse volumique moyenne de 1 836 kg par m³, ce qui conduit une nouvelle fois à s'interroger sur les résultats obtenus par Titmus et Woods, dans la mesure où le tuf est généralement considéré comme une roche plus poreuse et moins dense que le calcaire. Une telle disparité dans les résultats peut sans doute aussi s'expliquer en partie par le choix de matériaux différents selon qu'il s'agissait d'ériger un mégalithe, de combler un remblai ou de construire un parement.

A Naachtun, nous avons mené au cours de la saison 2017 un programme de mesure de petits blocs de calcaire. Il faut reconnaître, et cela explique probablement en partie la disparité des résultats obtenus, qu'évaluer avec précision la masse volumique d'un matériau dans les conditions de terrain est une tâche particulièrement ardue, comme nous le décrirons par la suite. Au lieu de peser des blocs de grand module (du format employé dans la construction) dont on estimerait le volume à partir des mesures de leurs arêtes (à la manière de Titmus et Woods), nous avons utilisé des fragments de petite taille (généralement moins de 10 cm de longueur, Tableau 100). En effet, il aurait fallu, pour estimer précisément la masse volumique de blocs de construction, se procurer des échantillons parfaitement parallélépipédiques, ce qui paraissait impossible puisque les pierres de taille aussi régulièrement dressées sont pratiquement inexistantes dans l'architecture maya (à Naachtun en tout cas). Étant donné l'irrégularité des moellons employés dans l'architecture, la photogrammétrie pourrait constituer une alternative relativement précise pour la mesure du volume de certains blocs de taille moyenne (pouvant être manipulés et pesés), mais cette approche, que l'on pourrait envisager lors d'une prochaine saison de terrain, n'a pas encore été tentée. C'est la raison pour laquelle nous avons opté pour une autre méthode. Les petits fragments étaient pesés, à sec, à l'aide d'une balance dotée d'une précision de 0,1 g. Leur volume était ensuite évalué en les plongeant dans une éprouvette graduée. Nous disposions d'une éprouvette de diamètre assez réduit, avec une précision de 2 ml (1 ml équivaut à 1 cm³) ; une autre, plus

large, pour des blocs de dimensions plus grandes, n'avait une précision que de 10 ml, et ses résultats manquent donc de précision. Avant d'être plongés dans l'eau contenue dans l'éprouvette, les fragments avaient déjà été immergés, afin qu'ils soient saturés en eau, de manière à éviter l'absorption de l'eau de l'éprouvette. La précision de cette méthode dépend du nombre de chiffres significatifs (chiffres connus avec certitude plus le premier chiffre incertain) de la mesure. Puisqu'elle est dotée d'une précision de 0,1 g, la balance donne généralement un résultat à trois ou quatre chiffres significatifs (par exemple, 60,4 ou 169,5 g). L'éprouvette graduée à 2 ml donne un résultat à un ou deux chiffres significatifs (par exemple, 7 ou 17 ml). La précision du résultat de notre calcul de densité (masse/volume) dépend du plus petit nombre de chiffres significatifs (en l'occurrence, un ou deux), si bien qu'il est souhaitable d'écarter les mesures à un seul chiffre significatif, c'est-à-dire les échantillons de moins de 10 cm³ (ils ont donc été exclus de nos calculs). Donnons un exemple concret : dans le Tableau 101, l'échantillon 9 a une masse de 42,7 g (trois chiffres significatifs puisque la précision est de 0,1 g) et un volume de 27 cm³ (deux chiffres significatifs étant donné que la précision de l'éprouvette graduée est de +/- 1 cm³). Lorsque l'on divise 42,7 par 27, on obtient une densité de 1,58148, mais le nombre de chiffres significatif à retenir étant de deux, le résultat valable, compte tenu de la précision de nos instruments, est de 1,5. Les décimales suivantes peuvent être considérées comme étant complètement aléatoires, ce qui est fondamental lorsque l'on traduit cette densité en une masse volumique en kg par m³. On voit donc bien que l'acquisition de données précises sur la densité, avec des instruments de mesure au degré de précision satisfaisant, est une tâche fort complexe.

Dans le Tableau 101 et le Tableau 107, le résultat réellement fiable est en rouge. Les masses volumiques utilisées dans nos calculs de coût énergétique sont celles qui ont été tirées de nos mesures, aussi imprécises soient-elles, mais il est évident que des données complémentaires les plus précises possibles, mesurées à Naachtun, sont souhaitables. Les mesures ont été effectuées sur des blocs plus ou moins denses, récupérés dans le campement du projet (implanté sur le site d'un groupe d'habitat préclassique et classique), ainsi que dans les remblais et le parement (quand il était endommagé par des tranchées de pillage) de différentes structures monumentales du Classique ancien. Rappelons, par ailleurs, que n'ont été pesés que des blocs archéologiques. On considère donc qu'ils ont perdu de leur masse au cours du temps, comme on l'a déjà précisé. Il est difficile de quantifier cette perte de masse, aussi, on augmentera arbitrairement de 10 % les densités obtenues. Les résultats obtenus sont synthétisés dans le Tableau 101 et le Tableau 102. La pierre particulièrement poreuse, un type de pierre appelé « *caliza* » par les travailleurs *peteneros* employés à Naachtun, a donné une masse volumique moyenne de 1 560 kg par m³, que l'on augmente donc à 1 716 kg par m³ (+10 %) pour tenir compte de la perte de masse. C'est la masse volumique minimale employée dans cette recherche. La pierre de densité intermédiaire a donné une masse volumique moyenne supérieure à 1 780 kg par m³ ; une augmentation de 10 % permet d'aboutir à une masse volumique de 1 961 kg par m³. On considère dans nos calculs qu'il s'agit de la masse volumique intermédiaire. Enfin, la pierre particulièrement dense, appelée « *piedra de fuego* » par nos travailleurs, a donné une masse volumique moyenne légèrement supérieure à 2 000 kg par m³, soit 2 245 kg par m³ une fois augmentée de 10 % (Tableau 103).

Comme on l'a précisé, compte tenu du degré de précision de nos instruments de mesure, les masses volumiques de départ devraient en réalité être ramenées à 1 500 kg par m³ pour la pierre la moins dense, 1 700 kg par m³ pour la pierre de densité moyenne et 2 000 kg par m3 pour la pierre la plus dense. Augmentées de 10 %, ces masses volumiques deviennent, respectivement, 1 650, 1 870 et 2 200 kg par m³.

Tableau 99. Liste des échantillons de calcaire pour la détermination de la densité

Numéro échantillon	Description
1	fragment récupéré aléatoirement dans le secteur de la Structure V
2	fragment récupéré aléatoirement dans le secteur de la Structure V
3	fragment récupéré aléatoirement dans le secteur de la Structure V
4	fragment récupéré aléatoirement dans le secteur de la Structure V
5	fragment récupéré aléatoirement dans le secteur de la Structure V
6	fragment récupéré aléatoirement dans le secteur de la Structure V
7	fragment récupéré aléatoirement dans le secteur de la Structure V
7A	fragment de l'échantillon 7 divisé en plusieurs blocs pour mesure avec éprouvette graduée 2 ml
7B	fragment de l'échantillon 7 divisé en plusieurs blocs pour mesure avec éprouvette graduée 2 ml
7C	fragment de l'échantillon 7 divisé en plusieurs blocs pour mesure avec éprouvette graduée 2 ml
7D	fragment de l'échantillon 7 divisé en plusieurs blocs pour mesure avec éprouvette graduée 2 ml
8	fragment prélevé sur un bloc de parement (de 42 x 33 x 13 cm) provenant des décombres du terrain de jeu de balle
9	fragment prélevé sur un bloc de parement (de 42 x 33 x 13 cm) provenant des décombres du terrain de jeu de balle
10	fragment prélevé sur un bloc de parement (de 42 x 33 x 13 cm) provenant des décombres du terrain de jeu de balle
11	fragment prélevé sur un bloc de parement (de 42 x 33 x 13 cm) provenant des décombres du terrain de jeu de balle
12	fragment prélevé sur un bloc de parement (de 42 x 33 x 13 cm) provenant des décombres du terrain de jeu de balle
13	fragment prélevé sur un bloc de parement (de 42 x 33 x 13 cm) provenant des décombres du terrain de jeu de balle
14	fragment prélevé sur un bloc de parement (de 42 x 33 x 13 cm) provenant des décombres du terrain de jeu de balle
15	fragment prélevé sur un bloc de parement (de 42 x 33 x 13 cm) provenant des décombres du terrain de jeu de balle
16	fragment prélevé sur un bloc de parement (de 42 x 33 x 13 cm) provenant des décombres du terrain de jeu de balle
17	fragment prélevé sur un bloc de parement (de 42 x 33 x 13 cm) provenant des décombres du terrain de jeu de balle
18	fragment prélevé sur un bloc de parement (de 42 x 33 x 13 cm) provenant des décombres du terrain de jeu de balle
19	fragment prélevé sur un bloc provenant du campement
20	fragment prélevé sur un bloc provenant du campement
21	fragment prélevé sur un bloc provenant du campement
22	fragment prélevé sur un bloc provenant du campement
23	fragment prélevé sur un bloc provenant du campement
24	fragment prélevé sur un bloc provenant du campement
25	fragment d'un bloc de calcaire dense, lourd et compact provenant du remblai de *La Perdida*

26	fragment d'un bloc de calcaire dense, lourd et compact provenant du remblai de *La Perdida*
27	fragment d'un bloc de calcaire dense, lourd et compact provenant du remblai de *La Perdida*
28	fragment d'un bloc de calcaire dense, lourd et compact provenant du remblai de *La Perdida*
29	fragment d'un bloc de calcaire dense, lourd et compact provenant du remblai de *La Perdida*
30	fragment d'un bloc de calcaire dense, lourd et compact provenant du remblai de *La Perdida*
31	4 fragments de petite taille mesurés ensemble provenant du même bloc compact de *La Perdida*
32	fragment d'un bloc de calcaire dense, lourd et compact provenant du remblai de La Perdida
33	12 fragments d'un bloc assez dense récupéré au campement, mesurés ensemble
34	5 fragments d'un bloc assez dense récupéré au campement, mesurés ensemble (même bloc que l'échantillon 33)
39	bloc relativement poreux récupéré au campement
40	bloc relativement poreux récupéré au campement
41	bloc relativement poreux récupéré au campement
42	bloc poreux « *caliza* », récupéré au campement
43	bloc poreux « *caliza* », récupéré au campement
44	bloc poreux « *caliza* », récupéré au campement
45	bloc poreux « *caliza* », récupéré au campement

*Tableau 100. Masse volumique des échantillons de calcaire de Naachtun pesés en 2017. * Moyenne brute incluant les fragments de moins de 10 cm³. ** Moyenne excluant les fragments de moins de 10 cm³.*

N° échantillon	Masse à sec en grammes précision +/- 0 ,1 g	Volume en cm³ éprouvette graduée 2 ml	Volume en cm³ éprouvette graduée 10 ml	Densité	Densité moyenne du bloc
1	169,5		86	1,9709	1,9709
2	60,4		39	1,5487	1,5487
3	59,8		34	1,7588	1,7588
4	89,9		46	1,9543	1,9543
5	112		53	2,1132	2,1132
6	162,3		86	1,8872	1,8872
7	165,3		87	1,9000	
7A	33,5	18		1,8611	
7B	20,2	11		1,8364	1,8457
7C	26,8	14		1,9143	
7D	20,6	12		1,7167	
8	27,5	17		1,6176	
9	42,7	27		1,5815	
10	8	6		1,3333	
11	17,1	9		1,9000	
12	10,5	7		1,5000	*1,6364* *
13	5,3	4		1,3250	
14	19,2	13		1,4769	1,706**
15	32	18		1,7778	
16	47,8	26		1,8385	
17	23,4	12		1,9500	
18	39,1	23		1,7000	
19	110,4		50	2,2080	
20	113,2		50	2,2640	
21	8,2	5		1,6400	*2,0398* *
22	115,8		55	2,1055	2,1198**
23	34	18		1,8889	
24	78,9		37	2,1324	
25	210,2		101	2,0812	
26	131		60	2,1833	
27	179		85	2,1059	
28	16,3	9		1,8111	*2,0115* *
29	14,3	8		1,7875	2,0822**
30	103,1		49	2,1041	
31	33,5	16		2,0938	

32	30,8		16	1,9250	
33	146,2	69		2,1188	2,0094
34	24,7	13		1,9000	
39	59,9	35		1,7114	
40	75	43		1,7442	1,7185
41	57,8	34		1,7000	
42	63	40		1,5750	
43	65,3	41		1,5927	1,5753
44	64	40		1,6000	
45	41,4	27		1,5333	

Tableau 101. Densité moyenne des différents types de calcaire dont la densité a été calculée à Naachtun (échantillons de moins de 10 cm³ exclus).

Type de calcaire	**Échantillons**	**Densité moyenne**	**Densité moyenne augmentée de 10 %**
Calcaire poreux "*caliza*"	N° 2, 42, 43, 44 et 45	1,562	1,7182
Calcaire moyennement dense	N° 3, 6, 7, 7A, 7B, 7C, 7D, 8, 9, 14, 15, 16, 17, 18, 39, 40 et 41	1,783	1,9613
Calcaire très dense	N° 1, 4, 5, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 30, 31, 32, 33 et 34	2,041	2,2451

Tableau 102. Masse volumique utilisée dans les calculs de coût énergétique de la construction monumentale de Naachtun pour le calcaire.

Masse volumique du calcaire	**kg / m³**
Maximale	2 700
Intermédiaire	1 961
Minimale	1 716

Par la suite, nous avons pesé deux seaux (gradués à 18,925 litres) remplis de petits blocs de calcaire, de type *piedrín* (gros gravier). La balance utilisée avait une précision de 0,05 kg. La masse volumique apparente obtenue pour ce matériau de remblai est de 881 kg par m³ (tare bien évidemment déduite), ce qui, augmenté de 10 %, peut être arrondi à 970 kg par m³ (Tableau 104). Gillot (2018a, p. 103) rapporte une masse volumique réelle de 1 200 kg par m³ pour le calcaire des niveaux inférieurs, mal consolidés, des bancs de Río Bec, un matériau impropre à la taille de blocs de parement mais qui pouvait être employé dans les remblais et les blocages.

Tableau 103. Masse volumique utilisée dans les calculs de coût énergétique de la construction monumentale de Naachtun pour les petits blocs de calcaire (piedrín).

Masse volumique du gravier de calcaire	**kg / m³**
Intermédiaire	970

A.1.2 Sascab

Calcaire meuble, friable et non consolidé, le *sascab* est un élément primordial dans les remblais mayas ainsi que dans les mortiers et les stucs, dans lesquels il sert de charge. Le processus de sa formation n'est pas unanimement accepté, d'autant plus que « *sascab* » (en maya yucatèque, « terre blanche ») est en réalité un terme générique pouvant renvoyer à différents éléments géologiques et à différents processus de formation, le tout pouvant aussi varier en fonction des secteurs de la péninsule. On peut se référer, sur cette question de la formation du *sascab,* à la discussion synthétique proposée par Gillot (2018a, p. 84). Peu d'études géologiques aisément accessibles proposent une masse volumique pour le *sascab.* Il faut tout de même citer, pour le Yucatán, le travail de Pacheco Martínez et Alonzo Salomón (2003) sur la Formation Carillo Puerto. Cette étude d'ingénierie a été effectuée pour déterminer les qualités de ce matériau pour la construction des chemins. Ces auteurs établissent la masse volumique moyenne du *sascab* des alentours de Mérida à 1 416,6 kg par m³ lorsqu'il est sec, et 2 010,9 kg par m³ pour un matériau saturé (test Porter) (Pacheco Martínez et Alonzo Salomón 2003, p. 14). Pour le *sascab* de Río Bec, une région plus proche de Naachtun que ne l'est le Yucatán, Gillot (2018a, p. 105) donne une masse volumique comprise entre 1 100 et 1 450 kg par m³. Nous n'avons pas évalué la masse volumique du *sascab* de Naachtun.

Tableau 104. Masse volumique utilisée dans les calculs de coût énergétique de la construction monumentale de Naachtun pour le sascab.

Masse volumique du *sascab*	**kg / m³**
Maximale	1 450
Intermédiaire	1 417
Minimale	1 100

A.1.3 Terre végétale ordinaire

La masse volumique de la terre végétale ordinaire varie selon une multitude de critères, à une échelle spatiale très réduite. La terre du Sonora extraite dans le cadre des expérimentations d'Erasmus (1965, p. 298), qualifiée de « *sandy and heavy* », avait une masse volumique de 1,3 tonne au m³. En comparaison, la publication de l'Organisation des Nations Unies sur le travail manuel en Asie du Sud-Est donne les masses volumiques suivantes : 1,3 tonne par m³ pour du « *light sand* », 1,5 tonne par m³ pour la « *ordinary earth* », 1,8 tonne par m³ pour la « *heavy earth* » (ECAFE 1961, p. 46). Le Manuel d'ingénierie d'Avallone *et al.* (2007, Table 6.1.5) propose, pour de la terre sèche non compactée, une masse volumique moyenne de 1 217 kg par m³. Pour de la terre sèche compactée, la masse volumique moyenne est de 1 521 kg par m³. La terre humide non-compactée aurait une masse volumique moyenne de 1 250 kg par m³, et la terre humide compactée de 1 538 kg par m³. Saturée en eau (« *mud* », dans la Table 6.1.5), la terre non compactée atteint la masse volumique de 1 730 kg par m³, et 1 841 kg par m³ lorsqu'elle est compactée. A Naachtun, nous avons pesé de la terre modérément humide, non tassée, non tamisée et contenant quelques cailloux, provenant d'un remblai terreux du début du Classique ancien, dans un seau gradué à 18,925 litres. La masse volumique moyenne obtenue était de 1 124 kg par m³. De la terre un peu plus

argileuse et humide, toujours pas tassée, a ensuite donné une masse volumique de 1 017 kg par m³. Face à la grande variété des chiffres, et au vu des résultats plutôt bas obtenus lors des quelques observations menées à Naachtun, nous utilisons 1 000 kg par m³ comme masse volumique minimale, 1 250 kg par m³ comme masse volumique intermédiaire et 1 500 kg par m³ comme masse volumique maximale.

Tableau 105. Masse volumique utilisée dans les calculs de coût énergétique de la construction monumentale de Naachtun pour la terre végétale ordinaire.

Masse volumique de la terre	**kg / m³**
Maximale	1 500
Intermédiaire	1 250
Minimale	1 000

A.1.4 Argile

L'argile, présente, entre autres secteurs, dans les *bajos* et les *aguadas,* était fréquemment utilisée au Classique ancien, comme mortier dans les remblais des constructions des Sous-phases Balam I et Balam II. Quant aux niveaux d'argile probablement agricoles typiques de Balam I, on a discuté leur cas au Chapitre 6. Cette argile pourrait avoir été transportée depuis une provenance non identifiée à l'heure actuelle, mais qui n'est peut-être pas un *bajo,* vers les secteurs plus élevés de l'épicentre.
Tout comme pour la terre, les propriétés physiques de l'argile peuvent présenter de grandes variations. Selon l'ECAFE (1961, p. 46), l'argile dite légère (« *light clay* ») a une masse volumique de 1,7 tonne par m³, alors que l'argile qualifiée de « *heavy* » présente une masse volumique de 2 tonnes par m³. Dans le manuel d'ingénierie d'Avallone *et al.* (2007, Table 6.1.5), on lit que l'argile sèche a une masse volumique moyenne de 1 009 kg par m³, et l'argile humide de 1 762 kg par m³. De l'argile sèche avec des inclusions de gravier aurait une masse volumique de 1 602 kg par m³. On considère ici que l'argile était relativement humide lorsqu'elle était prélevée par les Mayas.
La densité d'un morceau d'argile grisâtre prélevé par Castanet dans le *bajo* nord de Naachtun, moyennement humide, a été estimée par nos soins en 2017, avec un matériel équivalent à celui utilisé pour la mesure de la densité des petits blocs de calcaire (balance avec 0,1 g de précision, éprouvette graduée à 2 ml), et une méthodologie identique, à ceci près que les morceaux d'argile n'étaient pas trempés dans l'eau avant l'estimation de leur volume dans l'éprouvette. On a obtenu une masse volumique moyenne de 1 816 kg par m³.

Tableau 106. Masse volumique des échantillons d'argile de Naachtun pesés en 2017.

N° échantillon	**Masse en grammes précision +/- 1 g**	**Volume en cm³ éprouvette graduée 2 ml**	**Densité**	**Densité moyenne du bloc**
35	47,8	26	1,8385	1,8165
36	52,3	29	1,8034	
37	69,8	39	1,7897	
38	69,7	38	1,8342	

Tableau 107. Masse volumique utilisée dans les calculs de coût énergétique de la construction monumentale de Naachtun pour l'argile.

Masse volumique de l'argile	**kg / m³**
Maximale	2 000
Intermédiaire	1 816
Minimale	1 700

A.1.5 chaux

Russel et Dahlin (2007, p. 418) rapportaient que la chaux éteinte que l'on peut aujourd'hui se procurer dans le commerce pour la nixtamalisation a une masse volumique de 505 kg par m³. C'est le chiffre qu'ils emploient ensuite dans leurs calculs sur la consommation annuelle de chaux pour la Mayapán postclassique. Cependant, le manuel d'ingénierie Mark's (Avallone *et al.* 2007, Table 6.1.5) donne, pour la chaux utilisée dans la construction, l'intervalle 849-1 025 kg par m³ (pour « *lime, gypsum, loose* »). Compte tenu de l'information fournie par Russel et Dahlin, on utilise, dans cette thèse, le chiffre inférieur proposé par Avallone et ses collègues : 850 kg par m³, comme chiffre intermédiaire, 505 kg par m³ comme masse volumique minimale et 1 025 kg par m³ comme masse volumique maximale.
La chaux saturée en eau (qui prend la forme d'une pâte appelée, en anglais, « *lime putty* ») a une masse 2,5 fois supérieure à la chaux sèche et un volume de 2 à 3 fois supérieur *(ibid.,* p. 6-163). Ce matériau est doté d'une masse volumique d'environ 2 000 kg par m³ selon Wernecke (2005, p. 153). Les expérimentateurs du chantier expérimental de Guédelon, qui construisent en France un château fort avec les méthodes et outils médiévaux considèrent, eux, que la masse volumique de la chaux en pâte (identique à celle qui était utilisée par les Mayas) est de 1 200 kg par m³ (Renucci 2014). Ces valeurs permettent de confirmer le large intervalle 500-1 000 kg pour la chaux sèche. Un mortier à base de chaux pèserait lui de 1 505 à 1 650 kg par m³ une fois séché (Avallone *et al.* 2007, Table 6.1.5).

Tableau 108. Masse volumique utilisée dans les calculs de coût énergétique de la construction monumentale de Naachtun pour la chaux.

Masse volumique de la chaux	**kg / m³**
Maximale	1 025
Intermédiaire	850
Minimale	505

Les données d'Erasmus (1965, p. 290) permettent de tester le bien-fondé de l'emploi d'une masse volumique élevée (850 kg ou plus par m³). On sait qu'Erasmus *(ibid.,* p. 292) rapportait qu'un mortier est aujourd'hui composé de deux volumes de *sascab* pour un volume de chaux. Il indiquait aussi que pour construire 1 m³ de mur maçonné, on utilise 1 400 kg de pierre, 100 kg de chaux et 300 kg de *sascab.* Si la masse volumique du *sascab* est de 1 416,6 kg par m³, alors 300 kg représentent 0,211 m³. Si la chaux a une masse volumique de 850 kg par m³, alors 100 kg représentent 0,117 m³, et le ratio de 1 volume de chaux pour 2 volumes de *sascab* est à peu près respecté. En revanche, si la chaux avait une masse volumique de 505 kg par m³, alors 100 kg occuperaient un volume de 0,198 m³, presque équivalent à celui du *sascab.* Avec une masse volumique de 1 025 kg par m³, les 100 kg occuperaient un volume de 0,097 m³. Là aussi, on se rapproche du rapport chaux / *sascab* de 1 / 2.

Annexe B : Indices de rendement des tâches de la construction monumentale

Les indices de rendement pour diverses tâches dont la méthodologie d'acquisition semble la plus solide et adaptée à cette recherche sont listés par la suite. Ce sont ceux qui sont employés dans les calculs des coûts de construction de l'architecture monumentale du Classique ancien à Naachtun. On renvoie également à la base de données récemment publiée par Abrams et McCurdy (2019, p. 6-13) pour d'autres indices et références. Voir aussi, pour une étude spécifique et récente sur la construction maya, les indices utilisés par McCurdy (2019, p. 212-213).

Surveillance des travailleurs

Dans le cadre de la construction monumentale effectuée grâce à la corvée, les travailleurs étaient probablement encadrés. Le coût de l'encadrement des travailleurs est estimé, pour l'Europe protohistorique, à l'intervalle 5-25 % du coût total de la construction (Abrams et McCurdy 2019, Table 1.1). Pour le contexte maya classique, McCurdy proposait la présence d'un « *supervisor* » pour quatre à huit travailleurs (Abrams et McCurdy 2019, Table 1.1 ; McCurdy 2019).

B.1 Extraction des matériaux

B.1.1 Extraction de pierre calcaire

Le rendement de l'extraction de pierre calcaire est une donnée primordiale, qui n'est pas maîtrisée de manière satisfaisante à l'heure actuelle, et qui constitue certainement l'aspect le moins fermement établi des quantifications proposées dans cette recherche. Le résultat dépend dans une très grande mesure de la méthode employée, et il est indispensable d'établir une distinction très nette entre les différentes approches utilisées pour obtenir des indices de rendement. Erasmus (1965) a mesuré le rendement de l'extraction de blocs amorphes, en surface, à l'aide de barres à mine en métal et en bois. Cette technique pouvait éventuellement être appropriée pour l'obtention de pierres de tout-venant pour les remblais. En revanche, il ne fait pas le moindre doute que les blocs de parement étaient extraits de carrières, dont un grand nombre a pu être localisé. Dans ce cas, le procédé d'extraction était bien plus laborieux. Il produisait aussi un volume relativement important de déchets susceptibles d'être réemployés dans les remblais (Gallegos Gomora 1994, p. 14 ; Abrams et Bolland 1999, p. 279 ; Titmus et Woods 2002, p. 199 ; Gillot 2018a, p. 141) ou, comme le suggèrent Beekman (1992, p. 100) et Titmus et Woods (2002, p. 195) ou Gillot (2018a, p. 109), utilisés dans la fabrication de chaux. Les cadences de travail pour l'extraction du calcaire sont extrêmement différentes selon que l'on adopte l'une ou l'autre de ces méthodes.

B.1.1.1 Extraction des blocs en surface

Dans le premier cas (l'extraction de blocs en surface), Erasmus a observé qu'un homme équipé d'une barre de bois pouvait extraire environ 1 700 kg de pierres (pesant chacune en moyenne une trentaine de kg) en une journée de 5 heures (Erasmus 1965, p. 286). Cela représente, si l'on considère que la masse volumique du calcaire est de 2,7 tonnes par m³, un volume de 0,63 m³ par j-p de 5 heures, ou bien 1,588 j-p de 5 heures pour obtenir 1 m³. Si l'on préfère une masse volumique de 1 961 kg par m³, alors c'est 0,8669 m³ qui peut être extrait en 1 j-p. Dans tous les cas, il s'agit là d'un rendement particulièrement élevé, que l'on ne doit pas appliquer à l'extraction des blocs de parement dans les carrières, sans quoi on risquerait de sous-estimer très fortement le coût de cette tâche. Le Tableau 110 exprime de diverses manières le rendement de l'extraction du calcaire à partir des données d'Erasmus et selon différentes masses volumiques pour le calcaire.

Tableau 109. Rendement de l'extraction du calcaire selon la méthode expérimentale d'Erasmus (1965).

Masse volumique en kg/m³	m³/j-p	kg/j-p	j-p/m³	j-p/kg
2 700	0,6296	1 700	1,5882	0,000588
1 961	0,8669	1 700	1,1535	0,000588
1 716	0,9907	1 700	1,0094	0,000588

B.1.1.2 Extraction de blocs en carrière

Suite à leurs expérimentations sur les bancs de calcaire de Nakbé, Titmus et Woods (2002) ont obtenu des chiffres bien différents de ceux d'Erasmus, qui suggèrent que l'extraction des blocs de calcaire dans les carrières était un processus particulièrement coûteux. Il fallait détourer les blocs en creusant des rigoles (les tranchées de havage) dans la pierre, pouvant dans certains cas se prolonger de quelques centimètres, horizontalement, en sape sous les bords du bloc à extraire. Des leviers ou peut-être des coins étaient ensuite glissés dans ces rigoles, et permettaient d'arracher le bloc ; voir également les descriptions très précises des techniques d'extraction par Gillot (2018a). Le processus est coûteux, mais le rendement qu'ils proposent inclut une partie du coût de la taille des blocs puisqu'une fois extraits, ils présentent déjà leur forme parallélépipédique (il a été observé, à Naachtun, que les parements du Classique ancien sont généralement peu soignés, l'irrégularité des blocs ayant sans doute été compensée par l'application de couches de mortier de chaux).
Logiquement, les blocs amorphes de grand module utilisés dans les remblais n'étaient pas extraits selon cette méthode. Ils peuvent éventuellement provenir de carrières, mais leur extraction demande moins de soin que celle des blocs parallélépipédiques. L'un des problèmes de l'étude de Titmus et Woods est qu'elle porte sur des blocs mégalithiques, en usage dans la construction monumentale préclassique mais bien plus rarement employés au Classique ancien dans les Basses Terres centrales. Le coût d'obtention des blocs à Naachtun devait donc être différent, et probablement supérieur à celui qu'ils proposent (les blocs étant plus petits, il fallait, mécaniquement, creuser plus de tranchées pour obtenir un même volume de pierre). Un autre problème est l'extrême variabilité du coût d'extraction en fonction des propriétés (densité, dureté) du calcaire. Dans son étude sur le travail de restauration de Tikal, Ruiz A. (1986) rapportait de manière très succincte quelques données sur la taille d'un bloc de calcaire. Avec des outils modernes (mais des techniques proches de celles employées par les Mayas), la taille d'un bloc de 25 cm d'épaisseur a demandé 8 heures de travail *(ibid.,* p. 438). Malheureusement Ruiz omettait de préciser les autres dimensions du bloc, ce qui ôte une bonne partie de l'intérêt de son observation. Toutefois, elle ajoutait *(ibid.)* : « *Hay rocas blandas y menos gruesas que se obtienen en cuestión de treinta minutos*[214] ». Il est donc manifeste que la taille des blocs était un processus pouvant exiger plusieurs jours de travail avant d'obtenir 1 m³, même si cela n'était pas nécessairement le cas, en fonction des propriétés de la pierre. Dans ces conditions, il faut choisir un rendement moyen, en l'attente d'études plus précises.
On peut le trouver chez Woods et Titmus (1994, p. 304). Ils proposent, en effet, un cas imaginaire d'extraction optimisée (en termes de succession des blocs, le creusement de la tranchée dégageant un bloc servant pour le suivant) de 50 blocs de 75 x 50 x 50 cm (187 500 cm³ ou 0,1875 m³ par bloc, soit un total de 9,375 m³, un volume individuel largement supérieur à la taille moyenne des blocs employés à Naachtun au Classique ancien). Il est à noter que l'on trouve les traces de ce genre de canevas de blocs dans les carrières (Gillot 2018a, les décrit à Río Bec : voir sa Figure 23). L'extraction de ces 50 blocs demanderait le creusement de 6,5 m³ de tranchées de 16 cm de large pour 50 cm de profondeur (Woods et Titmus 1994, p. 304). Titmus et Woods (2002, p. 198) ont observé que le rendement moyen du

214 « Il existe des roches tendres et moins épaisses que l'on peut extraire en l'espace de trente minutes. »

creusement avec des outils de pierre était de 160 cm³ par minute, un rendement obtenu lors de leur deuxième saison d'expérimentation, qui illustre l'augmentation de l'efficacité des travailleurs avec l'expérience du maniement des outils (le rendement moyen lors de la première saison était de 127 cm³ par minute seulement). A ce rythme, les 6,5 m³ de tranchées seraient donc creusés en 40 625 minutes, soit 677 heures. Il faudrait donc 677 heures-personne de travail pour obtenir environ 9,4 m³ de blocs, soit environ 72 heures pour obtenir 1 m³. Cela représente un rendement de 14,4 j-p de 5 heures pour obtenir 1 m³ de blocs de calcaire dans une carrière, ce qui représente 0,06944 m³ par j-p de 5 heures. Répétons que le rendement est très variable, y compris au sein d'une même carrière, selon la couche de calcaire exploitée, la densité du matériau, sa position par rapport à des tranchées existantes. Les dimensions de ces blocs de format préclassique posent problème pour l'application des indices de rendement obtenus à un contexte classique. Les blocs de parement employés à la période classique étaient généralement de plus petites dimensions, mais on peut imaginer que des blocs plus grands que nécessaire étaient extraits des calcaires puis réduits par la suite. Ainsi, Gallegos Gomora (1994) décrit, pour des carrières vraisemblablement classiques de Calakmul, des négatifs d'extraction de blocs de dimensions plus grandes encore que celles des blocs extraits par Titmus et Woods. Calculons tout de même le rendement de l'extraction, avec la même méthode, de blocs plus petits, de 50 x 33 x 20 cm, des dimensions plus conformes aux pratiques en cours à la période classique à Naachtun. Il faut obtenir environ 30 blocs de ce type pour aboutir à 1 m³ de pierre. Considérons que ces blocs forment un quadrillage de 5 fois 6 blocs. Si les tranchées de havage font 20 cm de largeur et de profondeur, alors il faut extraire 1 502 000 m³ de pierre pour obtenir environ 1 m³ de blocs. Au rythme de 160 cm³ par minute, il faut 9 387,5 minutes de travail, soit 156 heures, ou encore 31 j-p de 5 heures pour obtenir les blocs[215]. Une approximation du rendement de l'extraction de blocs selon les données de Titmus et Woods est exprimée dans le Tableau 111, pour diverses masses volumiques de calcaire.

Tableau 110. Rendement de l'extraction du calcaire selon la méthode expérimentale de Titmus et Woods.

Masse volumique en kg/m³	**m³/j-p**	**kg/j-p**	**j-p/m³**	**j-p/kg**
2 700	0,0694	187,5	14,4	0,005333
1 961	0,0694	136,18	14,4	0,007343
1 716	0,0694	119,17	14,4	0,008392

B.1.1.3 Extraction du tuf à Copán

Mentionnons aussi l'étude d'Abrams, même si son travail, portant sur le tuf, ne saurait être extrapolé directement à l'extraction du calcaire, puisque les propriétés du matériau et les techniques d'extraction peuvent différer. Abrams (1994, p. 45) obtenait un rendement de 750 kg par j-p, ce qui équivaut, selon les chiffres qu'il propose, à 0,408 m³. On peut voir, p. 46, qu'il s'agit de l'extraction de blocs amorphes, de taille assez imposante, à partir d'un affleurement de la roche (et non de l'extraction de blocs parallélépipédiques comme on en trouve les négatifs dans de nombreuses carrières des Basses Terres centrales). L'obtention de ce résultat est, il faut le reconnaître, la conséquence d'une série de calculs particulièrement approximatifs. Le cheminement pour arriver à ce chiffre est le suivant. Un premier

215 Étant donné que l'option que nous choisissons -consistant à prendre en compte dans nos calculs la taille des blocs en plus de leur extraction par tranchées de havage- surestime probablement le coût réel du travail de la pierre, nous n'utiliserons pas ce nouvel indice dans nos estimations, et nous en tiendrons à l'indice proposé par Titmus et Woods.

travailleur, familier avec les travaux d'extraction de pierres, a pu extraire, avec des outils de métal, 715,6 kg de tuf en 2 heures et 23 minutes, ce qui correspondrait à peu près à 300 kg par heure de travail. Abrams considère que le rapport de rendement entre un outil de pierre et un outil de métal est de 1 pour 1,5. Dès lors on en déduit que le même travailleur aurait extrait 200 kg de tuf avec des outils de pierre. En supposant une journée de travail de 5 heures, sans baisse de rendement, on obtient alors 1 000 kg de tuf par j-p. Le témoignage d'un responsable d'une carrière vient nuancer ce résultat. D'après ce dernier, le rendement moyen pour un homme équipé d'outils de métal serait de 153 kg par heure, ce qui donnerait 102 kg par heure avec des outils de pierre en utilisant le rapport de 1 : 1,5. Cela permet d'arriver au résultat final de 500 kg par j-p de 5 heures, avec des outils de pierre. C'est en établissant la moyenne de ces deux chiffres qu'Abrams *(ibid.,* p. 44, 45) arrive à un rendement de 750 kg de tuf par j-p.

Si, à des fins exploratoires, l'on applique le rendement obtenu pour cette méthode à l'extraction de calcaire, en partant non pas du poids mais du volume de matériau extrait, tout en sachant bien que l'opération manque de précision puisque le tuf peut avoir d'autres propriétés que le calcaire, on obtient les rendements suivants pour différentes masses volumiques de calcaire (Tableau 112).

Tableau 111. Rendement de l'extraction du calcaire selon la méthode expérimentale d'Abrams.

Masse volumique en kg/m³	**m³/j-p**	**kg/j-p**	**j-p/m³**	**j-p/kg**
2 700	0,4080	1101,6	2,451	0,000908
1 961	0,4080	800,088	2,451	0,001250
1 716	0,4080	700,128	2,451	0,001428

Il doit être souligné que cette technique d'extraction est envisageable pour le calcaire et a été observée (ethnographiquement, aucune trace archéologique n'est signalée) par Ruiz A. (1993) dans les alentours de Chinkultic au Chiapas, dans un environnement géologique il est vrai distinct de celui des Basses Terres. A Chinkultic, le calcaire est parcouru de fissures naturelles dans lesquelles il suffit d'introduire des coins et des leviers pour extraire des dalles avec une relative facilité.
Signalons, finalement, qu'Abrams (1994, p. 46) a aussi quantifié le rapport entre le volume de tuf extrait du gisement avec cette méthode d'extraction et le volume que l'on retrouve effectivement dans la maçonnerie, après taille. Seul 55 % du volume de départ est finalement employé, dans le cadre des parements de pierre de taille. Encore une fois, ce rapport ne doit pas être appliqué au cas de pierres extraites en carrière par des tranchées de havage : le volume du bloc extrait est sans doute plus proche du volume final du bloc employé dans la construction, même s'il faut encore l'équarrir.

Question de la découverte du terrain

Quand bien même les bancs de calcaire affleurent souvent, il était nécessaire de déboiser le terrain et d'en extraire la terre avant de pouvoir procéder à l'extraction des blocs : cette opération, la « découverte » du terrain (Gillot 2018a) avait un coût énergétique. Il est toutefois compliqué d'établir une corrélation systématique entre le besoin en pierres et la surface à découvrir, étant donné que cette surface dépend, entre autres variables, de l'épaisseur du banc. Selon Saraydar et Shimada (1973, *Table* 1), il est possible de déboiser complètement une surface de 8,36 m² à l'aide d'outils de pierre en 455,5 minutes, ce qui représente un peu plus de 53 minutes par m², ce que l'on pourrait arrondir à 1 m² par heure de travail, ou bien 5 m² par jour-personne. Les carrières les plus grandes relevées à proximité des Groupes A et C de Naachtun couvrent 0,25 ha. En travaillant avec ce rendement de 5 m², il faudrait donc 500 j-h pour déboiser cette surface. Pour l'instant, ce coût, qui ne représente pas un impact majeur sur la mobilisation de main-d'œuvre, n'est pas pris en compte dans l'estimation du coût énergétique de l'architecture monumentale, parce qu'aucun lien ne peut être établi de manière ferme entre les

structures et les carrières ; même dans les cas où une carrière est identifiée à proximité directe d'une structure, il est impossible de savoir si d'autres carrières ont dû être utilisées pour la construction de cette structure. De plus, et comme le fait remarquer Gillot (2018a, p. 200), il est possible que le bois coupé lors de cette opération ait été réemployé dans le processus de fabrication de la chaux, qui sera décrit par la suite (cette stratégie est observée par les ethnologues, Schreiner 2002). Dans ce cas, une bonne partie du coût énergétique de la découverte des carrières serait inclus dans le coût de production de la chaux. Dès lors, il ne paraît pas pertinent de le prendre en compte. Le même commentaire peut être fait sur le déboisement préalable à la construction.

B.1.2 Extraction du sascab

Le rendement pour l'extraction du *sascab* a été évalué par Erasmus (1965, p. 290) à 750 à 1 000 kg par j-p de 5 heures. Ce chiffre ne provient que d'entretiens avec des informateurs yucatèques et n'a été contrôlé par aucune expérimentation, toutefois, les données, elles aussi assez peu précises, fournies par Redfield et Villa Rojas (1934, p. 55) sur la construction des maisons à Chan Kom semblent coïncider avec l'estimation rapportée par Erasmus. Il est observé, en effet, qu'en un jour de travail, un homme peut extraire et apporter sur le chantier 7 *cargas* de *sascab* (soit 294 kg si la *carga* fait 42 kg). La *sascabera* de Chan Kom étant située à environ 1 km du village, et en supposant que le travailleur marche à 3,5 km/h lorsqu'il est chargé et à 5 km/h sans chargement (voir la discussion *infra* sur le transport de matériaux), il y a donc environ 3 heures et demie de transport. Si la journée de travail dure 5 heures, alors il ne reste qu'une heure et demie d'extraction, permettant d'obtenir les 294 kg de *sascab.* Amené à 5 heures d'extraction, ce taux de rendement permet d'extraire 980 kg de *sascab,* si le travailleur n'a pas à se préoccuper du transport. Si l'on considère que le *sascab* sec a une masse volumique de 1 416,6 kg par m³, alors le rendement de l'extraction de *sascab* est de 0,529 à 0,706 m³ par j-p de 5 heures, soit respectivement 1,8888 j-p et 1,4166 j-p par m³.

Tableau 112. Rendement de l'extraction du sascab selon les données d'Erasmus.

Masse volumique en kg/m³	**m³/j-p**	**kg/j-p**	**j-p/m³**	**j-p/kg**
1 416,6	0,5294	750	1,8888	0,001333
1 416,6	0,7059	1 000	1,4166	0,001000

B.1.3 Extraction de terre végétale

L'expérimentation d'extraction de terre végétale menée par Erasmus (1965) est très incomplète et soulève de nombreux problèmes. D'après Erasmus *(ibid.,* p. 285), un homme équipé d'un bâton à creuser peut extraire 2,6 m³ de terre ordinaire en un jour de travail de 5 heures. Comme on l'a déjà souligné, le rendement est sans doute surévalué, parce que l'observation n'a pas été menée à son terme et que les travailleurs avaient adopté un rythme trop intensif pour être maintenu au long d'une journée de travail. Certes, Erasmus a corrigé les chiffres pour tenir compte d'une baisse de rendement au cours de la journée de travail, mais il a appliqué cette correction à des chiffres déjà faussés, alors que la baisse de rendement intervient de toute façon naturellement, même lorsque le travail n'est pas effectué en sur-régime dès le départ. D'autres expérimentations sur l'extraction de terre et le creusement de fosses ou de puits ont été menées, qui permettent, dans une certaine mesure, de pallier l'imprécision des données d'Erasmus. Elles forment un corpus aussi conséquent qu'hétérogène (Abrams et McCurdy 2019, p. 5), au sein duquel il est possible de déterminer des ordres de grandeur, malgré la variété des méthodes, sols, outils, climats et expérimentateurs.

Eeckhout (2002, p. 203), pour une étude de coût de construction à Pachacamac (Pérou), proposait un rendement proche : 2,3 m³ de terre ordinaire par jour-personne de 5 heures. Toussaint (2009) a mené, en Belgique, des expérimentations sur le creusement et le transport de terre avec des copies d'outils anciens (pieux durcis au feu, bois de cerf, pics, tranchets et herminettes de silex, bêche en bois, omoplates d'animaux, et pour le transport, paniers de vannerie de 40 cm de diamètre et 30 cm de hauteur ainsi que seaux actuels). 12 expérimentations ont été menées par des hommes plus ou moins aguerris à ce genre de travaux physiques[216]. La durée du travail variait de 30 minutes à 4 h 25 (*ibid.*, p. 61). Toutes les observations, rapportées à une journée de travail de 5 heures, donnent toujours des rendements très largement inférieurs aux 2,6 m³ par j-p rapportés par Erasmus, et ce, même dans les cas les plus favorables : 0,73 m³/j-p, 0,28 m³/jp (dans ce cas précis, les travailleurs maîtrisaient encore mal leurs outils), 0,56 m³/j-p, 0,75 m³/j-p, 0,63 m³/j-p, 1,23 m³/j-p, 0,5 m³/j-p, 0,59 m³/j-p, 0,34 m³/j-p, 0,5 m³/j-p, 0,98 m³/j-p et, avec des outils modernes de métal, 3,37 m³/j-p (*ibid.*, p. 63). Pour un travailleur équipé d'une pelle de métal, Erasmus (1965, p. 285) proposait, lui, un rendement de 7,2 m³ par j-p.

Un autre intérêt de la recherche de Toussaint est de pouvoir mesurer la baisse de rendement intervenant au cours de la journée de travail, à comparer avec la baisse proposée par Erasmus après avoir mis fin à son expérimentation sur l'extraction de terre après une demi-heure de travail. Rappelons qu'Erasmus (*ibid.*, p. 285) proposait un rendement équivalent à 75 % de celui de la première demi-heure pour le travailleur équipé d'une pelle, et de 66 % pour le travailleur équipé d'un bâton à creuser. Rappelons aussi qu'ils ont effectué cette première demi-heure à un rythme extrêmement soutenu. Même si le climat de la Belgique n'est pas aussi pesant sur l'organisme que celui des Basses Terres mayas, on note une nette baisse du rendement au fil de l'expérimentation (Toussaint 2009, p. 67). Toussaint constate, y compris chez des travailleurs qu'il qualifie de « très bons », une baisse du rendement comprise entre 30 et 54 % en comparant le volume extrait pendant les deux premières heures et les deux heures suivantes. Pour parler en des termes comparables aux chiffres proposés par Erasmus, Toussaint a constaté, en deuxième moitié de journée, un rendement équivalent à l'intervalle 70-46 % du rendement de départ. Notons que la baisse de rendement la plus faible (30 %) correspond à des travailleurs considérés dès le départ comme relativement peu efficaces (équipe de trois, niveau « faible - bon - bon »), alors que des équipes de trois « très bons » travailleurs ont connu des baisses de rendement bien plus fortes. La baisse de rendement proposée par Erasmus semble donc encore trop optimiste.

Une expérimentation de creusement avec des outils de pierre emmanchés sur du bois a été menée aux Etats-Unis, par des étudiants de l'Université de Penn State (Hammerstedt 2005, p. 45). Il s'agissait d'extraire de la terre (un limon assez compact) sur une surface de 2 m². L'auteur rapporte que 0,29 m³ de terre étaient extraits en une heure de travail. Notons que les étudiants travaillaient par groupes de deux, l'un évacuant avec un seau la terre extraite par l'autre, et pouvaient se relayer en cas de fatigue. Ce rythme, dont on ne sait pas s'il s'agit d'un rendement horaire moyen calculé *a posteriori* (auquel cas la diminution du rendement due à la fatigue est prise en compte) ou du rendement réel sur une heure de travail (on ne dispose malheureusement pas d'informations sur le temps effectif de creusement) sans chute de rendement due à la fatigue, permet d'extraire 1 m³ en 3,4 heures, 1,3 m³ en une journée de 5 heures, et 2,03 m³ en une journée de 7 heures (*ibid.,* p. 46). Hammerstedt reconnaît que le rendement de ses étudiants est sans aucun doute inférieur à celui des travailleurs Mississippiens, aussi bien du fait de la maîtrise des outils que de l'endurance physique (*ibid.,* p. 47). Il s'agit toutefois d'une figure intermédiaire entre les résultats proposés par Toussaint et ceux d'Erasmus.

Citons enfin l'expérimentation de Milner *et al.* (2010) qui ont quantifié l'extraction de terre à l'aide d'outils de silex par des équipes de travailleurs mayas habitués aux travaux physiques, ainsi que par les auteurs. Les sessions de travail étaient courtes (1 heure dans le cas des travailleurs mayas, jusqu'à 4

216 Toussaint note que l'expérience des travaux de terrassement et la forme physique ont bien plus d'influence sur le rendement que l'âge des travailleurs (2009, p. 67). C'est une donnée qui vient confirmer les observations d'Erasmus (1965): un porteur plus âgé (55 ans) s'était montré plus efficace que des porteurs d'une vingtaine d'années.

heures pour les archéologues, au rendement très largement inférieur) et il n'a pas été tenu compte d'une éventuelle baisse de rendement. Lorsque la densité de pierres présentes dans la terre était faible, les travailleurs mayas parvenaient à travailler avec un rendement extrapolé de 1,64 m³ de terre par j-p de 5 heures (Milner *et al.* 2010, p. 108).
On pourrait multiplier à l'envi les comptes rendus d'expérimentations : voir les références bibliographiques fournies par Milner *et al. (ibid.,* p. 103), Kim et Heo (2019, p. 32-33) ou encore les synthèse de D. R. Turner (2018) ou de Remise (2019). La texture et la densité de la terre, sa composition, la présence de pierres, l'humidité font que le rendement varie évidemment en fonction de ces conditions particulières et qu'il est pratiquement impossible de proposer un indice précis valable universellement.
Cependant, dans le contexte de cette étude, qui ne saurait arriver au niveau de précision requis pour des calculs plus ponctuels, les quelques exemples donnés ici suffisent à proposer les indices suivants : un rendement intermédiaire de 2 m³ par j-p, un minimum de 1,5 m³ par j-p et un maximum de 2,6 m³ par j-p. Le Tableau 114 synthétise ces indices de rendement en fonction de la masse volumique de la terre.

Tableau 113. Coût énergétique de l'extraction de la terre en fonction du rendement estimé et de la masse volumique du matériau.

Rendement de 1,5 m³/j-p				
masse volumique en kg/m³	**m³/j-p**	**kg/j-p**	**j-p/m³**	**j-p/kg**
1 500	1,5	2 250	0,667	0,000444
1 250	1,5	1 875	0,667	0,000533
1 000	1,5	1 500	0,667	0,000667
Rendement de 2 m³/j-p				
masse volumique en kg/m³	**m³/j-p**	**kg/j-p**	**j-p/m³**	**j-p/kg**
1 500	2	3 000	0,5	0,000333
1 250	2	2 500	0,5	0,000400
1 000	2	2 000	0,5	0,000500
Rendement de 2,6 m³/j-p				
masse volumique en kg/m³	**m³/j-p**	**kg/j-p**	**j-p/m³**	**j-p/kg**
1 500	2,6	3 900	0,385	0,000256
1 250	2,6	3 250	0,385	0,000308
1 000	2,6	2 600	0,385	0,000385

B.1.4 Extraction de l'argile

Aucune expérimentation ne semble avoir été effectuée, pour la Mésoamérique, sur l'extraction de l'argile. On dispose de quelques données sur des observations modernes en Asie du Sud-Est. En Birmanie, où le travail manuel était encore très répandu dans les années 1950 si l'on se fie au rapport de l'ECAFE (1961, p. 17), il apparaît que le rapport entre le rendement de l'extraction de *common soil* et de *hard clay* (avec des outils modernes) est de 1,837 pour 1. En effet, le rendement pour l'extraction de la terre est de 5,2 m³ par j-p, contre 2,83 m³ par j-p pour l'argile (ECAFE 1961, p. 18). Si l'on accepte d'appliquer ce rapport à la Mésoamérique (Tableau 115), et si l'on considère que le rendement de l'extraction de terre sans outils métalliques est de 2 m3 par j-p, alors le rendement de l'extraction

d'argile serait de 1,09 m³ par j-p. Si l'on applique la même méthodologie pour les résultats obtenus sur l'extraction de terre et d'argile aux Philippines (*ibid.*, p. 18), alors le rendement de l'extraction de l'argile passe à 1,215 m³ par j-p de 5 heures.

Tableau 114. Extrapolation à la Mésoamérique des rapports entre le rendement de l'extraction de différents types de terres et différents types d'argile établis par l'ECAFE (1961) pour l'Asie du Sud-Est. Les rendements sont synthétisés dans le Tableau I.6, qui prend en compte les différentes densités obtenues pour l'argile.

Type de terre	Rendement Birmanie	Rapport	Extrapolation du rapport à la Mésoamérique
Soft soil	5,81 m³/j-h	x 0,895	2,234 m³/j-h
Common soil	5,20 m³/j-h	x 0,698	**2 m³/j-h**
Clay	3,63 m³/j-h	x 0,779	1,396 m³/j-h
Hard clay	2,83 m³/j-h	x 0,568	**1,087 m³/j-h**
Dry hard clay	1,61 m³/j-h		0,617 m³/j-h

Type de terre	Rendement Philippines	Rapport	Extrapolation du rapport à la Mésoamérique
Soft soil	9,80 m³/j-h	x 0,843	2,372 m³/j-h
Common soil	8,26 m³/j-h	x 0,795	**2 m³/j-h**
Clay	6,57 m³/j-h	x 0,764	1,59 m³/j-h
Hard clay	5,02 m³/j-h	x 0,685	**1,215 m³/j-h**
Dry hard clay	3,44 m³/j-h		0,832 m³/j-h

Tableau 115. Coût énergétique de l'extraction de l'argile en fonction du rendement estimé et de la masse volumique du matériau.

Extraction de l'argile, rapport "Birmanie" masse volumique en kg/m³	**m³/j-p**	**kg/j-p**	**j-p/m³**	**j-p/kg**
2 000	1,09	2 180	0,917	0,000459
1 816	1,09	1 979,44	0,917	0,000505
1 700	1,09	1 853	0,917	0,000540
Extraction de l'argile, rapport "Philippines" masse volumique en kg/m³	**m³/j-p**	**kg/j-p**	**j-p/m³**	**j-p/kg**
2 000	1,215	2 430	0,823	0,000412
1 816	1,215	2 206,44	0,823	0,000453
1 700	1,215	2 065,5	0,823	0,000484

B.1.5 Obtention du bois

L'obtention de bois avec des outils de pierre a fait l'objet de nombreuses expérimentations. Des données bien plus solides que la simple enquête orale d'Erasmus (1965) existent donc à ce sujet. D'après Erasmus, un *tercio* de 30 kg de bois (il semblerait qu'il s'agisse de bois vert pour alimenter une *calera)* est obtenu, à l'aide d'outils de métal, en 90 minutes environ. D'après les informateurs du même chercheur, il faudrait 5 heures pour obtenir la même quantité de 30 kg avec de outils de pierre *(ibid.,* p. 291). Cette estimation n'est contrôlée par aucune expérimentation de la part d'Erasmus. Toutefois, une expérimentation menée par Saraydar et Shimada suggère que ce résultat est assez cohérent. En effet, en comparant le temps pris pour raser toute végétation d'un espace d'environ 84 m², dans un premier temps avec un équipement excluant tout outil de métal, puis à l'aide d'outils modernes, ils ont pu constater que le rapport de rendement entre les outils de pierre et les outils de métal était de 1/3,6 pour la coupe du bois (Saraydar et Shimada 1973, p. 348). Ce résultat était obtenu avec une méthodologie plus fiable que celle d'une précédente tentative qui suggérait un rapport de 1/6 (outils de pierre / outils de métal) pour la coupe du bois (Saraydar et Shimada 1971, p. 217).

B.1.6 Obtention de galets

Abrams (1994, p. 46) évaluait le rendement de l'obtention de galets dans le Río Copán à 7 200 kg par j-p de 8 heures. A Naachtun, la grande majorité des blocs de petite taille constituant les remblais de sols semblent plutôt être des déchets de carrière ou de taille, mais il existe quelques cas de remblais de galets, à l'exemple d'un blocage trouvé dans un remblai Balam II au centre du Complexe à Enceinte (Nondédéo 2014, p. 355).

B.1.7 Question des assistants

Différentes observations et expérimentations ont montré qu'il est utile pour un travailleur extrayant des matières premières d'être accompagné d'un assistant l'aidant à évacuer le matériau extrait et à le stocker dans des paniers. Cela permet de maintenir un rythme d'extraction soutenu, puisque sans assistance le rendement est sérieusement affecté par les pauses incessantes nécessaires à l'évacuation du matériau extrait puis au remplissage des contenants. Il est donc souhaitable de prendre en compte le travail d'assistants dans le cas de l'extraction de la terre, de l'argile et du *sascab.* Dans le cadre du calcul, on considère que ces assistants travaillent avec le même rendement que les travailleurs chargés d'extraire les matières premières, le coût d'extraction en j-p est donc systématiquement doublé.

B.1.8 Réemploi de matériaux de construction

Il est courant d'identifier dans les remblais, ou même les murs, des moellons travaillés, manifestement extraits de constructions anciennes (Abrams 1994, p. 69-70). Il est difficile de quantifier avec exactitude cette pratique[217] (d'autant plus qu'une certaine proportion de ces matériaux de récupération ne peut être identifiée comme telle : que l'on songe à des blocs de pierre bruts provenant d'un remblai et réemployés dans le même type de contexte), mais son existence est tout à fait reconnue et acceptée.
Il est possible que la récupération de matériaux sur des bâtiments existants ait permis de diminuer sensiblement les coûts d'extraction. A l'heure actuelle, à Naachtun, c'est plutôt dans des remblais de la Zone résidentielle que de telles pratiques ont été le plus fermement identifiées pour le Classique ancien. Le remblai de la possible plateforme circulaire 6M-100 contenait de nombreux blocs équarris, portant des traces du mortier de construction et d'enduit (Hiquet, Schwendener *et al.* 2016). On trouvait aussi

217 Abrams (1994, p. 70) estimait par exemple qu'un tiers des pierres formant les parois de la plate-forme de 9M-245-B de Copán pouvait provenir d'une structure démantelée.

des moellons de ce type dans le remblai de la vaste plate-forme basale de 6M22 (Cotom Nimatuj, Hiquet *et al.* 2014). Dans l'Épicentre, on n'a pour l'heure trouvé que peu d'indices directs de réemploi (sous la forme de blocs réemployés) dans les grandes structures du Classique ancien, ce qui est sans doute dû à la méthode de fouille, mais les preuves de démantèlement de structures sont, en revanche, abondantes. Pour l'heure, nos calculs ne prennent pas en compte la possibilité de réemploi de matériaux, dont le coût d'extraction et de transport aurait déjà été calculé pour la structure d'origine. Une fois que la proportion de blocs réutilisés sera mieux connue, il sera aisé de modifier à la baisse la proportion de matériaux à extraire effectivement pour la construction.

B.2 Transformation des matériaux

B.2.1 Production de la chaux

Le stuc et les mortiers à base de chaux sont omniprésents dans la construction monumentale de Naachtun comme de la plupart des autres sites Mayas. Rappelons que tous les bâtiments étaient couverts d'une ou plusieurs couches d'enduit (d'ailleurs, la finition des blocs de parement était, à Naachtun, souvent approximative, puisque la couche de mortier permettait d'en compenser les irrégularités), de même que toutes les places, avec de nombreuses réfections. Une bonne partie des remblais était aussi maintenue par des mortiers, qui étaient bien évidemment aussi utilisés dans l'assemblage des parements. Au contraire de la terre ou de la pierre, la chaux n'est pas une matière première naturelle et doit être manufacturée. Sa fabrication requiert un processus assez long et coûteux en termes de main-d'œuvre. On obtient la chaux en brûlant longuement des blocs de calcaire. Il faut donc couper et rassembler de grandes quantités de bois, collecter et fragmenter les blocs de calcaire, monter un four (appelé *calera*) à partir de ces matériaux et procéder à la combustion du tout. La production de la chaux est une tâche coûteuse, qui a suscité bon nombre de débats parmi les chercheurs, en particulier pour son impact sur l'environnement, tant la demande quotidienne en chaux semblait exorbitante, d'une part, et tant sa fabrication est demandeuse en bois vert. Hansen et ses collègues (R. D. Hansen 1990 ; Schreiner 2002 ; R. D. Hansen, Suyuc Ley *et al.* 2007 ; R. D. Hansen 2013) supposaient que sa consommation avait joué un rôle dans le collapse préclassique et il est possible qu'elle ait également contribué (sans, bien entendu, en être l'unique cause) au collapse du Classique terminal (Lentz *et al.* 2014). D'autres chercheurs tendaient à nuancer cette vision des choses (Russel et Dahlin 2007 ; Wernecke 2008). Le corpus des expérimentations plus ou moins documentées est nourri (E. H. Morris *et al.* 1931 ; Erasmus 1965 ; Schreiner 2001 ; Schreiner 2002 ; Russel et Dahlin 2007 ; Seligson *et al.* 2017b), d'autant plus que l'on considère que la technique de fabrication traditionnelle a persisté jusqu'à une date récente. Il n'est pas inintéressant de relever les scrupules de certains chercheurs, comme Wernecke (2005 ; 2008), quant au préjugé qui consiste à accepter que la méthode de combustion à l'air libre maintes fois observée depuis le XX^{e} siècle est bien représentative des pratiques précolombiennes.
L'immense majorité des chercheurs, depuis l'étude de E. H. Morris *et al.* (1931), ont considéré que cette méthode laborieuse était celle que l'on pratiquait à la période précolombienne, c'est-à-dire dans un contexte où le besoin en chaux était très largement supérieur à la demande familiale au XX^{e} siècle. Il est en réalité possible que des techniques de combustion plus efficaces, impliquant des tranchées ou des fours de pierre aient existé, même si leur usage systématique n'est pas attesté. Abrams et Freter (1996) décrivent ce qui pourrait être un four maçonné et permanent des environs de Copán et Fauvet-Berthelot (1986) rapporte plusieurs cas archéologiques de ce type d'installation à Cauinal, dans les Hautes Terres du Guatemala. Toutefois, d'après Gillot (2018a, p. 195), ces techniques de production intensifiée n'ont pu être mises en évidence au Petén, et concernaient des zones périphériques au Basses Terres centrales, comme le Yucatan (voir Seligson *et al.* 2017a et Seligson *et al.* 2017b sur des fours permanents spécifiques à la Zone Puuc) ou les Hautes Terres du sud. Même ainsi, Russel et Dahlin (2007) rapportaient qu'aucun four maçonné permanent n'avait été mis au jour à Mayapán, alors que les restes probables de *caleras* à l'air libre y ont été retrouvés. Schreiner (2002) considérait également que les *caleras* de plein air pouvaient correspondre aux pratiques précolombiennes. En réalité, les deux

techniques ont pu coexister en Mésoamérique. Ajoutons que le rendement de ces fours permanents a fait l'objet de moins de quantifications que celui des *caleras* en plein air (mais voir Seligson *et al*. 2017b). Wernecke (2005, p. 175) notait tout de même que le rendement d'un four maçonné pourrait être supérieur de 40 à 50 % à celui d'une calera en plein air.

Pour revenir aux observations ethnologiques de *caleras* dites traditionnelles, non permanentes, les résultats montrent une variabilité certaine, mais toutes les études ne se valent pas, loin s'en faut ; ainsi, les chiffres proposés par Erasmus (1965) ont été souvent contestés par la suite, et les résultats des différentes expérimentations sont malheureusement extrêmement disparates quant au rendement de l'opération. L'étude la plus utile est sans nul doute celle de Schreiner (2001 ; 2002). Elle présente l'intérêt de porter sur la construction et la combustion de dix *caleras*, les opérations étant supervisées par des hommes expérimentés et familiarisés avec les techniques de fabrication traditionnelles. Pour Schreiner (*ibid.*, p. 363), il faut, avec des outils modernes, 16 heures de travail intensif (c'est-à-dire, surveillance de la combustion de la calera exclue) pour obtenir 100 kg de chaux, en supposant que le bois était extrait à proximité immédiate de la *calera.* Il considère aussi qu'il faudrait environ 45 heures de travail pour obtenir ces mêmes 100 kg sans outils de métal, en partant du principe que les outils de pierre ont un rendement équivalent à un tiers de celui des outils de métal (voir la sous-section B.1.5). Avec une masse volumique de 850 kg par m³ (mais Schreiner ne la fournit malheureusement pas dans son étude de 2001), il faudrait alors 382,5 heures de travail pour obtenir 1 m³ de chaux, soit 47,8 j-p de 8 heures (ou 0,0209 m³ par j-p). Même si les observations de Schreiner sont dignes de foi, il n'est sans doute pas utile de tripler le coût de préparation de la calera avec des outils modernes pour obtenir le coût de préparation à partir d'outils de pierre : seul le rendement de la coupe de bois est réellement amélioré par l'utilisation d'outils de métal. Ainsi, fractionner les blocs de calcaire à la taille adéquate n'est pas significativement plus rapide lorsque l'on dispose d'outils modernes : Russel et Dahlin (2007, p. 410) rapportaient qu'il suffit d'entrechoquer les blocs l'un contre l'autre pour arriver rapidement au format voulu. Selon les mêmes auteurs (*ibid.*), qui ont quantifié la combustion d'une *calera* expérimentale auprès de producteurs yucatèques travaillant avec la méthode traditionnelle (mais des outils modernes), une (très petite) *calera* à l'air libre produisant 0,5 m³ de chaux aurait demandé 18 j-p de travail, répartis de la manière suivante : 10,5 j-p (de 5 heures) nécessaires pour obtenir le bois et les pierres, 4,5 j-p (de 8 heures) nécessaires pour construire la *calera* et 3 j-p (très longs, puisqu'il faut être présent tout au long de la combustion) pour superviser le processus de combustion, soit un total de 18 j-p. Les auteurs, considérant que la *calera* était très petite par rapport aux pratiques normales de la production, ont extrapolé leurs résultats pour calculer le coût de l'obtention de 2 m³ de chaux, en multipliant par 4 les 18 j-p obtenus, ce qui donne 72 j-p (*ibid.*, p. 417). Selon la même logique, il faudrait 36 j-p pour obtenir 1 m³ de chaux, un volume dont la masse est évaluée dans cette étude à 505 kg. Toutefois, cette logique d'extrapolation nous semble perfectible. Si l'on peut effectivement multiplier par 4 les coûts d'obtention des matières premières (donc, 42 j-p de 5 heures) et de construction de la calera (18 j-p de 8 heures), le temps de combustion n'est pas nécessairement, lui, à multiplier par 4. Schreiner (2001, p. 359) rapportait que la majorité des caleras dites traditionnelles (y compris celles du format de cette hypothétique calera produisant 2 m³ de chaux) se consument en un jour complet. On obtient donc, au lieu de 72 j-p, 66 j-p pour 2 m³. Pour 1 m³, il faudrait 21 j-p pour l'obtention des matières premières, 9 j-p pour construire la *calera*, et 3 j-p pour la combustion, soit 33 j-p. D'après plusieurs chercheurs, dont Abrams (1994, p. 48), le ratio d'efficacité entre des outils modernes de métal et des outils de pierres est de 1,5/1 (rappelons que Schreiner privilégiait un rapport différent). Si l'on applique ce ratio à l'extraction des matières premières, mais pas, comme on l'a déjà expliqué, au montage de la *calera* ainsi qu'à la gestion de la combustion, on obtient 31,5 j-p de travail d'obtention des matériaux, et toujours 9 j-p de construction et 3 j-p de combustion, soit 43,5 j-p pour 1 m³ de chaux, un rendement que l'on peut rapprocher de celui qui est proposé par Schreiner (2001), à cette réserve près que Russel et Dahlin considèrent que la densité de la chaux est de 0,505 (Schreiner ne donne pas de densité dans son article de 2001). Enfin, Abrams (1994, p. 49) proposait un coût production de 43,9 j-p par m³, en croisant ses données avec celles fournies par Erasmus (1965).

A partir de données tout à fait indépendantes les unes des autres, voire contradictoires, Abrams (1994), Schreiner (2001) et Russel et Dahlin (2007) obtenaient un rendement de la production de chaux proche de 45 j-p par m³, qui est l'indice qui est utilisé dans cette thèse, sans pour autant que sa méthode d'obtention soit exempte de critiques. Mentionnons également l'étude, par Abrams et Freter (1996), d'un possible four fermé identifié dans les environs de Copán, au rendement probablement nettement supérieur aux *caleras* de plein air, qui sont en réalité assez inefficaces. Ce four fermé pourrait produire de 6 à 10 m³ de chaux par combustion (*ibid.*, p. 424). Pour la production par *calera* ouverte, les rendements sont synthétisés dans le Tableau 117.

Tableau 116. Coût énergétique de la production de chaux par calera en plein air.

Masse volumique en kg/m³	m³/j-p	kg/j-p	j-p/m³	j-p/kg
1 025	0,0222	22,778	45	0,043902
850	0,0222	18,889	45	0,052941
505	0,0222	11,222	45	0,089109

Une première tentative de calcul de coût énergétique de la construction monumentale de Naachtun fondée sur un coût de production de la chaux beaucoup moins élevé avait été présentée lors du *Congreso de Arquitectura e Iconografía Precolombina*, en 2016 (Hiquet, Froustey et al. 2016). Le rendement utilisé était de 15,3 j-p par m³, calculé à partir des chiffres de Schreiner (2001) sur la production actuelle et d'une estimation de la densité de la chaux à 505 kg/m³ comme proposé par Russel et Dahlin (2007).

Question de l'organisation de la production

Cette estimation complexe du rendement ne doit pas occulter que la chaux était sans doute produite selon des modalités particulières, n'impliquant probablement pas le même type de mobilisation de la main-d'œuvre que les autres tâches de la chaîne opératoire de la construction monumentale. Une chaux de bonne qualité utilisable dans l'architecture monumentale doit être éteinte progressivement, à l'air libre, durant plusieurs mois voire plus d'une année : voir, à ce sujet, les explications de Gillot (2018a). Ainsi, selon Schreiner (2001, p. 359) : « *Algunos caleros del norte de las Tierras Bajas que ocasionalmente queman una calera todavía mantienen la costumbre Maya de quemar en la época de lluvias y dejar la cal al aire libre para que se apague de manera natural por dos o tres años antes de ser utilizada en arquitectura. Este método de apagar, que es considerado necesario si se desea una cal durable que no se resquebraje, se ha perdido completamente en Petén.*[218]»
Dès lors, il est peu probable que le coût de la production de chaux soit une donnée pertinente pour les questions d'effectifs de main-d'œuvre, s'il fallait prévoir la production avec des années d'avance sur la construction. De plus, la demande était telle (il faut penser à la nixtamalisation pratiquée par toutes les familles au quotidien, aux besoins pour la construction résidentielle, ainsi qu'aux continuelles réparations des sols de stuc qui couvraient la majorité de la cité, voir l'étude de Russel et Dahlin 2007, pour Mayapan) que des familles de spécialistes devaient probablement se consacrer à temps complet à

218 « Quelques *caleros* du nord des Basses Terres qui brûlent occasionnellement une *calera* maintiennent encore la coutume maya consistant à procéder à la combustion lors de la saison des pluies et à laisser la chaux à l'air libre durant deux ou trois ans afin qu'elle s'éteigne naturellement, avant qu'elle ne soit employée dans l'architecture. Cette méthode, qui est considérée comme nécessaire si l'on désire une chaux durable, qui ne se fissure pas, a été complètement abandonnée au Petén. »

la fabrication de chaux (en parallèle de la production plus ponctuelle à l'échelle des unités résidentielles).
Pour certains auteurs, en revanche la production n'était possible, même pour les spécialistes, qu'au cours de la saison sèche (Abrams et Freter 1996, p. 426 ; Russel et Dahlin 2007).

B.2.2 Production des mortiers

Les mortiers, qui confèrent leur solidité aux éléments maçonnés et sont indispensables au maintien des voûtes (Gillot 2018a, p. 280), sont invariablement composés d'un liant (chez les Mayas, il s'agit soit de la chaux, soit de la terre, ou d'un mélange des deux), d'une charge (généralement, dans le contexte qui nous intéresse, il s'agit du *sascab*, mais on peut aussi utiliser de la terre ou d'autres matériaux), et d'eau. Pour plus de précisions d'ordre technique ou terminologique, on renvoie à la thèse de Gillot (*ibid*.).

B.2.2.1 Production de mortier de terre

Murakami (2015, p. 270) a observé la fabrication de mortier de terre (avec un ratio de 3 volumes de terre pour 2 volumes d'eau) : le rendement est estimé à 2,13 m³ par j-p.

Tableau 117. Rendement du mélange des ingrédients du mortier de terre selon les observations de Murakami (2015).

Masse volumique en kg/m³	m³/j-p	kg/j-p	j-p/m³	j-p/kg
?	2,1300	?	0,4695	?

B.2.2.2 Production de mortier de chaux

La recette du mortier de chaux et de *sascab* abondamment utilisé par les Mayas varie dans les proportions et qualités de ces ingrédients, en particulier en fonction de la destination du mortier, mais aussi en fonction des possibilités d'investissement énergétique des constructeurs, ou encore des matériaux disponibles. De plus, comme le font remarquer Wernecke (2008, p. 203) ou Gillot (2018a, p. 206, 215), le *sascab* et la chaux ayant la même composition chimique, il n'est pas toujours aisé de distinguer l'un de l'autre dans une analyse de la composition des mortiers. De manière très globale, la composition des mortiers actuels fabriqués par les maçons mayas est souvent estimée à un volume de chaux pour deux volumes de *sascab* (E. H. Morris et al. 1931, p. 223 ; Redfield et Villa Rojas 1934, p. 55 ; Erasmus 1965, p. 292 ; Abrams et Freter 1996, p. 424 ; Gillot 2018a, p. 216). Dans les cas archéologiques, on rencontre une très grande variation dans les proportions et la variété des ingrédients (Erasmus 1965, p. 292 ; Villaseñor et Aimers 2009, p. 40-41 ; Spensley Moriarty 2012 ; Gillot 2018a, p. 215)[219]. E. H. Morris *et al.* (1931, p. 323) ont observé[220], à Chichen Itza, une grande variation dans la composition des mortiers, avec des mélanges allant de quatre parts de *sascab* pour une part de chaux à une part (ou une part et demie) de *sascab* pour une part de chaux. Pour les mortiers archéologiques de Río Bec, Gillot (2018a, p.

219 Certains de ces auteurs liaient la diminution de la part de chaux (dont l'obtention implique un investissement énergétique et écologique substantiel) aux crises environnementales et politiques, en particulier celle du Classique terminal. La même pratique était attribuée, pour Calakmul au Classique ancien, aux conséquences de la crise du Préclassique terminal (Villaseñor et Aimers 2009).
220 Ou plus exactement, disaient avoir observé. On peut se demander, en effet, par quels moyens ils ont pu déterminer la composition des mortiers archéologiques, si aujourd'hui encore la tâche n'est qu'imparfaitement menée à bien.

215) évoquait des rapports liant / charge généralement compris entre 1 / 1 et 1 / 3. Pour les couches superficielles des enduits des parements et des sols de circulation, désignés en archéologie maya sous l'appellation générique de stuc (un emploi quelque peu abusif d'un terme qui ne devrait en réalité s'appliquer qu'aux décors modelés ou moulés) le rapport était inversé, et allait d'une part de chaux pour une part de *sascab* à deux ou trois parts de chaux pour une part de *sascab* (*ibid.*, p. 221). De la même manière, Avallone *et al.* (2007, p. 6-166) donnent des proportions d'un volume de chaux pour un volume de charge pour la base de l'enduit dans le cadre d'un enduit appliqué par couches successives, alors que la couche superficielle doit même contenir plus de chaux que de charge. Toutefois, dans le cas de Río Bec, Gillot (2018a, p. 416) remarquait que la proportion de chaux n'était peut-être pas si importante dans les enduits des sols, et que de la terre pouvait être ajoutée au mélange.
Rappelons que d'après Erasmus (1965, p. 290), le mélange sec *sascab*-chaux peut perdre jusqu'à 30 % de son volume lorsque l'on ajoute l'eau. Il est donc nécessaire d'extraire, obtenir et transporter un volume plus important de chaux et de *sascab* que le volume recherché. Les tableaux suivants synthétisent les quantités de chaux et de *sascab* nécessaires selon le volume de mortier présent dans 1 m³ de remblai, de sol ou de mur et selon la composition (1 volume de chaux / 2 volumes de *sascab*, et 2 volumes de chaux / 1 volume de *sascab*), en tenant compte de la réduction du volume lors de la fabrication du mortier.

Tableau 118. Volume de chaux et de sascab *à obtenir en fonction de la proportion de mortier dans le volume cible, pour un mortier à 2 volumes de* sascab *pour 1 volume de chaux.*

Part de mortier en % du volume cible	**Part de mortier en % du volume cible avant perte de 30 % du volume**	**Part de chaux en % du volume cible**	**Part de *sascab* en % du volume cible**	**Volume de chaux en m³ par m³ du volume cible**	**Volume de *sascab* en m³ par m³ du volume cible**
1	1,43	0,48	0,95	0,005	0,01
2	2,86	0,95	1,9	0,01	0,019
5	7,14	2,38	4,76	0,024	0,048
10	14,29	4,76	9,52	0,048	0,095
15	21,43	7,14	14,29	0,071	0,143
20	28,57	9,52	19,05	0,095	0,19
25	35,71	11,9	23,81	0,119	0,238
30	42,86	14,28	28,57	0,143	0,286
35	50	16,67	33,34	0,167	0,333
40	57,14	19,05	38,1	0,19	0,381
45	64,29	21,43	42,86	0,214	0,429
50	71,43	23,81	47,62	0,238	0,476
55	78,57	26,19	52,38	0,262	0,524
60	85,71	28,57	57,15	0,286	0,571
65	92,86	30,95	61,91	0,309	0,619
70	100	33,33	66,67	0,333	0,667
75	107,14	35,71	71,43	0,357	0,714
80	114,29	38,09	76,19	0,381	0,762
85	121,43	40,47	80,96	0,405	0,81
90	128,57	42,85	85,72	0,429	0,857

95	135,71	45,23	90,48	0,452	0,905
100	142,86	47,61	95,24	0,476	0,952

Tableau 119. Volume de chaux et de sascab *à obtenir en fonction de la proportion de mortier dans le volume cible, pour un mortier à 1 volume de* sascab *pour 2 volumes de chaux.*

Part de mortier en % du volume cible	**Part de mortier en % du volume cible avant perte de 30 % du volume**	**Part de chaux en % du volume cible**	**Part de *sascab* en % du volume cible**	**Volume de chaux en m³ par m³ du volume cible**	**Volume de *sascab* en m³ par m³ du volume cible**
1	1,43	0,95	0,48	0,01	0,005
2	2,86	1,9	0,95	0,019	0,01
5	7,14	4,76	2,38	0,048	0,024
10	14,29	9,52	4,76	0,095	0,048
15	21,43	14,29	7,14	0,143	0,071
20	28,57	19,05	9,52	0,19	0,095
25	35,71	23,81	11,9	0,238	0,119
30	42,86	28,57	14,28	0,286	0,143
35	50	33,34	16,67	0,333	0,167
40	57,14	38,1	19,05	0,381	0,19
45	64,29	42,86	21,43	0,429	0,214
50	71,43	47,62	23,81	0,476	0,238
55	78,57	52,38	26,19	0,524	0,262
60	85,71	57,15	28,57	0,571	0,286
65	92,86	61,91	30,95	0,619	0,309
70	100	66,67	33,33	0,667	0,333
75	107,14	71,43	35,71	0,714	0,357
80	114,29	76,19	38,09	0,762	0,381
85	121,43	80,96	40,47	0,81	0,405
90	128,57	85,72	42,85	0,857	0,429
95	135,71	90,48	45,23	0,905	0,452
100	142,86	95,24	47,61	0,952	0,476

B.2.2.3 Le gâchage du mortier

Murakami (2015, p. 271) a mesuré le rendement du gâchage, c'est-à-dire, du mélange de la chaux avec l'eau et le *sascab* (à Teotihuacan, cadre des expérimentations de Murakami, on utilise comme charge de la cendre volcanique ou du sable plutôt que du *sascab).* L'opération doit être effectuée avec soin et

demande du temps (Gillot 2018a, p. 204) : le rendement mesuré par Murakami est de 0,21754 m³ par j-p, soit 4,6 j-p pour 1 m³. La masse volumique du mortier fabriqué pour Murakami n'est pas communiquée, mais le calcul peut fonctionner à partir du seul volume.

Tableau 120. Rendement du gâchage du mortier de chaux selon les observations de Murakami (2015).

Masse volumique en kg/m³	m³/j-p	kg/j-p	j-p/m³	j-p/kg
?	0,2174	?	4,6	?

B.2.3 Utilisation de l'eau dans les remblais, les parements et les mortiers

Les maçons travaillaient des matériaux préalablement humidifiés. En effet, la pierre, probablement mise à sécher après son extraction, afin d'augmenter ses propriétés de résistance à la pression (Gillot 2018a, p. 101), absorberait l'eau contenue dans les mortiers si elle n'était pas humidifiée peu avant la construction, provoquant fissures et perte de solidité *(ibid.,* p. 116). Il était donc nécessaire d'arroser les pierres d'une manière ou d'une autre avant de procéder à l'assemblage des parements. Il est à noter que la question de la saison de la construction se pose dans ce contexte. Dans la logique qui vient d'être exposée, le besoin en eau est inversement proportionnel à l'humidité de l'air et des matériaux. Si la construction était faite au cours de la saison humide, alors il n'était pas nécessaire d'employer de grandes quantités d'eau. A l'inverse, dans un environnement très sec, il était logiquement nécessaire d'employer plus d'eau. Abrams (1994, p. 52) décidait d'écarter de ses calculs le coût de l'emploi de l'eau dans les remblais et la maçonnerie, qui ne représentait par exemple, dans le cadre de la construction du Palais 10L-22 de Copán, que 110 j-h, soit 0,4 % des 30 499 j-p totaux. Carrelli (2004) préférait, au contraire, intégrer ce coût à ses estimations.

B.2.3.1 Les remblais

Carrelli *(ibid.,* p. 118) a observé, lors des travaux de restauration architecturale à Copán, que 100 l. d'eau sont utilisés pour 3 m³ de remblai « *wet-laid fill* ».

B.2.3.2 Les parements

Faute de données plus précises, on emploiera, pour l'humidification des pierres préalable à l'application des mortiers, le même taux de 100 l. d'eau pour 3 m³ de parement, qui surestime peut-être le coût en eau.

B.2.3.3 Les mortiers

En ce qui concerne l'eau utilisée dans le gâchage des mortiers, il est difficile de la quantifier de manière très précise. Le besoin varie en fonction de très nombreuses variables, la principale étant la solidité recherchée : plus le mortier doit être dur et résistant, moins il faut y ajouter d'eau. Les proportions exactes varient avec les conditions d'humidité du milieu et les connaissances empiriques du maçon, mais il est certain que l'apport en eau devait être très progressif, car un mortier contenant trop d'eau perd définitivement ses propriétés. Dans son étude sur l'architecture de Río Bec, Gillot (2018a, p. 205) évoque seulement le besoin de « volumes relativement importants ». A l'heure actuelle, on considère (Avallone *et al.* 2007, p. 6-167), pour la fabrication des mortiers, que le rapport volume d'eau / volume de ciment (dans notre cas, la chaux) ne doit pas dépasser 0,5 / 1. Pour un mortier particulièrement

résistant, on peut même baisser le volume d'eau à un tiers du volume de ciment. Pour un mortier courant, on reprendra donc dans nos calculs le rapport 0,5/1.

B.2.4 Taille des blocs

Quand bien même l'extraction en carrière produisait des blocs parallélépipédiques relativement réguliers, il était par la suite nécessaire de les dégrossir et de procéder à des finitions pour permettre leur utilisation dans les parements (notons toutefois que pour Abrams 1998, p. 125, le travail lors de l'extraction des blocs de calcaire par la technique des tranchées de havage était suffisant, au moins dans le cadre de la construction préclassique, qui employait directement des blocs très volumineux ; il n'aurait pas été nécessaire de retoucher les blocs). Le rendement de la taille de blocs pour les parements dépend de plusieurs variables, au premier rang desquelles se trouve le type de pierre concerné (calcaire plus ou moins dur, tuf...), mais aussi la qualité recherchée (il arrive que l'on observe de nettes variations de qualité au sein d'un même édifice, le travail des blocs des parois visibles de l'extérieur étant généralement bien plus soigné que celui des segments moins visibles, Carmean *et al.* 2011 ; Gillot 2018a). Grâce à plusieurs expérimentations à l'aide d'outils de pierre et de métal, Abrams (1994, p. 48) a pu déterminer qu'il faut 11,6 j-p pour tailler 1 m³ de blocs de tuf sur 5 faces avec des outils de pierre, ce qui correspond à un rendement de 0,0862 m³ par j-p. Précisons qu'il ne s'agit pas de tailler un seul bloc de 1 m³, (une tâche qui serait absurde dans le cadre d'une étude de l'architecture maya) mais plusieurs blocs de petit module totalisant 1 m³.
Dans le cas de blocs seulement taillés sur une face, Abrams *(ibid.,* p. 48) estime le coût (sans avoir pratiqué d'expérimentation quantifiée) à 1,16 j-p par m³, ou 0,862 m³ par j-p. Cette estimation correspond simplement à l0 % de l'effort investi pour la taille fine sur 5 faces.
L'expérimentation de taille avec outils de pierre menée par Michelet, Bessac *et al.* (2015) dans la région Puuc est sans doute plus utile pour nos objectifs, puisqu'elle porte sur la taille du calcaire. On ne s'étendra pas sur la taille de pierres de voûte « en botte » ou de décors élaborés, typiques de l'architecture de cette région et inconnus à Naachtun. En revanche, le rendement du dressage pour un « revêtement ordinaire » constitue un repère utile. Il est évalué à 15 - 16 heures de travail par m² de blocs de façade. Au vu de la qualité relativement basse des parements classiques anciens de Naachtun, choisissons l'option la plus rapide, 15 heures. Si l'on considère que ces blocs de parement ont une profondeur de 20 cm, alors 5 m² équivalent à 1 m³ de parement. Il faut donc 75 heures de taille (15 x 5) pour parvenir à 1 m³ de parement, ce qui équivaut à 9,375 j-p par m³, ou 0,1066 m³ par j-p. Si l'on préfère un rendement exprimé en surface, alors il faut 1,875 j-p pour tailler 1 m² de parement, soit 0,533 m² de parement taillé par j-p. Ces rendements sont synthétisés dans le Tableau 122.

Tableau 121. Rendements de la taille de blocs de parement selon les observations d'Abrams (1994) et Michelet, Bessac et al. (2015).

Taille de blocs de parement sur toutes leurs faces	**m³/j-p**	**j-p/ m³**
Expérimentation d'Abrams (1994)	0,0862	11,6
Expérimentation de Michelet, Bessac *et al.* (2015)	0,1067	9,375
Taille de blocs de parement sur une seule face	**m³/j-p**	**j-p/ m³**
Expérimentation d'Abrams (1994)	0,8621	1,16

Rappelons que la taille des blocs implique qu'il faille extraire et transporter un plus grand volume de pierre que celui que l'on retrouve effectivement dans la construction. Ce volume supplémentaire doit donc être pris en compte. Pour Abrams (1994, p. 46), c'est plus de la moitié du volume de pierre qui était écarté lors de la taille des blocs de tuf, mais dans le cadre de l'extraction du calcaire en carrière, on propose de ramener ce taux à un quart du volume à écarter[221]. Ces déchets étaient probablement réemployés dans les remblais, et il faudrait tenir compte de ce gain de temps, c'est pourquoi on considère dans les calculs pour Naachtun que le blocage interne des murs et des voûtes provenait de ces opérations : on ne compte donc pas de coût d'extraction pour ces matériaux, mais seulement leur transport depuis la carrière ou le lieu de taille.
Insistons sur le fait que dans le cas de Naachtun au Classique ancien, on n'observe guère l'emploi de pierres finement dressées comme on peut les trouver dans les Zones Puuc ou Río Bec à la fin de la période classique (même si les jambages ou les voûtes pouvaient faire l'objet d'un soin particulier). La décoration architectonique de pierre est absente (on lui préfère le modelage du stuc) et les pierres de parement ne sont souvent qu'imparfaitement équarries, une caractéristique répandue au Classique ancien, les imperfections étant compensées par des coins, du mortier, et l'enduit de stuc (Falkenhausen 1985, p. 129). A titre de repère, mentionnons tout de même que d'après Erasmus (1965, p. 293), il faut 30 j-p pour tailler une surface simple de 1 m² avec des outils de pierre, soit un rendement de 0,033 m² par j-p. Selon Abrams (1994, p. 49), il faudrait 31,15 j-p pour tailler un 1 m² de décor simple et 112,36 j-p pour tailler 1 m² de décor complexe (probablement avec des outils modernes). Pour Michelet, Bessac *et al.* (2015), il faut 35 heures de travail pour tailler 1 m² de blocs de parement de qualité supérieure.

B.2.5 Fabrication de linteaux de bois

D'après Abrams (1994, p. 52) la taille de linteaux de bois est une activité négligeable dans le calcul des coûts totaux. Pour le palais 10L-22 de Copán, cette tâche (comprenant l'abattage des arbres, leur transport, et la taille des linteaux) représente 37 j-p, soit 0,1 % des 30 499 j-p totaux.

B.3 Transport des matériaux

B.3.1 Formule

La formule du calcul de coût du transport des matériaux, par des travailleurs transportant leur charge individuellement est la suivante : rendement pour un jour-personne = Q x 1/(L/V + L/V') x H. Q est la quantité de matériau par chargement, exprimée en m³ ou en kg. L est la distance de transport, exprimée en km[222]. V est la vitesse de transport chargé, exprimée en km/h. V' est la vitesse de transport à vide, exprimée en km/h. H est le nombre d'heures de la journée de travail (excluant les moments de repos statique). Une formule légèrement plus complexe était proposée dans un rapport de l'ECAFE (1961), mais celle que l'on emploie ici est le résultat d'une simplification par Aaberg et Bonsignore (1975, p. 46), allégée de la prise en compte des temps de chargement et de déchargement, considérés comme négligeables. Ils ne le sont, en réalité, que si la distance de transport est longue. Plus elle est courte, et plus ce temps de chargement, déchargement et repos prend de l'importance, comme l'observait Erasmus (1965, p. 287). La question se pose dans notre cas, parce qu'il semble qu'à Naachtun, la pierre comme la terre employées dans les remblais étaient extraites à proximité directe des structures, peut-être à moins de 100 mètres à vol d'oiseau de celles-ci. La multiplication des allers-retours fait que le

221 La technique d'extraction des blocs de tuf à Copán produit en effet de gros fragments irréguliers, qui doivent faire l'objet d'un travail approfondi de débitage, alors que des blocs beaucoup plus réguliers étaient extraits des carrières de calcaire du Petén.
222 Dans l'application développée pour les calculs, la distance peut être exprimée indifféremment en mètres, en kilomètres ou en tout autre unité de mesure de distance, la conversion est automatique.

temps de chargement, déchargement et repos peut influencer le résultat. Il faut aussi bien considérer le fait que le temps pris en compte dans la formule exclut les moments de repos. Si, donc, H = 5, cela peut correspondre, par exemple, à une journée de 6 heures de travail, pauses incluses. Pour Teotihuacan (où les matériaux étaient prélevés à une grande distance du lieu de construction), Murakami (2015, p. 269) emploie la formule telle quelle, avec une vitesse de transport de 3 km/h chargé et 5 km/h à vide. Sur de longues distances, le retour à vide à un pas lent constitue déjà un moment de repos relatif. Notre expérience dans le remblaiement des tranchées et sondages en fin de fouille nous montre, au contraire, que les transports sur de courtes distances sollicitent le travailleur de manière bien plus soutenue.

B.3.2 Paramètres

B.3.2.1 Distance de transport

Il reste à déterminer les différents paramètres à employer dans la formule. La distance de transport se détermine au cas par cas. Bien souvent, les carrières sont visibles. Beaucoup se situent à proximité directe des édifices. La terre et le *sascab,* abondants, devaient être extraits, de même, à proximité des lieux de construction. L'Annexe C indique la localisation probable ou certaine des gisements de matières premières à Naachtun. Selon Gillot (2018a, p. 157), il est possible que les pierres aient été taillées aux abords de leur lieu même d'extraction, ce qui éviterait des déplacements inutiles des matériaux.

B.3.2.2 Vitesse de transport

Il est très largement accepté que l'être humain marche à environ 5 km/heure. Les porteurs observés par Erasmus (1965) pouvaient compléter un aller-retour à plus de 4 km/h de moyenne. On peut considérer qu'un porteur transporte une charge moyenne à 3,5 km/h, et qu'il se déplace, sans chargement, à 5 voire 5,5 km/h. Pour un chargement plus pesant, on peut encore diminuer la vitesse à 2 km/h. La question des pauses peut être traitée à part, par exemple en considérant que la journée totale de travail dure 6 heures, avec 1 heure de pauses cumulées.

B.3.2.3 Quantités transportées

La variable la plus complexe à vérifier est celle de la quantité de matériau transportée par trajet. Il existe cependant divers indices permettant d'estimer cette quantité. Ils sont issus de l'ethnohistoire, de l'ethnologie, de l'archéologie et de l'expérimentation. Il est, bien entendu, impératif d'établir une distinction entre les différents matériaux à transporter : la terre, le *sascab,* les pierres ou l'eau ne sont pas transportés dans les mêmes conditions et en mêmes quantités.

Terre, *sascab*, petites pierres, argile

Ces matériaux doivent être transportés dans des paniers, sans doute portés grâce à un *mecapal.* Dans certains sites d'Amérique du Nord, il a été possible de retrouver des vestiges ou des négatifs des contenants, qui étaient déposés tels quels dans les remblais. A partir de ces traces (par exemple illustrées *in* J. A. Ford et Webb 1956, pp. 110-111 pour le site de Poverty Point, en Louisiane), le volume de ces paniers a pu être reconstitué (voir les exemples donnés par Lacquement 2019, p. 168). Il est à noter que ces reconstitutions aboutissent généralement à des charges relativement réduites, souvent bien en deçà de 25 kg. Aaberg et Bonsignore (1975) considéraient que les paniers dans lesquels étaient transportés les matériaux avaient une contenance de 15 kg au minimum (un chiffre basé sur des données de Shetrone 1936 pour Monk's Mound). Notons que Díaz del Castillo (1996, 129-130, Chapitre XLV) rapportait à plusieurs reprises que les porteurs indigènes accompagnant les Espagnols dans leur trajet depuis la côte du Veracruz jusqu'à Tenochtitlan étaient chargés de « deux *arrobas* », qui équivalent

à 23 kg[223]. López Luján *et al.* (2003, p. 140) mentionnaient le même chiffre de 23 kg pour le transport terrestre à Mexico.
Les seaux employés pour le transport de terre et de petites pierres lors de nos fouilles à Naachtun en 2017 permettent de transporter, lorsqu'ils sont généreusement remplis, 5 gallons (US) de matériaux, soit 18,927 litres. Ces seaux, vides, pesaient environ 1 kg. A Naachtun, les 18,927 litres de terre pèsent en moyenne une vingtaine de kg. Erasmus (1965, p. 284-285) aboutissait à des résultats exactement identiques pour le transport de terre avec le même type de seau. Abrams (1994, p. 48) utilisait, sans plus de précision, le chiffre de 22 kg de matériaux transportés par trajet. L'effort représenté par le transport de cette quantité de terre sur plusieurs dizaines de mètres est tout à fait respectable, même si la question de la technique de portage entre en jeu : transporter une vingtaine de kg avec un mecapal est sans aucun doute plus commode que de transporter le même poids dans un seau de plastique. On peut, en tout cas, considérer qu'une vingtaine de kg est une approximation valable pour le transport de terre, *sascab*, argile et pierres de petit module, d'autant plus que remplir de plus grands contenants serait une tâche assez coûteuse. On considère aussi que le mortier pouvait être transporté dans ces quantités (avec une densité de 2,3, cela représenterait environ 0,01 m^3 par trajet).
On pourrait, toutefois, supposer que des charges plus lourdes étaient transportées dans les cas où le trajet à effectuer était beaucoup plus long (de l'ordre de plusieurs centaines de mètres, voire plusieurs kilomètres), de manière à rentabiliser le déplacement. Redfield et Villa Rojas (1934, p. 52, 55) exprimaient la capacité de transport de matériaux de construction avec *mecapal* en termes de *cargas*, une unité de volume appliquée originellement à la production agricole mais qui peut être généralisée à tout autre matériau transporté, et qui correspond à une charge d'environ 42 kg. Ainsi, un homme pouvait transporter, à Chan Kom, 10 *cargas* de chaux par jour depuis la *calera*, implantée en périphérie du village, jusqu'au lieu de construction, et 7 *cargas* de *sascab*, qu'il se serait lui-même chargé d'extraire dans des gisements situés à 1 km du village.

Pierres

Le cas des pierres pour le remblai et le parement est quelque peu différent, même si beaucoup étaient sans doute aussi portées grâce à un *mecapal.* Toutefois, il est impossible de réduire le poids d'un bloc (contrairement à la terre qui peut être transportée en moindres quantités). Le poids moyen transporté devait donc logiquement être supérieur à celui des charges de terre, et c'est ce qui était observé par Erasmus (1965, p. 287, Table 3) : on peut voir que le poids moyen de pierres transporté lors de chaque trajet était compris entre 23 et 34 kg.
En 2017, nous avons pesé une sélection de pierres de parement et de remblai provenant de diverses structures du Classique ancien[224]. Il est apparu que transporter une pierre de plus de 25 kg (encore une fois, sans *mecapal*) est une tâche relativement coûteuse, qui ralentit très considérablement la progression du porteur (cela a donc une influence importante sur la vitesse moyenne de transport). La pesée de ces blocs a montré que l'emploi de pierres dont la masse dépassait 50 kg était assez courant. La pierre la plus lourde que nous ayons pesée, appartenant au remblai de la Structure XX, a été mesurée à 70,15 kg. A partir de cette masse, les blocs (on trouve dans les décombres de certaines structures des blocs encore plus massifs, que nous n'avons pas souhaité peser) étaient probablement déplacés par plus d'un porteur. Il est difficile d'établir un poids moyen pour le transport des pierres, mais 40 kg portés à l'aide d'un *mecapal* constitue peut-être un bon compromis.

223 Il est intéressant de constater que Díaz del Castillo (1996) précisait aussi que ces porteurs parcouraient 5 lieues ainsi chargés, soit une vingtaine de kilomètres. La définition originelle d'une lieue étant (indépendamment des variations locales des unités de mesure) la distance parcourue par une personne au cours d'une heure de marche. Cela nous ramène donc à une journée d'effort intense de 5 heures.
224 Que Gerardo Maas (de Santa Elena) et Eduardo Álvarez (de la communauté de Uaxactún) soient ici remerciés pour leur contribution à ces travaux.

Quelques observations modernes permettent de compléter les indications fragmentaires obtenues dans les remblais archéologiques. En 1965, Becquelin, Breton *et al.* (2001, p. 207) ont observé à Acul, dans les hautes terres du Guatemala, qu'un homme équipé d'un *mecapal* peut porter des charges allant jusqu'à 40 kg, dans le cadre de travaux de construction, et N. Hammond (1978, p. 23) évoque le cas de marchands ambulants se rendant de Cobán au sud Belize, par voie terrestre, portant par *mecapal* des charges de 45 kg, au moins en début de parcours.
Voir aussi, pour des observations comparables (l'intervalle 40-50 kg revenant fréquemment), les chiffres cités par Tourtellot (1978). Il paraît donc raisonnable de proposer des estimations maximales autour de 40 kg. Le compte-rendu de Becquelin a ceci de précieux qu'il concerne un cas réel de transport en contexte de construction, alors que les autres observations concernent des porteurs professionnels voyageant sur de très longues distances et pour qui il n'est pas envisageable de faire des allers-retours continuels entre un lieu d'approvisionnement et la destination, ce qui pourrait obliger à maximiser la charge. Les chiffres semblent pourtant identiques dans les deux cas. L'impact sur le coût total de la construction peut être relativement important. Si l'on imagine le cas de 1000 m³ de matériaux transportés sur 100 mètres, à une vitesse de 5 km/h à vide et de 3 km/h chargé, le coût est de 666,7 j-p si chaque chargement pèse 20 kg, contre 333,3 j-p avec des chargements de 40 kg.

Eau

En ce qui concerne le transport de l'eau, de nombreux fragments de jarres ont été retrouvés dans des contextes de différentes périodes à Naachtun comme dans d'autres sites mayas. Carrelli (2004, p. 118) privilégiait pour ses calculs sur le coût de la construction des étapes sub de l'acropole de Copán une contenance moyenne de 10 l. pour les jarres servant à transporter l'eau sur les chantiers. Il ne fait pas de doute que des récipients utilisés par les Mayas à Naachtun pouvaient avoir une contenance largement supérieure à 10 l. Que l'on songe, pour s'en convaincre, aux peintures de la Structure Sub 1-4 Chiik Nahb de Calakmul, où l'on voit différents personnages, masculins et féminins, y compris une femme âgée, transporter de lourdes et volumineuses jarres d'*atole* (Carrasco Vargas et Cordeiro Baqueiro 2012 ; Martin 2012).
Il est donc bien possible que le volume d'eau transporté à chaque trajet ait été supérieur à 10 l. Mentionnons que Tourtellot (1978, p. 74) a observé des porteurs d'eau transporter toute une journée durant une charge de 34 kg (le poids du récipient n'est pas précisé). A ce jour, le volume exact des jarres archéologiques de Naachtun n'a pas été mesuré avec exactitude. A titre de repère, remarquons que la célèbre *tinaja* de plastique rayé de marque Guateplast que l'on trouve dans de nombreux foyers guatémaltèques actuels (Figure 158), dont la forme est directement inspirée de celle des récipients de terre cuite utilisés au Guatemala durant la première moitié du XX^{e} siècle, est proposée avec une contenance de 7, 11 et 16 l., pour des dimensions respectives de 31 (h) x 26 x 27 cm, 36 (h) x 28 x 32 cm et 44 (h) x 33 x 36 cm (www.guateplast.net, site consulté le 10 avril 2019). Dans nos calculs, il a été utilisé un volume minimal de 10 l., un volume intermédiaire de 15 l. et un volume maximal de 20 l.

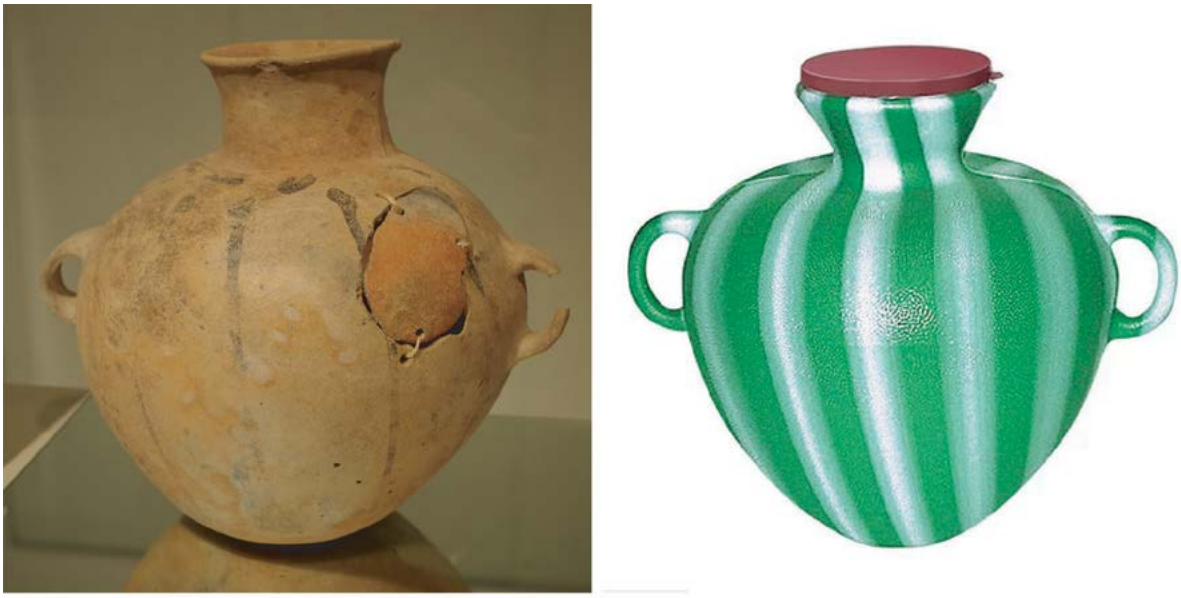


Figure 158. (a) Jarre archéologique de Naachtun (Classique Terminal), hauteur 37,5 cm (photo : Julien Hiquet). (b) Jarre Guateplast, hauteur 36 cm, contenance 11 l. (photo : www.guateplast.net).

Cas particulier du mégalithisme

Tous les transports ne se faisaient pas ainsi, à dos d'homme. Les blocs de pierre mégalithiques devaient probablement être poussés sur des rondins. Selon Muñoz Cosme (2006, p. 65), il s'agit d'une technique énergétiquement coûteuse, surtout si l'on considère le fait que de nombreux blocs devaient être transportés de cette manière. Le mégalithisme n'occupe, toutefois, qu'une place marginale dans les pratiques architecturales du Classique ancien à Naachtun. Écartons d'emblée le cas des monuments, stèles et autels, qui n'entre pas dans les objectifs de ce travail. Ce qui nous intéresse, ici, ce sont les blocs de remblai ou de parement, d'un poids supérieur à 70 kg environ. Le remblai de la Structure XX est, d'après nos observations, l'élément ayant nécessité le plus de blocs de très gros module, dont le poids dépassait sans aucun doute 150 ou 200 kg (aucun d'entre eux n'a été pesé). Dans ce cas, le transport sur des rondins n'était pas forcément l'option privilégiée. Il est aussi possible de transporter des charges de cette dimension grâce à des brancards, ce qui était probablement la solution la plus adaptée à leur transport jusqu'au remblai des pyramides, puisqu'il était rapidement nécessaire de gravir les marches ou au moins des rampes au fur et à mesure de l'élévation de la construction. Titmus et Woods (2002, p. 199) ont procédé à la reconstitution expérimentale du transport de blocs de 246 et 300 kg au moyen de brancards. Leur description de l'expérience n'est pas toujours très précise, mais on comprend que le transport de l'un de ces blocs sur un parcours de 600 m a mobilisé 12 hommes (8 porteurs et 4 assistants contrôlant l'équilibre du bloc dans les secteurs accidentés du parcours) durant 41 minutes, pauses incluses (le temps de transport effectif était de 17 minutes). Cela représente une vitesse de transport effectif de 2,117 km/h, et des pauses d'environ 6 minutes (24 minutes de pause divisées par 4 pauses). Les 17 minutes de transport sont donc divisées en 5 blocs de 3 à 4 minutes.
Afin de disposer d'un indice de rendement pour ce genre de transport, appliquons ces données au cas de la Structure XX de Naachtun. On imagine qu'il fallait marcher 300 mètres pour relier la carrière à la pyramide (ce qui n'implique pas nécessairement que la carrière se soit trouvée à 300 mètres à vol d'oiseau du lieu de construction, sachant en particulier que le terrain peut être très incliné dans le secteur du Groupe A). A 2,117 km/h, on parcourt 141 m en 4 minutes. Considérons donc que les 300 mètres sont parcourus en 14 minutes (deux blocs de 4 minutes, une pause de 6 minutes intercalée). Ajoutons 1 minute pour le déchargement du brancard, sans oublier 5 minutes consacrées, au départ, à

l'installation et à la sécurisation du chargement. On aboutit à un trajet total aller de 20 minutes. Le trajet retour, à 4 km/h, peut se faire en 6 minutes si l'on prend en compte quelques minutes de battement. Un trajet aller-retour est donc effectué en 26 minutes. Considérons que deux trajets sont complétés en une heure, et 10 trajets en 5 heures. Le bloc de 246 kg de Titmus et Woods représentait un volume de 0,16848 m³. Considérons ici un volume arrondi à 0,15 m³ par bloc. En une journée de travail, 12 hommes transportent 1,5 m³ de pierre. Rappelons que l'on a déterminé qu'un remblai *riprap* était composé de pierre à hauteur de 48 à 61 % (Annexe A). Il faut donc 8 j-p pour transporter 1 m³ de grosses pierres de remblai *riprap* sur une distance de 300 m. 1 j-p permet de transporter 0,125 m³ de blocs.

B.4 Construction

B.4.1 Les assistants

Les maçons (le terme est ici employé pour désigner le travailleur chargé de la construction effective d'un mur, sans que cela implique nécessairement qu'il s'agisse d'un spécialiste) ne travaillaient probablement pas seuls, et étaient accompagnés d'un assistant. C'est en tout cas ainsi que fonctionnent les chantiers de restauration actuels (McCurdy 2015, p. 571). Cette pratique permettait aux travailleurs les moins expérimentés d'acquérir progressivement les compétences nécessaires pour mener à bien la construction.
Dans nos calculs, il est tenu compte de la contribution des assistants, qui n'est pas toujours facile à quantifier, par la prise en compte systématique d'un coût de transport du mortier depuis son lieu de gâchage jusqu'au lieu de construction, pour toutes les tâches impliquant l'utilisation de mortier. Les assistants pouvaient également se charger de l'approvisionnement en pierres du maçon et de la retouche des blocs (McCurdy 2015, p. 572).

B.4.2 Démantèlement de structures existantes

Les fouilles révèlent très nettement que toutes les structures sub n'étaient pas simplement recouvertes par les étapes successives. Dans de nombreux cas (par exemple, à Naachtun, la Structure XXIII Sub 1, voir Hiquet 2018), la structure sub était manifestement démantelée, ce qui occasionnait un coût énergétique certain. Remise (2019, p. 85), dans le contexte de l'architecture celtique de terre, utilisait un indice de 2,4 m³ par j-p pour le rendement de la destruction de structures existantes.

B.4.3 Construction d'un mur de caisson

Murakami (2015, p. 271) évaluait le rendement de la construction d'un mur de caisson, peu soigné, à 1,33 m³ par j-p, soit 0,7519 j-p pour 1 m³ . Il peut être utile de relever que Murakami (*ibid*., p. 271) estimait que les murs de caissons constituent environ 20 % du volume du remblai dans les trois grandes pyramides de Teotihuacan (Soleil, Lune et Serpent à Plume).

Tableau 122. Rendement de la construction d'un mur de caisson selon les observations de Murakami (2015).

Tâche	m³/j-p	j-p/m³
Construction d'un mur de caisson	1,33	0,7519

B.4.4 Construction d'un mur maçonné visible

Erasmus (1965, p. 292) a obtenu des témoignages suggérant que le rendement de la construction d'un mur maçonné oscillait (selon la qualité et la rapidité du travail, souvent corrélées au mode de rémunération du maçon) entre 2 et 8 j-p par m^3, avec une moyenne à 4 j-p. Il s'agit de j-p de 5 heures, ce qui n'est pas attesté par tous les observateurs, certains considérant que la journée peut être plus longue pour ce type de tâche. Abrams (1994, p. 44) rapportait qu'un mur maçonné de 25 cm d'épaisseur (il s'agit donc probablement seulement d'un parement, étant donnée l'épaisseur moyenne des murs mayas) est construit au rythme de 0,8 m^3 par j-p, soit 1,25 j-p par m^3. Si l'on préfère l'indice partant de la surface de mur qu'il est possible de construire, alors le rendement est de 3,2 m^2 de mur par j-p (avec, toujours, la même épaisseur de 25 cm). On privilégie le chiffre fourni par Abrams à celui d'Erasmus parce qu'il provient de l'observation personnelle de 21 cas d'étude (Abrams 1994, p. 51). Murakami (2015, p. 273) a observé la construction d'un mur maçonné de pierres grossièrement équarries, élevé au rythme de 1,06 m^3 par j-p, soit 0,9434 j-p par m^3.

Tableau 123. Rendement de la construction d'un mur de parement selon les observations d'Abrams

Tâche	m^3/j-p	j-p/m^3
Construction d'un mur de parement	0,8	1,25

Les Mayas construisaient rarement les murs des superstructures en parpaing : il faut donc ajouter le coût du remblai interne, qui occupe le volume entre les deux parements. Pour ce type de remblai, Abrams (1994, p. 44) donnait un rendement de 4,8 m^3 par j-p ou 0,2083 j-p pour 1 m^3.

Tableau 124. Rendement de la construction du remblai interne des murs maçonnés selon les observations d'Abrams (1994).

Tâche	m^3/j-p	j-p/m^3
Construction du remblai interne des murs	4,8	0,2083

B.4.5 Construction d'un mur de parement en talus

La construction d'un parement en talus simple, de 25 cm d'épaisseur, a été estimée par Murakami (2015, p. 271) à 2,43 m^3 par jour-personne, ce qui correspond à 9,7 m^2 On peut aussi exprimer ce rendement sous les formes 0,4115 j-p par m^3 et 0,1031 j-p par m^2.

Tableau 125. Rendement de la construction d'un mur de parement en talus selon les observations de Murakami (2015).

Tâche	m^3/j-p	j-p/m^3
Construction d'un mur de parement en talus	2,43	0,4115

B.4.6 Construction d'une façade en talud-tablero

Dans le cadre des expérimentations de Murakami (*ibid*., p. 272) à Teotihuacan, la construction d'une façade en *talud-tablero* a été menée à bien à la vitesse de 4 m² par j-p (ou 0,25 j-p par m²), pour une façade de 4 m² et une profondeur de parement de 50 cm, avec une hauteur de talus de 1/3 de la hauteur du *tablero*. Pour ce calcul, on mesure une approximation de la surface couverte par le *talud-tablero* pris dans son ensemble (c'est-à-dire la hauteur de la façade multipliée par sa longueur), et non la surface détaillée en tenant compte des parties horizontales. Une autre approximation du même chiffre donne un rendement de 2 m³ par j-p si l'on considère une profondeur de 50 cm de remblai pour la façade. Ce rendement est étonnamment élevé si on le compare à celui de la construction de murs simples. Ce résultat est peut-être en partie dû au fait que les dimensions de la structure test construite à l'instigation de Murakami (2015) étaient très réduites par rapport à celles d'une structure maçonnée mésoaméricaine standard. Or, Remise (2019, p. 81) a montré de manière convaincante qu'il est souvent bien plus rapide de mener à bien les tâches d'un projet de construction, expérimental ou non, quand celui-ci est modeste (peu de travailleurs, distances de déplacements courtes... les paramètres ont toutes les chances d'être favorables à un accomplissement rapide des tâches) que quand ses dimensions sont plus ambitieuses. En somme, il est probablement incorrect et insuffisant d'appliquer les indices obtenus sur une très petite structure à des édifices plus volumineux (l'inverse est également valable), une observation à prendre en compte pour toutes les données issues d'expérimentations. De nouvelles observations pourraient donc préciser cet indice, mais la construction en *talud-tablero* à Naachtun n'est pas suffisamment développée pour qu'il soit nécessaire de s'étendre plus longuement sur la question.

Tableau 126. Rendement de la construction d'une façade en talud-tablero *selon les observations de Murakami (2015).*

Tâche	m³/j-p	j-p/m³
Construction d'une façade en *talud-tablero*	2	0,5

B.4.7 Construction d'un escalier

La petite plate-forme construite à la demande de Murakami était dotée d'un escalier avec *alfardas*, d'un volume de 0,65 m³. Les marches étaient en blocs taillés. Sa construction a demandé 6,82 heures-personne, ce qui donne un rendement de 0,76 m³ par jour-personne de 8 heures (*ibid*., p. 273) ou bien 1,3158 j-p par m³.

Tableau 127. Rendement de la construction d'un escalier selon les observations de Murakami (ibid.).

Tâche	m³/j-p	j-p/m³
Construction d'un escalier	0,76	1,3158

Même si aucun indice ne suggère fortement leur existence à Naachtun, il est possible que des escaliers de bois aient existé, non seulement, de manière temporaire, dans le cadre des travaux, mais aussi de manière permanente. Force est de recourir à cette explication dans le cadre de superstructures sans autre accès identifié (Wernecke 2005, p. 73). Le coût de tels aménagements, probablement peu signifiant dans le cadre d'une étude sur les implications démographiques de la mobilisation de main-d'œuvre, n'est pas pris en compte dans nos calculs.

B.4.8 Construction des remblais

B.4.8.1 Remblais de tout-venant

Abrams (1994, p. 50) considérait que le remplissage des caissons de remblai était généralement rapide, si bien qu'il pouvait être inclus dans le coût de transport des matériaux. C'est effectivement ce que l'on peut observer lors du remblaiement des fouilles en fin de saison, une fois que les parties les plus fragiles ont été protégées. Cette observation vaut, cependant, surtout pour des remblais qui ne sont pas voués à supporter le poids d'éléments architecturaux imposants. Dans le cas contraire, il est nécessaire de dédier plus de temps au placement et au compactage des matériaux (*ibid.*, p. 68).

B.4.8.2 Remblais plus soignés

Dans le cas de remblais plus délicats, comme ceux qui sont placés immédiatement sous les sols ou, on l'a déjà mentionné, entre les parements des murs, le coût est de 4,8 m³ par j-p selon Abrams (*ibid.*) ou 0,2083 j-p par m³. On peut observer, lorsque l'on fouille les remblais des soubassements, l'existence de niveaux tassés, parfois délimités par du mortier, du *sascab* ou de la terre compactée : voir, par exemple, les niveaux tassés décrits par Cotom Nimatuj (2019, p. 322) dans le remblai de la Structure XX. Abrams (1994) en tenait compte et proposait de compter une couche de 10 cm de *fine fill* au coût de 4,8 m³ par j-p pour chaque tranche de 1 m de remblai. Cela peut inclure le coût du compactage des niveaux à l'aide de masses de bois, comme le rapportent E. H. Morris *et al.* (1931, p. 224) dans le cadre de la restauration du Temple des Guerriers à Chichen Itza. Il est possible que les pierres employées pour les remblais internes des murs et des voûtes aient eu (au moins, à Río Bec) une provenance différente de celles des remblais préparatoires aux sols de mortier (Gillot 2018a, p. 146). Les déchets de carrière et de taille seraient employés de préférence dans les remblais internes des superstructures, c'est-à-dire dans les murs et les toits, alors que les blocs des remblais des sols seraient extraits tels quels dans les couches hétérogènes des bancs de calcaire.

Tableau 128. Rendement de la construction d'un remblai soigné selon les observations d'Abrams (1994).

Tâche	**m³/j-p**	**j-p/m³**
Construction d'un remblai soigné	4,8	0,2083

B.4.8.3 Blocages de petites pierres

En ce qui concerne les remblais de petits blocs (comme le *firme* que l'on trouve sous les sols de patios), Abrams (1994, pp. 44, 51) donnait un coût de 9,6 m² par j-p ou 0,1042 j-p par m². Aucun rendement exprimé par rapport au volume de remblai n'est proposé explicitement, mais on comprend qu'il s'agit de l'indice de construction d'un remblai soigné (Tableau 129) appliqué à une épaisseur de 50 cm.

Tableau 129. Rendement de la construction d'un blocage (firme) selon les observations d'Abrams (1994).

Tâche	**m²/j-p**	**j-p/m²**
Construction d'un blocage *firme*	9,6	0,1042

B.4.8.4 Remblais de terre

Répandre de la terre est une tâche que l'on peut inclure dans le calcul du coût de transport, comme le proposait Abrams (1994), pour la plupart des remblais. Une donnée doit cependant être prise en

compte : le tassement de la terre fait que le volume final du remblai est inférieur au volume de terre extrait. Shenkel (1986, p. 220) rapportait que le tassement de la terre provoque une diminution du volume compris entre 10 et 15 % pour de la terre argileuse, et jusqu'à 33 % pour un sédiment sableux à grains moyens.

B.4.9 Construction d'un toit de palme

La construction d'une structure en matériaux périssables dotée d'un toit de palme requiert, selon Wauchope (1938), un jour-personne de travail par m² couvert. D'après les observations de Redfield et Villa Rojas (1934, p. 54), les 4000 palmes nécessaires à la couverture d'une structure de matériaux périssables peuvent être obtenues en 40 j-p.

B.4.10 Application d'enduits

Les enduits qui constituaient les sols de circulation et recouvraient les murs étaient composés de plusieurs (au moins deux) couches successives de composition et de qualité légèrement différentes (Murakami 2015 ; Gillot 2018a, pp. 412, 413, 416). Une première couche, la plus épaisse, permettait d'égaliser les surfaces et servait de support à la couche externe, beaucoup plus fine (de l'ordre de quelques millimètres) qui était lissée et polie pour donner leur aspect définitif aux constructions. C'est cette dernière couche qui pouvait, éventuellement, contenir des pigments ou des colorants. Il fallait laisser un certain temps de séchage entre l'application des différentes couches.
Murakami (2015) faisait remarquer que le rendement de l'application d'enduits et de stuc est différent selon que l'on enduit un sol horizontal ou un mur vertical (ou en talus). Il proposait donc deux indices de rendement, selon le type de surface à enduire. A Teotihuacan, la couche terminale de stuc est extrêmement fine, de l'ordre de 2 mm d'épaisseur. Elle recouvre un enduit argileux d'une épaisseur de 5 cm environ. Ces dimensions sont comparables avec les épaisseurs de mortier de chaux rencontrées en zone maya (même si les caractéristiques physiques de ces enduits diffèrent assurément). On rapporte donc, ici, les résultats de l'expérimentation pour le stuc et pour l'enduit d'argile. Une épaisseur de 5 cm d'enduit d'argile est appliquée, puis lissée, sur un mur vertical, au rythme de 6,37 m² par j-p de 8 heures (*ibid.*, p. 273), soit 0,1570 j-p par m². En revanche, le coût pour l'application et le lissage d'une épaisseur de 5 cm d'enduit argileux sur une surface horizontale est de 45,5 m² par j-p de 8 heures (*ibid.*, p. 273), soit 0,0220 j-p par m². Une épaisseur de 2 mm de stuc est appliquée, lissée et polie sur un mur vertical à raison de 10,42 m² par j-p de 8 heures, ou 0,0960 j-p par m². Une surface horizontale est stuquée (application, lissage et polissage, sur 2 mm d'épaisseur) avec un rendement de 34,5 m² par jour-personne de 8 heures (*ibid.*, p. 273), soit 0,0290 j-p par m².
Smailes (2019, p. 249), donnait, dans le contexte de la côte nord du Pérou, un rendement de l'application d'enduit sur des surfaces horizontales ou verticales de 0,83 heure par m², soit 6 m² pour une journée de 5 heures.
On préfèrera les indices, plus complets et nuancés, proposés par Murakami (2015), à celui qui était donné par Abrams (1994, p. 51), qui n'a pas observé personnellement cette opération d'application d'enduits. Il proposait un chiffre de 80 m² par j-p, pour une couche de 2,5 cm, sans préciser si le rendement change avec l'inclinaison de la surface, ni quelle est la part du polissage, si celui-ci est inclus. Comme le rendement proposé par Murakami est très inférieur à celui qui est proposé par Abrams, on considère qu'il inclut le coût de transport du mortier entre son lieu de gâchage et le secteur à enduire.

Tableau 130. Rendements de l'application d'enduit et de stuc en fonction des surfaces, selon les observations de Murakami (2015).

Tâche	m²/j-p	j-p/m²
Application d'enduit, surface horizontale	45,5	0,0220
Application d'enduit, surface inclinée ou verticale	6,37	0,1570
Application de stuc, lissage et polissage, surface horizontale	34,5	0,0290
Application de stuc, lissage et polissage, surface inclinée ou verticale	10,42	0,0960

B.4.11 Élaboration des décors

Carrelli (2004, p. 120) proposait une approximation du rendement de l'élaboration des bas-reliefs ornant certaines structures. A partir de son observation de sculpteurs travaillant, avec des outils et techniques actuels, à l'élaboration de la réplique de la structure Rosalilla du Musée de site de Copán, elle proposait un rendement de 14,3 j-p par m² de décor. Ce chiffre est utile pour l'évaluation du coût de la décoration des crêtes faîtières et de certaines façades. Les vestiges en place de ce genre de décoration sont relativement rares à Naachtun, mais il est certain qu'on devait les retrouver sur la majorité des édifices. Des fragments décorés de tailles et motifs variés sont fréquemment retrouvés dans les niveaux de décombres. Les décorations en haut-relief de stuc les mieux conservées sont probablement des masques qui ornaient la façade ouest de l'Acropole, et dont seuls les bords ont été dévoilés, par mesure de conservation (Nondédéo, Begel et Rodas 2018). Par ailleurs, quelques pierres taillées implantées en tenon révèlent l'existence de masques de taille modeste sur plusieurs côtés de la Pyramide XX (Cotom Nimatuj 2016a). En effet, dans de nombreux cas, une matrice de pierre dépassant du parement formait le volume général des décors en haut-relief qui ornaient les façades (García Solís *et al.* 2016, p. 18). Les détails étaient ensuite modelés par-dessus.

Tableau 131. Rendement de l'élaboration des décors selon les observations de Carrelli (2004).

Tâche	m²/j-p	j-p/m²
Élaboration d'un décor modelé	0,0699	14,3

B.4.12 Construction des échafaudages

Le coût de construction des échafaudages est assez mal connu. Il n'était peut-être pas négligeable dans le cas de certaines très grandes pyramides et (surtout) superstructures, mais leur existence n'est pas complètement attestée pour les soubassements, quoique quelques graffitis de Tikal semblent représenter des échelles inclinées sur chaque corps d'une pyramide (Nielsen 2012, p. 6). Ces éléments étaient probablement nécessaires au moins pour enduire et polir les parties hautes des corps. En revanche, les superstructures sont systématiquement dotées de trous de boulins permettant l'installation de traverses ; ils sont décrits par Gillot et Michelet (2016, p. 455) pour la Structure I.
A Naachtun, des échafaudages de bois prenant appui sur les sols de place et le sommet des soubassements ont récemment été dressés autour des Superstructures Ic (temple est du Complexe Triadique) et XXIIIb (temple central de la plate-forme est du Groupe de Type E) pour permettre leur relevé pierre à pierre (Gillot 2018a, 429, présente des exemples équivalents, montés dans le cadre de travaux de restauration dans la région de Río Bec). Dans le cas de l'échafaudage entourant la Superstructure XXIIIb, il était doté de 3 niveaux (environ 4 m de hauteur) et la longueur cumulée d'un niveau (côté sud, côté est, côté nord, tiers nord du côté ouest) était supérieure à 23 m. L'échafaudage était constitué par des troncs et des perches maintenues principalement par des liens de liane (*bejuco*). Quelques planches taillées à la tronçonneuse ont été utilisées et constituent le seul élément que les

anciens Mayas auraient eu plus de difficultés à se procurer (sans que cela ne soit complètement impossible), mais le plancher (ou platelage) était parfois constitué par des assemblages de perches, une technique beaucoup plus économique mais tout aussi fonctionnelle. Il a fallu une dizaine de j-p pour construire cet élément, avec des outils modernes comme la machette. Comme les troncs utilisés étaient rarement très épais, on peut supposer que 20 à 30 j-p auraient été suffisants pour effectuer le même travail avec des outils de pierre au maniement bien maîtrisé.
On trouve, dans la base de données d'Abrams et McCurdy (2019), quelques indices sur la construction d'échafaudages par des travailleurs plus ou moins expérimentés, issus d'expérimentations menées en Italie, pour des cultures disposant de technologies différentes de celles qui étaient employées en Mésoamérique (outils de métal, bêtes de somme). Le coût est très largement inférieur à celui qui est proposé ici.

B.4.13 Creusement dans le calcaire

Puleston (Stavrakis-Puleston 2015) a mené une expérimentation sur le creusement dans la roche calcaire, non loin du grand fossé nord de Tikal. Un homme équipé d'une hache de pierre (*hafted biface ovate*) et un homme équipé d'une hache de métal (*steel adze*) ont eu pour tâche de creuser autant que possible dans le substrat calcaire, sur une surface d'un mètre carré. L'idée de départ était de calculer l'énergie investie pour le creusement du grand fossé (*ibid.*, p. 121). Le calcaire était très dur, et au bout de 5,25 h, les deux travailleurs avaient creusé la même profondeur : 22 cm. Puleston n'a donc pas détecté de différence notable dans l'efficacité des deux outils, mais il note tout de même que le travailleur à la hache de pierre était particulièrement motivé par l'idée de tenir la comparaison avec le travail de son collègue équipé d'un outil plus moderne. Il faudrait donc environ 25 heures-personne (4 à 5 j-p) pour creuser 1 m³ de substrat calcaire dur (Stavrakis-Puleston 2015, p. 121). Puleston (*ibid.*, p. 116) a également creusé un *chultun* à deux chambres de ses propres mains, avec un biface de silex fixé sur un manche de bois. Il a mis 30 heures, la roche étant probablement plus tendre. Toujours dans la roche tendre, rappelons les résultats de Titmus et Woods (2002), pour qui un travailleur équipé d'outils de pierre peut creuser 160 cm³ en une minute. A ce rythme, ce sont 2,4 m³ que l'on peut extraire en 25 heures, et il faut 10,4 heures (environ 2 j-p de travail) pour creuser 1 m³.

B.4.14 Construction d'une palissade

Aucun indice ne suggère, à l'heure actuelle, que les murs d'enceinte existant à Naachtun aient été surmontés de palissades. Signalons, à toutes fins utiles, que Peterson et R. D. Drennan (2011, p. 132) reprennent un chiffre de Blitz, selon qui la coupe des poteaux, leur transport, et leur installation sur une plate-forme peuvent être faits au rythme de 7,5 poteaux par j-p.

B.5 Comment prendre de la hauteur : rampes, escaliers provisoires, succession des corps

On discute ici la question de la gestion de la hauteur dans le processus de construction monumentale maya et de son incidence sur les coûts de construction. En effet, la construction d'édifices de plusieurs dizaines de mètres de hauteur posait nécessairement des questions d'ordre pratique, auxquelles les Mayas ont apporté plusieurs réponses. Leur prise en compte dans nos calculs de coût énergétique n'en est qu'à une étape préliminaire.

B.5.1 Rampes

Pour la construction des bâtiments les plus élevés, une rampe de construction temporaire pouvait être bâtie pour permettre aux travailleurs d'accéder aux remblais des parties supérieures. Il existe dans l'aire maya quelques rares exemples (tous du Classique Récent ou Terminal) d'une telle infrastructure, vestiges qui ne sont visibles que dans des cas exceptionnels d'abandon rapide d'une cité : une rampe

serait ainsi associée à la Pyramide 7A de Minanha (Iannone 2005, p. 37), une autre à la Pyramide L8-8 d'Aguateca (Ponciano, Inomata et Santos 2003, p. 183 ; Ponciano, Inomata, Román *et al.* 2004). Dans les cas documentés, la rampe était faite d'une accumulation de pierres brutes empilées, sans mortier (Ponciano, Inomata et Santos 2003, p. 183 ; Ponciano, Inomata, Román *et al.* 2004, p. 664). A Aguateca, elle formait un angle d'environ 45° avec la façade arrière de l'édifice, puis suivait un léger virage vers la façade (Ponciano, Inomata, Román *et al.* 2004). L'édifice en question était à une étape de sa construction où il atteignait 8,5 mètres de hauteur (pour une base de 48 par 52 mètres et un escalier monumental de 27 mètres de large (Ponciano, Inomata et Santos 2003, p. 181).
On peut supposer que quand il s'agissait d'atteindre une hauteur plus importante, la rampe devait prendre une autre forme, sans quoi ses dimensions devraient augmenter de façon exponentielle pour qu'elle reste praticable pour les ouvriers. Fait intéressant, la rampe d'Aguateca semble être orientée en direction d'une carrière située à environ 100 mètres de là, très probablement la carrière d'où ont été extraites les pierres servant à l'édification de la Structure L8-8 (Ponciano, Inomata et Santos 2003, p. 183). D'après les chercheurs du projet, le matériel de construction était stocké à proximité de la rampe. Logiquement, le matériel servant à construire la rampe pouvait difficilement être utilisé dans le remblai de la structure, à moins que les porteurs aient alors emprunté son escalier. Toujours à Aguateca, remarquons qu'il est possible que les petites structures basses construites à la proximité immédiate de la Pyramide, mais donnant sur sa façade arrière (L8-9) aient été destinées à abriter les ouvriers chargés d'équarrir ou de dresser les blocs de calcaire, parce qu'à cet endroit, de très nombreuses traces et outils de taille de pierre ont été retrouvés (Ponciano, Inomata et Santos 2003, p. 184 ; Ponciano, Inomata, Román *et al.* 2004, p. 664).

B.5.2 Escaliers de construction

En parallèle des rampes, il faut souligner que la construction d'escaliers provisoires, peu soignés, servant à accéder aux différents corps des pyramides au fur et à mesure de la construction était une pratique courante. Muñoz Cosme (2006, p. 78) décrivait ainsi cette pratique : « [...] *es la costumbre de ejecutar diversas escalinatas provisionales, más toscas, durante la construcción de los grandes templos y edificios, una por cada fase constructiva, que luego servían de apoyo para construir la siguiente escalinata, y sobre la última de ellas, la definitiva del edificio, conocida con el nombre de escalinata ceremonial*[225]. »
Il est vrai que la plupart des escaliers des grands édifices du Classique ancien de Naachtun sont, effectivement, dotés de deux versions successives superposées : c'est le cas de la Structure XIII, qui est la structure ouest du terrain de jeu de balle (Morales-Aguilar et Mejía 2014, p. 424), peut-être de la Structure XXVII (Michelet, Quiñonez Dardón et Escobar Durand 2013, p. 157), de la Structure XV (Morales-Aguilar 2014b, p. 391), de la Structure XX (Cotom Nimatuj 2016a, p. 520), de la Structure Va (Nondédéo et Dussol 2019, p. 455). Michelet (2014b, p. 473) avance cette hypothèse pour l'étape finale de La Perdida. Il est possible qu'il s'agisse, dans certains cas, comme celui du terrain de jeu de balle, de la Structure Va ou de la Structure XX, d'escaliers correspondant à des étapes différentes (en particulier, lorsque l'escalier inférieur est de meilleure facture que celui qui le recouvre), mais la fréquence de cette caractéristique fait aussi songer à ce genre d'aménagement provisoire au cours de la construction. Il est important d'insister sur ce point parce que nous avons calculé les coûts énergétiques de la construction en supposant qu'un parement se trouvait derrière les escaliers. Or, il n'y avait généralement pas de parement derrière les escaliers, même si le cas est aussi observé, en particulier derrière l'escalier de la sub en *talud-tablero* de La Perdida. En réalité, à Naachtun, l'arrière des escaliers n'a pratiquement jamais été fouillé, mais les tunnels de pillage semblent indiquer l'absence majoritaire de parement enduit derrière les escaliers. Dans la mesure où les escaliers étaient probablement l'un des derniers éléments

[225] « [...] la coutume de construire plusieurs escaliers provisoires, plus rustiques, durant la construction des grands temples et autres édifices, un par phase de la construction, qui servent d'appui pour construire le suivant, et sur le dernier d'entre eux, on construit l'escalier définitif de l'édifice, que l'on appelle escalier cérémoniel. »

à être construits, le remblai interne des soubassements devait bien être maintenu en place dans le secteur du futur escalier, d'où la fréquente construction d'escaliers provisoires, ou de parements grossiers. Nous considérons que la présence de ces aménagements permet de compenser le surcoût (minime, nous avons vu que ce n'est pas la construction des parements qui occasionnait les coûts les plus élevés à Naachtun) occasionné par ce choix de calcul. Ajoutons que dans le cas des tours à escaliers en trompe-l'œil de l'architecture Rio Bec, Gillot (2018a, p. 357) a pu observer, sur des édifices abandonnés en cours de construction ou bien partiellement effondrés, que ces escaliers s'appuient bel et bien sur un parement, mais peu soigné, et composé de moellons seulement équarris sur leur face extérieure et parfois également sur leurs faces latérales. C'est également ce qu'il est possible d'observer sur la structure tardive dite « Rio Bec » du Groupe B de Naachtun, de toute évidence abandonnée en cours de construction, et dont la différence de qualité de finition de l'espace destiné à être couvert par l'escalier principal est manifeste.

B.5.3 Finition des corps successifs

Une autre spécificité de l'architecture maya, au moins au Classique ancien, est que chaque corps des pyramides était entièrement terminé et stuqué avant de passer à la construction du corps supérieur (Falkenhausen 1985, p. 121, Muñoz Cosme, communication personnelle). C'est-à-dire que le sommet de chaque corps, une fois terminé, était entièrement enduit de stuc, puis l'on construisait le corps suivant ou la superstructure (le cas est très clair à Naachtun : Nondédéo, Begel et Rodas 2018, p. 400), et ainsi de suite. Précisons également que pour la construction des corps, les murs de parement étaient montés progressivement, assise après assise, au fur et à mesure de la pose du remblai, pour les soubassements comme pour les superstructures (Abrams et Bolland 1999 ; Gillot 2018a). Toutefois, il arrivait, en particulier au Classique récent, que l'enduit ne soit appliqué qu'une fois les superstructures construites, et uniquement sur les parties visibles (Abrams et Bolland 1999, p. 279 ; Gillot 2018a). La Structure abandonnée en cours de construction d'Aguateca, qui date donc de la fin du Classique récent, était construite dans un ordre particulier : alors que le côté donnant sur la place était l'objet de tous les soins et comptait déjà ses finitions et son escalier monumental, l'arrière, à la même hauteur, n'était pas paré, et c'est là que la rampe de construction était construite (Ponciano, Inomata, Román *et al.* 2004).

Conclusions sur les techniques de gestion de la hauteur

L'accroissement en hauteur des édifices au cours de leur construction obligeait les constructeurs à mettre en place des stratégies pour permettre aux ouvriers d'accéder aux parties hautes, ce qui occasionnait un certain coût énergétique. Échafaudages, escaliers de construction et rampes devaient donc être construits, puis, pour les rampes et échafaudages, démontés, ce qui devait occasionner un coût que nous n'avons pas encore pris en compte dans nos estimations. Ce qui a été pris en compte, en revanche, c'est l'impact de la montée pour les porteurs. Notre réponse à ce problème dans nos calculs a consisté à augmenter la longueur des trajets et réduire la vitesse de transport lorsque nous calculions le coût de construction des corps supérieurs des édifices. Nous renvoyons aux estimations d'Aaberg et Bonsignore (1975) et de Remise (2019) pour une prise en compte plus complexe des coûts de transport en terrain pentu.

B.6 Après la construction

Le site de construction devait être nettoyé suite aux travaux, qui impliquaient nécessairement la production de nombreux déchets. Il fallait aussi démonter les éventuelles rampes de construction, dont les matériaux, par définition, ne pouvaient être inclus dans les remblais des édifices auxquels elles permettaient d'accéder. On trouve, dans de nombreux textes coloniaux, des références au balayage périodique des places, des palais et des chaussées, qui témoignent d'un souci de propreté certain en Mésoamérique. Peu d'indices expérimentaux sont disponibles sur le coût de cette tâche, qui devait être

menée à bien rapidement. Remise (2019, p. 85) évoque un coût de 200 j-p pour le nettoyage du site de construction d'un site celtique fortifié dont la construction aurait demandé une centaine de milliers de j-p.

Annexe C : Lieux d'extraction des matériaux employés dans la construction monumentale à Naachtun

C.1 Zones d'extraction de terre ordinaire

La terre végétale ordinaire était souvent utilisée dans les remblais des structures monumentales. Bien que les zones d'extraction de terre ne soient que très difficilement identifiables pour l'archéologue, quelques dépressions artificielles peuvent être mises en évidence, qui pourraient constituer les restes des activités d'extraction de la terre pour la construction. Ces dépressions se trouvent, comme on pourrait s'y attendre, à proximité immédiate des structures construites. Cette pratique concerne aussi bien l'architecture résidentielle non monumentale, comme le remarquait Abrams (1994, pp. 18, 53) pour Copán, que l'architecture monumentale (Peuramaki-Brown 2015, p.9, à propos du Centre-est du Belize). Certes, les sols de la région de Naachtun ne sont pas particulièrement épais, mais la terre était probablement assez abondante pour qu'il n'ait pas été nécessaire de la déplacer sur de longues distances. Il est évident, toutefois, que la multiplication des vastes espaces stuqués dès le début du Classique ancien a obligé les constructeurs de Naachtun à s'éloigner des lieux de construction pour extraire de la terre. Pour la construction du Groupe de Type E, le trajet pour les porteurs devait, ainsi, s'allonger de plusieurs dizaines de mètres, sur un terrain très pentu.

L'argile, fréquemment utilisée dans les remblais des structures de Naachtun, en particulier les plus anciennes, se trouvait dans les zones basses, et devait être transportée sur de plus longues distances que la terre commune que l'on se procurait sur le lieu de construction.

C.2 Carrières de pierre

De nombreuses carrières précolombiennes ont été identifiées à Naachtun et dans les environs du site. Dans la zone résidentielle, au moins 130 carrières de dimensions modestes (Figure 159), très probablement vouées à la construction non monumentale, ont été relevées lors de prospections dans le secteur en 2011 et 2012 (Lemonnier, Cotom Nimatuj et al. 2013, p. 18), mais il est difficile de dater leur période d'exploitation. Cela suggère, tout de même, que les pierres nécessaires à la construction résidentielle étaient extraites aussi près que possible des structures, pratique documentée dans d'autres sites voisins et contemporains (Titmus et Woods 2002, p. 188), comme Uxul (Grube et Paap 2009, p. 10) ou Río Bec (Gillot 2018a, p. 98). Dans le cas de ce dernier site, la distance maximale observée entre une construction et sa carrière associée est de 80 m à vol d'oiseau, même s'il existe aussi une vaste carrière plus éloignée (environ 150 m) de toute construction (*ibid*., p. 121, 123). Il est vrai, toutefois, que Río Bec était un site plus dispersé que l'épicentre de Naachtun : il était donc toujours possible de s'approvisionner en matériaux à proximité immédiate des constructions.

D'après Gillot et Michelet (2016, p. 451), les pierres utilisées dans la construction des grandes structures du Groupe C de Naachtun furent très probablement extraites d'affleurements des bancs de calcaire situés à proximité immédiate des édifices. Les traces d'extraction les plus claires se trouvent à proximité de la structure I (Triadique), mais elles sont bien présentes, également, à l'arrière de l'Acropole, en léger contrebas (Gillot, communication personnelle, 2014) : voir la Figure 159. Dans les deux cas, la surface des carrières est d'environ 2 500 m² (un quart d'ha). Pour le reste de l'Épicentre, la même réserve que pour l'extraction de terre doit être émise : les pierres étaient probablement extraites de bancs de calcaire aussi proches que possible du lieu de construction, mais au fur et à mesure de l'expansion des

places (sans oublier les niveaux d'argile anciens, pouvant dans certains cas remonter au préclassique), l'extraction des blocs était nécessairement repoussée à des secteurs un peu plus éloignés. On peut penser que les pierres nécessaires à la construction des édifices du Groupe de Type E, autour de la Place Nord du Groupe A, furent extraites dans une zone de carrières de plus de 2,5 ha, située immédiatement à l'est, en contrebas. Plus généralement, c'est toute une partie du Groupe B et du terrain aux alentours (au nord-est, principalement) qui a également servi à l'extraction de blocs de calcaire. La zone en question est beaucoup plus vaste que les carrières du Groupe C ou de la Zone résidentielle et couvre plusieurs hectares (Figure 159). Elle est d'autant plus vaste qu'elle ne se limite pas aux secteurs visibles à l'heure actuelle en surface, dont il est malheureusement impossible de dater l'exploitation. Certains sondages pratiqués dans les patios du Groupe B ont aussi permis de mettre au jour des secteurs de carrière, qu'il a, cette fois, été possible de dater, puisque le remblai qui les recouvrait constituait un *terminus ante quem*. Ainsi, le Patio 41 était peut-être occupé au Classique ancien par une zone d'extraction de pierres (l'évidence est assez peu claire), comblée et aplanie par deux couches de terre au cours de la période. La construction maçonnée dans ce secteur est bien plus tardive (Sion 2013, p. 128). Le Sondage 38 de l'Opération II.3b, dans le Patio 46 du Complexe Sud (Hernández et al. 2012), et le Sondage 81 de l'Opération II.2 bis (Figures A.39 et B.218) dans l'Unité résidentielle 5O168 (Hiquet et Zeceña Chenal 2016), sont ceux qui ont révélé les traces les plus convaincantes d'extraction de blocs dans ce secteur oriental du site. Dans les deux cas, les remblais qui recouvrent les négatifs du travail de la roche-mère contiennent des tessons mélangés du Classique ancien et du Classique récent, ce qui complique la datation de l'exploitation des carrières. Bien que rien ne permette de le démontrer à l'heure actuelle, il se peut que ce secteur ait aussi été exploité dans le cadre de la construction des structures monumentales du Groupe A.

En, effet, le volume de matériaux employés dans les grandes constructions de Naachtun pose nécessairement la question de la capacité des carrières les plus proches : les constructeurs pouvaient-ils en extraire une quantité suffisante de blocs, ou nous faut-il considérer l'éventualité d'un recours à des bancs plus lointains ? Après avoir mené une étude détaillée des carrières de Río Bec, Gillot (2018b, p. 51) explique qu'il est pratiquement impossible de déterminer le volume de matériaux extraits dans la plupart des carrières. Dès lors, il paraît tout à fait vain de tenter l'expérience pour Naachtun, où aucune étude spécifique n'a été menée. Toutefois, dans le cadre d'une étude du coût énergétique de l'architecture monumentale, il semble légitime de s'interroger sur la possibilité d'extraire la totalité des matériaux de construction nécessaires pour des structures comme la Pyramide XX dans leurs environs immédiats. Pour la construction de l'étape majeure de la Structure XX (qui est postérieure à la construction de la Place Nord, ce qui interdit l'approvisionnement en pierres dans cet espace), on évalue le volume total de pierre employé à 24 841 m³. Ce volume se répartit entre 22 751 m³ de blocs amorphes destinés aux remblais et 2 090 m³ de blocs équarris utilisés dans les parements. En supposant que les carrières étaient exploitées sur une épaisseur de 50 cm, il faudrait alors près de 5 ha (ininterrompus) de carrières dédiées à la construction de la seule Structure XX (qui est, certes, la plus volumineuse du site), une surface qui aurait nécessairement rallongé le temps de transport, étant donné que les alentours de la pyramide étaient occupés par des places et d'autres structures. Néanmoins, on peut penser que les pierres utilisées dans les remblais ne provenaient pas nécessairement de carrières, les Mayas se procurant des blocs de tout-venant, avec un moindre souci de la qualité du matériau. Gillot (2018a, pp. 133, 139-140) remarquait aussi que les couches impropres à l'extraction de pierres de parement qui se trouvent en surface et au fond des bancs de calcaire pouvait être exploitée pour récupérer des matériaux de remblai. Dès lors, c'est surtout le volume de moellons employés dans les parements qui est significatif pour estimer la taille des carrières. Auquel cas, et toujours en supposant une extraction sur 50 cm de profondeur, ce sont 4 180 m², soit 0,418 ha, qui seraient la surface minimale de carrière

pour la construction de la Structure XX. L'étude détaillée des sols entourant la Place Nord et ses volumineuses structures, qui reste à mener, apportera sans doute de précieuses indications sur l'intensité de l'exploitation des ressources du secteur. Il faut en effet considérer qu'il existait plusieurs types de carrières, et que toutes ne sont pas visibles en surface (voir Gillot 2018b, p. 48). Des recherches spécifiques devront donc être effectuées sur le terrain, mais quel que soit leur résultat, les problèmes d'acquisition de matériaux exposés précédemment rendent le démantèlement d'édifices anciens pour en récupérer les pierres tout à fait compréhensible.

L'existence de carrières se trouvant quasiment au pied des édifices, voire, pour les plus anciens, sous le secteur de construction de l'édifice (avec une extraction préalable), est une donnée extrêmement importante, parce qu'à Copán, qui est le site où les calculs énergétiques sont les plus développés, le transport des pierres est l'une des activités les plus coûteuses, ce qui est dû à l'éloignement de la carrière de tuf prise en compte dans les calculs : Abrams (1994, p. 18) évoque une vaste carrière située à environ un kilomètre de l'épicentre et Webster et Kirker (1995, p. 370) établissaient leurs calculs à partir d'une distance de 600 m entre le Temple 26 et la carrière. Les cas de carrières éloignées des sites de construction existent donc, et peuvent sans doute s'expliquer par l'exploitation de bancs homogènes, de bonne qualité et d'une taille suffisante pour rentabiliser le coût de transport élevé. Beekman (1992) en cite un cas (toutefois suspect et insuffisamment documenté) dans le Petexbatún, à 5 km du site le plus proche.

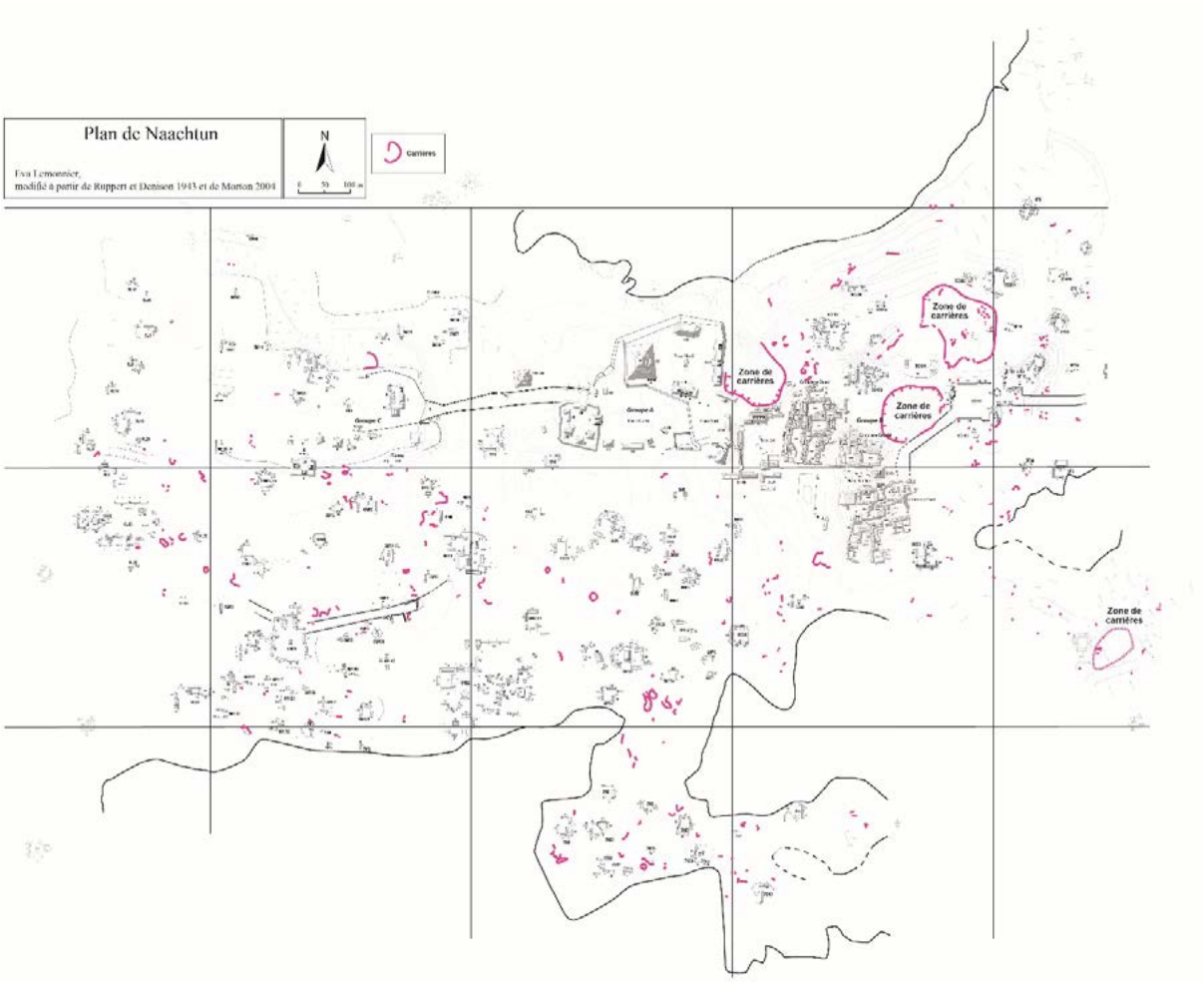


Figure 159. Localisation des carrières de Naachtun visibles en surface. (Relevé par J. Cotom et E. Lemonnier).

C.3 Zones d'extraction du *sascab*

Erasmus a remarqué qu'au Yucatán, à Tikul, par exemple, le *sascab* est une ressource si présente que l'approvisionnement se fait sur les lieux même de l'emploi. Chaque famille disposerait de son point d'exploitation personnel, dans les environs immédiats de la résidence, servant aux différents travaux (Erasmus 1965, p. 290). La même situation est décrite par Gillot (2018a) pour la zone de Río Bec, plus proche de Naachtun. Remarquons qu'à Copán, au contraire, le *sascab* est peu utilisé, et le gisement le plus proche se trouverait, selon Abrams (1994, p. 69), à 12 km du groupe principal de la cité : c'est une situation qui, encore une fois, n'est pas représentative des conditions de construction au Petén, et limite l'intérêt de la comparaison avec les estimations produites pour ce site. L'extraction du *sascab* en grande quantité se fait généralement en profondeur : cette observation est intéressante, parce que les problèmes de superficie de la zone d'extraction, qui peuvent se poser pour les bancs de calcaire, relativement peu épais, sont beaucoup moins prégnants dans le cadre de l'extraction du *sascab*. A Chichen Itza, E. H. Morris *et al.* (1931, p. 223) évoquent une grande *sascabera*, dans laquelle, disent-ils,

pourraient tenir 200 personnes, entre le Castillo et le cenote Xtoloc. Le *sascab* y était extrait jusqu'à une profondeur de 6 mètres.

Même si toutes les fosses n'atteignaient pas ces dimensions, les grands secteurs d'extraction du *sascab* laissent nécessairement des traces dans le paysage, sous la forme de dépressions ellipsoïdales ; elles sont décrites plus précisément par Gillot (2018a, p. 127). A Naachtun, Gillot interprétait la profonde dépression qui se trouve immédiatement à l'est, en contrebas de la Place Nord du Groupe A (voir la Figure 160), comme une possible *sascabera* (communication personnelle, 2015).

La question est toujours la même : les constructeurs de Naachtun préféraient probablement, lorsque cela était possible, extraire les matériaux à proximité des structures, mais cette tendance pouvait être compliquée par l'omniprésence des sols stuqués construits au fil du temps. Notons aussi que beaucoup de *sascaberas* se trouvent directement associées à des carrières d'extraction de blocs de calcaire, l'élimination de la couche indurée permettant un accès aisé aux niveaux de *sascab* : voir les observations de Gallegos Gomora (1994) à Calakmul, et de Gillot (2018b, p. 48) à Río Bec.

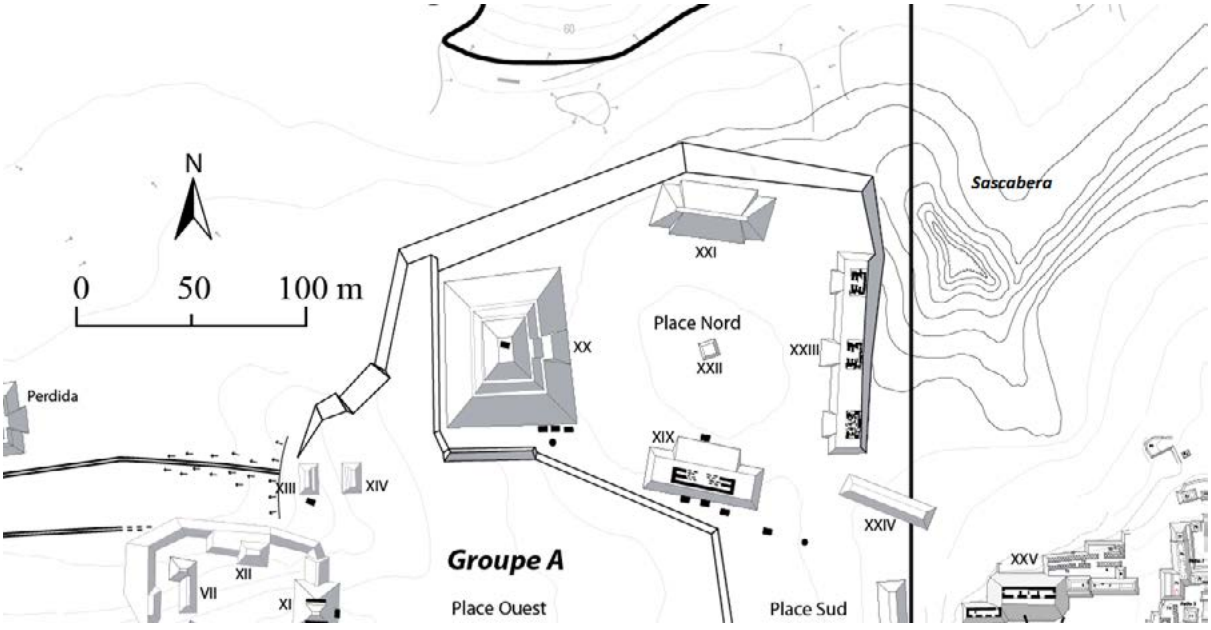


Figure 160. Grande dépression à l'est de la Place Nord : probable sascabera*. Équidistance : 2 m.*

C.4 Production de la chaux

On a eu l'occasion d'argumenter à plusieurs reprises sur le fait que la production de chaux obéissait peut-être à une logique de mobilisation de la main-d'œuvre différente des autres tâches, avec une possible spécialisation. Il est toutefois possible que des travailleurs aient eu à transporter la chaux depuis son lieu de stockage (les piles de matériau brut laissé au repos durant de longs mois de maturation) jusqu'au lieu de construction (Abrams et Freter 1996, p. 427). Il se peut que cette distance de transport ait représenté plusieurs hectomètres, parce que les expérimentations (Erasmus 1965, p. 290-291 ; Russel et Dahlin 2007, p. 413) suggèrent que la *calera* était construite à proximité des bancs de

calcaire favorables à la transformation en chaux, qui ne sont pas nécessairement les mêmes que ceux qui sont utilisés pour l'extraction de blocs.

La chaux était probablement éteinte sur place, car il est compliqué et dangereux de manipuler de la chaux vive. Erasmus (1965) évoquait une distance comprise entre 1 000 et 3 000 mètres entre le lieu de production et le lieu de construction, à partir de ses observations à Tikul, dans le Yucatán. La proposition d'Erasmus est peut-être extrême et doit être replacée dans le contexte intellectuel de sa publication : il cherchait à obtenir les coûts les plus élevés possibles pour ne pas être accusé de sous-estimer le coût de construction. En réalité, la localisation des bancs de calcaire dépend des conditions géologiques de chaque site. Selon Gillot (2018a, p. 199), il est même tout à fait probable que les caleras aient été construites à proximité des chantiers, étant donné que les bancs de calcaire employés dans la construction pouvaient également être tout à fait propices à la fabrication de la chaux. On suppose dans nos calculs, de manière arbitraire, que la chaux était transportée sur 150 m, un chiffre qui est donc susceptible d'évoluer au gré de futures découvertes.

C.5 Approvisionnement en eau

Plusieurs tâches de la construction demandent de grandes quantités d'eau pour être menées à bien. D'après Abrams (1994, p. 52), le coût de récupération et de transport de l'eau est négligeable dans le calcul final (par exemple, il représente 110 j.p., soit 0,4 % des 30 499 j.p. totaux de la construction du palais 10L-22), mais rappelons qu'il travaillait sur des structures résidentielles rarement monumentales, et surtout, qu'une rivière traverse l'épicentre de Copán, ce qui n'est pas le cas à Naachtun (Tableau 133). Nos propres simulations pour l'Épicentre de Naachtun aboutissent à un pourcentage légèrement supérieur, mais le coût de l'approvisionnement en eau reste, dans la majorité des cas, bien inférieur à 5 % du coût de construction total.

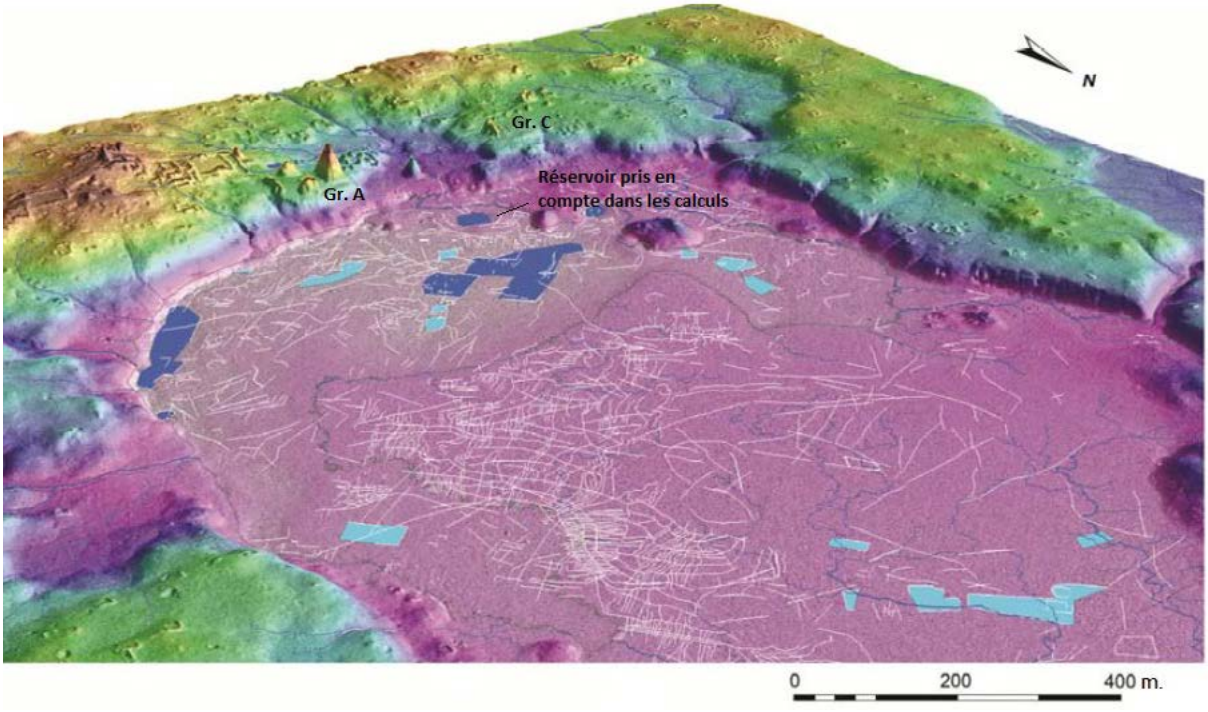


Figure 161. Réservoir du bajo nord. (Image : C. Castanet).

La limite actuelle du bajo nord se trouve à une distance comprise entre 150 et 300 mètres à vol d'oiseau des Groupes A et C, avec de fortes pentes. Le vaste réservoir identifié et sondé par Castanet (2018) dans le même bajo nord (Figure 161) permettait de former de très substantielles réserves d'eau, même au cours de la saison sèche. Sa capacité (*ibid*., Tablas 3 à 5) était amplement suffisante pour subvenir aux besoins de la population du site telle que nous la reconstituons au Chapitre 7, surtout si l'on tient compte des dizaines de réservoirs de taille comparable identifiés dans l'arrière-pays et des milliers de réservoirs plus modestes, que l'on trouve à proximité de chaque unité résidentielle, ou presque. Il n'est donc pas impossible qu'il ait servi à l'approvisionnement pour la construction monumentale, et des tessons du Classique ancien retrouvés dans les fouilles qui y furent menées (l'analyse préliminaire de ce matériel a été faite sur le terrain, par nos soins ; elle devra être complétée en laboratoire) semblent attester de son aménagement et de son utilisation dès cette période.

On ne peut exclure que le Réservoir de l'Épicentre, tout proche du Groupe de type E, ait aussi été utile pour la construction monumentale.

Tableau 132. Distance à vol d'oiseau (mesurée sur le MNT de Naachtun via QGIS) entre les réservoirs proches de l'épicentre de Naachtun et les principales structures monumentales.

	Réservoir du *bajo* nord	**Réservoir du Groupe A**	**Dépressions nord-est *Perdida***
Structure I	635 m	720 m	575 m
Structure V	410 m	535 m	350 m
Perdida	255 m	295 m	95 m
Structure XX	315 m	140 m	150 m
Structure XXIII	425 m	125 m	285 m
Structure XXVII	550 m	60 m	360 m

Plusieurs dépressions (on en dénombre au moins sept) situées immédiatement au nord-est de La Perdida (Figure 162) pourraient aussi avoir permis le stockage d'eau utile dans le cadre de la construction monumentale. Elles se trouvent à la confluence de deux versants, et pourraient constituer un débouché partiel (le principal étant le réservoir du bajo nord) au canal de drainage central qui parcourt la Zone résidentielle du nord au sud. Purdue (2014, p. 582) y a effectué plusieurs sondages et a démontré que ces dépressions étaient aménagées (le fond est tapissé d'argile et de blocs de pierre) puis sporadiquement curées.



Figure 162. Dépressions au nord-est de la Perdida*. Quadrillage de 100 m de côté.*

On pourrait s'interroger sur la capacité de ces réservoirs dans le cadre du besoin en eau créé par la construction monumentale. La capacité du réservoir artificiel du bajo nord est évaluée par Castanet (2018, Tabla 1) à l'intervalle 10 780 - 18 864 m³, selon différentes hypothèses sur sa profondeur. Quant au réservoir du Groupe A, un calcul très préliminaire de Parry (2007, p. 194) évoquait une capacité maximale de 1 508 m³. Le calcul consistait à multiplier la longueur de 29 m par la largeur de 26 m par une profondeur constante de 2 m. Il est possible que le réservoir ait été beaucoup plus vaste au début du Classique ancien, avant l'aménagement de son contour. La capacité des dépressions situées à proximité de la Perdida n'a pas été calculée avec exactitude, mais les fouilles de Purdue (2014) ont révélé que l'une d'entre elles avait un diamètre d'une dizaine de mètres et une profondeur maximale de 2 m (un cône de révolution de 5 m de rayon et 2 m de hauteur a un volume de 53,4 m³, un cylindre de 5 m de rayon et 2 m de longueur représente un volume de 157 m³).

Dans le cadre des paramètres utilisés pour nos calculs, il apparaît que la capacité de ces différents réservoirs était tout à fait suffisante pour subvenir aux besoins en eau de la construction monumentale, sans mettre en péril la consommation quotidienne des habitants, qui disposaient en outre de réserves directement associées aux unités résidentielles. L'ensemble de la construction de la Structure XXIII, proche du Réservoir du Groupe A, aurait demandé 920,5 m³ (il s'agit bien, à chaque fois, de l'eau dédiée à l'architecture, et non pas destinée à la consommation personnelle des ouvriers, qu'il serait intéressant de prendre en compte, mais qui peut provenir d'autres réservoirs), celle de la Perdida, 516 m³. La structure la plus volumineuse et la plus demandeuse en eau est la Structure XX, dans son étape finale. En fonction des hypothèses privilégiées pour sa morphologie, sa construction pourrait avoir demandé entre 2 876 et 4 275 m³, une capacité supérieure à celle du réservoir du Groupe A (s'il n'est pas alimenté en cours de saison par les eaux de pluies), mais il est totalement improbable que cette structure ait été construite en une seule saison. Quant à la Structure XX Sub, sa construction pourrait avoir demandé (en fonction des différentes hypothèses) le transport de 737 à 2 158 m³ d'eau. Dès lors, nous considérons que la capacité des réservoirs pris en compte était suffisante pour mener à bien la construction.

Liste des Figures

Figure 1. Carte de l'aire Maya situant une sélection de grands sites archéologiques. (Fond de carte Wikimedia Commons)..... 6
Figure 2. Carte de la partie sud de la EIR. (Carte : J.F. Cuenot). 8
Figure 3. Précipitations mensuelles actuelles relevées pour le nord du Petén. (Modifié d'après Castanet 2018 et des données de Leemans et Cramer 1991). 9
Figure 4. Exemple d'une retenue d'eau artificielle créée dans un bajo. (Castanet 2019)..... 11
Figure 5. Utilisation de bejucos pour le montage d'une charpente légère sur le campement de Naachtun. (Photo : D. Michelet). 12
Figure 6. Plan de Naachtun. 19
Figure 7. Nomenclature du système de regroupement dans la Zone résidentielle de Naachtun : l'exemple de 6M57..... 21
Figure 8. Vue de l'arroyo encaissé qui forme la limite est de la Zone résidentielle de Naachtun. (Photo : E. Lemonnier). 22
Figure 9. Plan de Naachtun mettant en évidence les limites de la Zone résidentielle (ligne pointillée). L'hypothétique Groupe D de l'Epicentre est colorié en vert. Les cadres rouges correspondent aux stèles de la Zone résidentielle discutées précédemment..... 24
Figure 10. Modèle de terrain LiDAR de la région de Naachtun mettant en évidence les différences morphologiques entre les monticules des périodes Préclassique récent et Classique récent. (DEM : Pacunam LiDAR initiative, traitement J. Hiquet). 63
Figure 11. Mise en perspective (même échelle) des zones centrales de Tikal (carte de Carr et Hazard, modifiée par Puleston, Stavrakis-Puleston 2015) et Naachtun. Le trait extérieur épais délimite la Zone résidentielle, le trait intérieur plus fin, l'épicentre monumental. 118
Figure 12. Succession des tâches à mener à bien dans la construction d'une structure monumentale : construction du soubassement. 124
Figure 13. Succession des tâches à mener à bien dans la construction d'une structure monumentale : construction de l'escalier du soubassement et finitions..... 125
Figure 14. Succession des tâches à mener à bien dans la construction d'une structure monumentale : construction du soubassement de la superstructure. 126
Figure 15. Succession des tâches à mener à bien dans la construction d'une structure monumentale : construction de l'escalier du soubassement de la superstructure et finitions. 127
Figure 16. Succession des tâches à mener à bien dans la construction d'une structure monumentale : construction de la superstructure. 128
Figure 17. Succession des tâches à mener à bien dans la construction d'une structure monumentale : construction de la crête faîtière..... 129
Figure 18. Élévations artificielles du Groupe C. MNT Pacunam LiDAR Initiative, traitement J. Hiquet.132
Figure 19. Calcul du volume de la pyramide tronquée. 134
Figure 20. Reconstitution idéalisée d'une superstructure du Complexe triadique de Naachtun (Structure I). Remarquer la crête faîtière à l'arrière de la superstructure. (Dessin : J. Hiquet). 136
Figure 21. Calcul des volumes et surfaces pour une superstructure non voûtée. 137
Figure 22. Localisation dans la Zone résidentielle des unités résidentielles de Classe I de la Typologie Morphologique. 145
Figure 23. Localisation dans la Zone résidentielle des unités résidentielles de Classe II de la Typologie Morphologique. 147
Figure 24. Localisation dans la Zone résidentielle des unités résidentielles de Classe III de la Typologie Morphologique. 148

Figure 25. Localisation dans la Zone résidentielle des unités résidentielles de Classe IV de la Typologie Morphologique. 149
Figure 26. Localisation dans la Zone résidentielle des unités résidentielles de Classe V de la Typologie Morphologique. 150
Figure 27. Localisation dans la Zone résidentielle des unités résidentielles de Classe VI de la Typologie Morphologique. 151
Figure 28. Localisation dans la Zone résidentielle des unités résidentielles de Classe A de la Typologie de Croissance..... 155
Figure 29. Localisation dans la Zone résidentielle des unités résidentielles de Classe B de la Typologie de Croissance..... 157
Figure 30. Localisation dans la Zone résidentielle des unités résidentielles de Classe C de la Typologie de Croissance..... 159
Figure 31. Localisation dans la Zone résidentielle des unités résidentielles de Classe D de la Typologie de Croissance..... 161
Figure 32. Les patios de la Zone résidentielle de Naachtun..... 163
Figure 33. Plan de l'Unité résidentielle 6M99, composée d'une seule structure isolée pour laquelle le patio associé est physiquement délimité par un muret..... 164
Figure 34. Localisation dans la Zone résidentielle des patios de Classe P1 de la Typologie des Patios. 165
Figure 35. Localisation dans la Zone résidentielle des patios de Classe P2 de la Typologie des Patios. 166
Figure 36. Localisation dans la Zone résidentielle des patios de Classe P3 de la Typologie des Patios. 167
Figure 37. Plan de l'Unité résidentielle 5N6. (Relevé : H. Goudiaby)..... 177
Figure 38. MNT de Naachtun mettant en évidence la variété du relief du site. (Traitement des données LiDAR : J. Hiquet). 182
Figure 39. Comparaison synthétisée des niveaux identifiés par sondage et par fouille extensive dans l'Unité résidentielle 5N6..... 192
Figure 40. Répartition des sondages dans la Zone résidentielle de Naachtun..... 197
Figure 41. Unités résidentielles avec rupture manifeste de l'orientation des structures pouvant correspondre à des différences chronologiques de la construction. En rouge, les structure pouvant avoir conservé l'orientation classique ancienne..... 199
Figure 42. Tesson de récipient du Groupe Sierra (Type Laguna Verde Inciso). (Photo : J. Hiquet)..... 209
Figure 43. Tesson de récipient du type Dos Arroyos Naranja Policromo à la forme et au décor caractéristiques de la facette Balam I. (Photo : J. Hiquet)..... 210
Figure 44. Tesson de récipient du type Caldero Ante Policromo, var. sin especificar # 1. (Photo : Walker et Reese-Taylor 2012)..... 211
Figure 45. Remontage partiel et préliminaire d'un plat du type Dos Arroyos Naranja Policromo var. Dos Arroyos décoré du perroquet guacamaya venant de la Zone résidentielle de Naachtun (Unité résidentielle 7M5). (Photo : M. Colín)..... 213
Figure 46. Fragment de récipient miniature du type Discordia Negro venant de la Zone résidentielle de Naachtun. (Photo : J. Hiquet). 214
Figure 47. Exemples de tessons du type Dos Arroyos Naranja Policromo, var. sin especificar #2 décorés d'un oiseau au long cou mis au jour à Naachtun..... 216
Figure 48. Tessons Balam III du type Saxché Naranja Policromo avec décoration anthropomorphe. Longueur approximative : 10 cm. Sondage 8, Unité résidentielle 6M22 (photo : J. Hiquet)..... 217
Figure 49. Fragments de couvercles de cylindres tripodes stuqués Balam III provenant de la Zone résidentielle de Naachtun. 218
Figure 50. Exemples de supports de cylindres tripodes ajourés ou non issus de l'UE N14-3723. Carreaux de 5 mm (Photos : J. Hiquet). 219

Figure 51. a et c : Exemples de tessons de Naachtun importés de Teotihuacan. b : récipient retrouvé à Teotihuacan, pour comparaison. 220
Figure 52. Secteurs de découverte d'obsidienne verte à Naachtun et nombre de fragments. 222
Figure 53. Sceau orné du glyphe Teotihuacan « œil de reptile ». (Photo : PPNN). 223
Figure 54. Dépôt Balam II sur la roche-mère, Unité résidentielle 6M74. (Photo : J. Hiquet). 229
Figure 55. Détail du Dépôt 22, Unité résidentielle 6L13. (Photo : J. Hiquet). 230
Figure 56. Vue, depuis le nord, du Dépôt 48, Sondage 28 de l'Opération II.1. (Photo : J. Hiquet). 231
Figure 57. La Sépulture 86. 233
Figure 58. Phases et leurs contraintes de succession pour le traitement des datations radiocarbones de Naachtun. 238
Figure 59. Résultats du traitement Chronomodel pour la Phase Kutz' 239
Figure 60. Résultats du traitement Chronomodel pour la Sous-phase Balam I. 240
Figure 61. Résultats du traitement Chronomodel pour la Sous-phase Balam II. 241
Figure 62. Résultats du traitement Chronomodel pour la Sous-phase Balam III. 242
Figure 63. Régions HPD à 95 % des bornes des sous-phases de la séquence chronocéramique de Naachtun après traitement bayésien avec Chronomodel. La courbe en pointillés courts représente la région HPD pour le début de chaque phase, celle en pointillés longs, la fin. 243
Figure 64. Comparaison des séquences céramique et radiocarbone de Naachtun pour le Classique ancien. 245
Figure 65. Vue (MNT issu de la couverture LiDAR) de la Structure 5M-23 depuis le sud-est. 248
Figure 66. Profil nord du Sondage 29 de l'Opération II.1. 250
Figure 67. Vue LiDAR de la partie orientale de Naachtun, depuis le sud-est, mettant en évidence de possibles restes de constructions résidentielles et publiques du Préclassique récent. 251
Figure 68. La façade orientale, en talus, de la Structure I Sub, transpercée par un tunnel de pillage. (Photo : J. Hiquet). 252
Figure 69. Profil sud du tunnel de pillage No 1 du Triadique, montrant la façade est de la Structure I Sub et la Sépulture 98. 253
Figure 70. Reconstitution provisoire de la Structure V de Naachtun dans son état final. Modifié par J. Hiquet à partir de la reconstitution proposée par Gillot et Michelet (2016). 256
Figure 71. Croquis de l'évolution du secteur de l'Acropole : Balam I. (a) Balam I (1/2) (b) Balam I (2/2). 258
Figure 72. Profil sud du Tunnel de pillage N° 1 de la Structure V montrant les structures sub en talud-tablero. 259
Figure 73. Croquis de l'évolution du secteur de l'Acropole : Balam II. (a) Balam II (1/3) (b) Balam II (2/3) (c) Balam II (3/3). 261
Figure 74. Croquis de l'évolution du secteur de l'Acropole : Balam III. 263
Figure 75. Vue depuis le nord de la plate-forme sub Balam I du Terrain de jeu de balle (Structure XIII Sub). (Photo : J. Hiquet). 265
Figure 76. Plan du Sondage 22 de l'Opération II.1 montrant le bord est de la plate-forme XIII Sub. 266
Figure 77. Bords de structures sub retrouvés à proximité des grandes structures de la Place nord. L'extérieur de chaque sub est indiqué par une flèche noire. Le trait rouge en pointillés représente le bord d'une plate-forme que Cotom supposait avoir été détruite par les Mayas. (Photos : J. Cotom et J. Hiquet). 267
Figure 78. Coupe est-ouest de la Structure XX et de ses tunnels de pillage. (Relevé : J. Cotom). 268
Figure 79. Plan des Sondages 27, 28 et 29 de l'Opération II.1 montrant la localisation des vestiges architecturaux des différentes étapes de la Structure XXIII. (Relevé J. Hiquet). 271

Figure 80. Sondage 29 de l'Opération II.1. Vue depuis le sud du sol associé à la Structure XXIII Sub 1, mettant en évidence la destruction ancienne de cette étape. (Photo : J. Hiquet)..... 272
Figure 81. Coupe est-ouest de la Structure XXIII, des tunnels de pillage et des Sondages 27, 28 et 29 de l'Opération II.1. (Relevés : J. Hiquet, S. Portela et B. Salazar). 274
Figure 82. Profil nord du Sondage 10 de l'Opération II.1, Structure XXIII. (Relevé : C. Morales-Aguilar). 275
Figure 83. Grands récipients Balam I provenant de tombes et de dépôts rituels. (a) Le Dépôt 8 (Photo : C. Morales) (b) Récipients du Dépôt 8 après restauration (Photo : J. Hiquet) (c) Récipient pillé provenant d'une tombe Balam I du Triadique (Photo : PPNN). 276
Figure 84. Fouille du Dépôt protoclassique 45. (a) Fosse et disque de calcaire (b) Sous le disque : sphères (c) Sphères colorées et points cardinaux (d) Récipient supérieur (Photos : J. Hiquet). 278
Figure 85. Élévation de l'escalier monumental central de la Structure XXIII. Observer la localisation des dépôts au pied des marches et leur relation à la Structure XXIII Sub 1. 279
Figure 86. Plan du Sondage 27 de l'Opération II.1 montrant les six premières marches de l'escalier central monumental de la Structure XXIII. Observer la localisation des dépôts au pied des marches et leur relation à la Structure XXIII Sub 1..... 280
Figure 87. Contenu du Dépôt 45. (Photo : E. Mencos). 281
Figure 88. Dessin de la figurine anthropomorphe du Dépôt 45 de Naachtun. (Dessin : J. Hiquet). 282
Figure 89. Vue depuis l'ouest du Sondage 28 de l'Opération II.1 en cours de fouille. On observe, au premier plan, l'emplacement du Dépôt 48, puis l'Autel 14, recouvrant partiellement le Dépôt 47. (Photo : J. Hiquet). 284
Figure 90. Vue de la Sépulture 101 depuis l'est. On observe que la voûte naît à la hauteur du sol (perforé) du soubassement de la Structure XXIII. (Photo : J. Hiquet). 285
Figure 91. Secteurs de découverte de couches artificielles d'argile noire. 289
Figure 92. Représentation axonométrique idéalisée du Complexe triadique de Naachtun, par C. Gillot (Gillot et Michelet 2016). 290
Figure 93. Vue LiDAR des structures mineures du Groupe C (MNT Pacunam, modifié par Julien Hiquet). 291
Figure 94. Vue depuis le nord du talus Balam II de la Chaussée. (Photo : C. Morales-Aguilar). 292
Figure 95. Vue de la Sépulture 97, pillée, depuis le sud-ouest. (Photo : J. Hiquet)..... 293
Figure 96. Tessons d'un plat polychrome Balam II provenant probablement de la Sépulture 97. (Photo : J. Hiquet). 294
Figure 97. Reconstitution isométrique de l'angle sud-ouest de la Structure Perdida Sub 1. Les lignes pleines représentent les éléments visibles dans le tunnel de pillage. Les lignes en pointillés sont extrapolées. 294
Figure 98. Vue depuis l'ouest du talud et de la base du tablero de la façade sud de la Structure Perdida Sub 1. (Photo : J. Hiquet). 295
Figure 99. Plan de la section fouillée de l'escalier d'accès à la Place Nord depuis le Terrain de jeu de balle. (Relevé : C. Morales-Aguilar)..... 296
Figure 100. Profil de la partie inférieure du talus ouest du Terrain de jeu de balle. 297
Figure 101. Profil nord du Sondage 27 de l'Opération II.1 : escalier central de la Structure XXIII. (Relevé : J. Hiquet). 299
Figure 102. Vue depuis le sud du négatif de la marche démantelée de la deuxième version de l'escalier central de la Structure XXIII. (Photo : J. Hiquet). 300
Figure 103. Comparaison entre les pierres alignées sous la Structure XXVII Sub (a) et les dalles couvrant des sépultures du Classique ancien dans d'autres structures de Naachtun (b) Sépulture 98 (c) Extrémité sud de la Sépulture 97. (Photos : J. Hiquet). 303

Figure 104. Les Stèles 24 et 26 et leur relation spatiale avec la Sépulture 98. (Relevé du complexe triadique : C. Gillot et D. Michelet, relevé du Tunnel de pillage N°1 : J. Hiquet). 305
Figure 105. Plan du Complexe à enceinte de Naachtun dans son état final. Extrait du plan du site, PPNN. 306
Figure 106. Tessons d'un plat du type Dos Arroyos Naranja Policromo, var. Dos Arroyos, provenant du lot N14-1166. (Photo : A. Patiño). 307
Figure 107. Coupe nord/sud de la section nord de l'Enceinte du Groupe A. Relevé de E. Arredondo et M. Rangel. 309
Figure 108. Coupe est/ouest du mur d'enceinte et des niveaux associés au sud-ouest du Complexe. Relevés de C. Escobar et P. Nondédéo. 310
Figure 109. Relevé de l'entrée du tunnel de pillage ouest de la Structure XXVII, montrant l'extension du parement ouest. 313
Figure 110. Vue LiDAR des structures longues et systèmes de murs entourant la Pyramide XXVII. Les structures traitées dans la simulation du coût de construction des murs entourant la Structure XXVII sont encadrées en rouge 314
Figure 111. Séquence de construction publique et monumentale de l'Épicentre de Naachtun. 316
Figure 112. Nombre de patios de l'échantillon occupés au cours de chaque-sous phase, US à datation indéterminée exclues 320
Figure 113. Nombre de patios de l'échantillon occupés au cours de chaque-sous phase, en assignant aux contextes à datation indéterminée leur borne inférieure. 324
Figure 114. Nombre de patios de l'échantillon occupés au cours de chaque-sous phase, en assignant aux contextes à datation indéterminée leur borne supérieure. 325
Figure 115. Nombre de patios de l'échantillon occupés au cours de chaque-sous phase, en assignant aux contextes à datation indéterminée leur point moyen. 326
Figure 116. Nombre de patios de l'échantillon occupés au cours de chaque-sous phase, en assignant aux contextes à datation indéterminée leur probabilité d'occurrence au cours d'un pas de temps. ... 329
Figure 117. Nombre de patios de l'échantillon occupés au cours de chaque-sous phase : comparaison des différents traitements statistiques pour les couches à datation indéterminée. 329
Figure 118. Nombre de composantes au cours de chaque-sous phase : probabilité d'occurrence au cours d'un pas de temps. 331
Figure 119. Estimation du nombre d'habitants de Naachtun au cours de la phase Kutz' 336
Figure 120. Estimation du nombre d'habitants de Naachtun au cours de la sous-phase Balam I. 338
Figure 121. Estimation du nombre d'habitants de Naachtun au cours de la sous-phase Balam II. 340
Figure 122. Estimation du nombre d'habitants de la Zone résidentielle de Naachtun au cours de la sous-phase Ma'ax I. 348
Figure 123. Estimation du nombre d'habitants de la Zone résidentielle de Naachtun au cours de la sous-phase Ma'ax II. 350
Figure 124. Estimation du nombre d'habitants de la Zone résidentielle de Naachtun au cours de la sous-phase Ma'ax III. 352
Figure 125. Estimation du nombre d'habitants de la Zone résidentielle de Naachtun au cours de la phase Muuch. 354
Figure 126. Patios occupés au cours de la Phase Kutz'. 355
Figure 127. Patios occupés au cours de la Sous-phase Balam I. 356
Figure 128. Patios occupés au cours de la Sous-phase Balam II. 357
Figure 129. Patios occupés au cours de la Sous-phase Balam III. 358
Figure 130. Patios occupés au cours de la Sous-phase Ma'ax I. 359
Figure 131. Patios occupés au cours de la Sous-phase Ma'ax II. 360

Figure 132. Patios occupés au cours de la Sous-phase Ma'ax III. 361
Figure 133. Patios occupés au cours de la Phase Muuch. 362
Figure 134. Comparaison des courbes de population pour le site obtenues à partir de l'approche partant de la croissance naturelle et de celles partant du nombre moyen d'habitants par patio. 367
Figure 135. Comparaison des courbes de population pour le site obtenues à partir de l'approche partant d'une croissance naturelle continue (0,1/0,2/0,3 %) et de celles partant du nombre moyen d'habitants par patio. Point de départ : population maximale Ma'ax III. 370
Figure 136. Comparaison des courbes de population pour le site obtenues à partir de l'approche partant d'une croissance naturelle continue (0,1/0,2/0,3 %) et de celles partant du nombre moyen d'habitants par patio. Point de départ : population minimale Ma'ax III. 371
Figure 137. Couverture LiDAR d'une partie de l'arrière-pays de Naachtun en territoire guatémaltèque. Le cadre rose correspond à l'espace cartographié par le PPNN (Figure 6) avant l'acquisition des données LiDAR. Quadrillage de 500 m. 373
Figure 138. Diagramme du coût énergétique de la construction monumentale du Classique ancien. . 391
Figure 139. Poids des différents types de tâches dans le coût de construction d'un échantillon de structures monumentales de Naachtun. 395
Figure 140. Deux approches géométriques pour calculer le volume et le coût de construction de la Structure XXVII. 403
Figure 141. Évolution du coût (intermédiaire) total de la construction de la Structure XX (Hypothèse B) en fonction de la durée de la journée de transport des matériaux de construction. 409
Figure 142. Volume des structures monumentales du Classique ancien de Naachtun. 412
Figure 143. Coût en j-p par m3 des structures monumentales du Classique ancien de Naachtun (coût énergétique intermédiaire, production de chaux incluse). 415
Figure 144. Corrélation du volume total et du coût en j-p par m³ des structures monumentales du Classique ancien de Naachtun. Nuage de points. 419
Figure 145. Corrélation entre le volume et le coût énergétique total (intermédiaire) de la construction des structures du Classique ancien à Naachtun : nuage de points. 422
Figure 146. Nombre de jours-personnes pouvant être travaillés au cours d'une saison à Naachtun en Balam I : croisement avec le coût énergétique (intermédiaire) de la construction monumentale. 461
Figure 147. Nombre de jours-personnes pouvant être travaillés au cours d'une saison à Naachtun en Balam II : croisement avec le coût énergétique (intermédiaire) de la construction monumentale. 462
Figure 148. Nombre de jours-personnes pouvant être travaillés au cours d'une saison à Naachtun en Balam III : croisement avec le coût énergétique (intermédiaire) de la construction monumentale. 462
Figure 149. Coût médian (intermédiaire) au cours de chaque sous-phase et nombre de jours-personnes pouvant être fournis au cours d'une saison par la population de la Zone résidentielle de Naachtun. . 463
Figure 150. Coût moyen (intermédiaire) des étapes de construction monumentale au cours de chaque sous-phase et nombre de jours-personnes pouvant être fournis au cours d'une saison par la population de la Zone résidentielle de Naachtun. 464
Figure 151. Croisement du coût énergétique (intermédiaire) de la construction des deux étapes de la Place Nord avec le nombre de jours-personnes pouvant être travaillés au cours d'une saison à Naachtun au début de la sous-phase Balam I. En bleu sombre, Hypothèse A 466
Figure 152. Croisement du coût énergétique (intermédiaire) de la construction des deux étapes principales de la Structure XX avec le nombre de jours-personnes pouvant être travaillés au cours d'une saison à Naachtun en Balam I dans le cadre d'une mobilisation maximale de la population de la Zone résidentielle (mobilisation C). En bleu sombre, Hypothèse 1, XX Sub basse, en bleu clair, Hypothèse 2, XX Sub haute. 468

Figure 153. Croisement du coût énergétique (intermédiaire) de la construction des deux étapes principales de la Structure XX avec le nombre de jours-personnes pouvant être travaillés au cours d'une saison à Naachtun en Balam I dans le cadre d'une mobilisation de de 5 % de la population de la micro-région durant 80 jours (mobilisation E). En bleu sombre, Hypothèse 1, XX Sub basse, en bleu clair, Hypothèse 2, XX Sub haute. 469
Figure 154. Coût moyen annuel (intermédiaire) au cours de chaque sous-phase et nombre de jours-personnes pouvant être fournis au cours d'une saison par la population de la Zone résidentielle de Naachtun. 474
Figure 155. Résultat de la datation radiocarbone d'un échantillon de charbon provenant d'un foyer légèrement postérieur à la construction de l'enceinte du Groupe A de Naachtun. 478
Figure 156. Croisement du coût énergétique (intermédiaire) de la construction de l'enceinte du Groupe A avec le nombre de jours-personnes pouvant être travaillés au cours d'une saison à Naachtun au cours de la sous-phase Balam III. Colonne de gauche : pierres extraites en carrière. Colonne de droite : moitié des pierres prélevées sur des structures existantes. 479
Figure 157. Pierre travaillée et stuquée arrachée et placée, en Balam III, dans le remblai de la Structure 6M-100. (Photo : J. Hiquet). 482
Figure 158. (a) Jarre archéologique de Naachtun (Classique Terminal), hauteur 37,5 cm (photo : Julien Hiquet). (b) Jarre Guateplast, hauteur 36 cm, contenance 11 l. (photo : www.guateplast.net). 576
Figure 159. Localisation des carrières de Naachtun visibles en surface. (Relevé par J. Cotom et E. Lemonnier). 590
Figure 160. Grande dépression à l'est de la Place Nord : probable sascabera. Équidistance : 2 m. 591
Figure 161. Réservoir du bajo nord. (Image : C. Castanet). 592
Figure 162. Dépressions au nord-est de la Perdida. Quadrillage de 100 m de côté. 594

Liste des Tableaux

Tableau 1. Séquence chrono-culturelle de l'aire maya. De légères variations peuvent exister dans les bornes des périodes ; elles ne remettent pas en cause le schéma général..... 14
Tableau 2. Séquence céramique finale du PAN. (Walker et Reese-Taylor 2012). 26
Tableau 3. Séquence du Proyecto Petén Norte Naachtun..... 27
Tableau 4. Dimensions approximatives de quelques structures qualifiées d'énormes dans la littérature. 32
Tableau 5. Nombre et pourcentage d'unités résidentielles (sur les 119 de la Zone résidentielle) appartenant à chaque classe et type de la typologie morphologique des unités résidentielles. 152
Tableau 6. Nombre et pourcentage d'unités résidentielles (sur les 119 de la Zone résidentielle) appartenant à chaque classe et type de la typologie de croissance des unités résidentielles. 162
Tableau 7. Nombre et pourcentage de patios (sur les 226 de la Zone résidentielle) appartenant à chaque classe et type de la typologie des patios. 168
Tableau 8. Indices pris en compte dans l'estimation du nombre d'habitants des patios de Naachtun. 169
Tableau 9. Correction du nombre de patios de chaque type pour tenir compte des patios invisibles en surface. 183
Tableau 10. Correction du nombre de patios occupés pour la prise en compte de la non-contemporanéité. 188
Tableau 11. Nombre moyen d'habitants minimal et maximal pour chaque type de patio de chaque type de la Typologie de Croissance des unités résidentielles au cours de chaque sous-phase de la séquence de Naachtun (chiffres arrondis à l'unité la plus proche). 189
Tableau 12. Nombre et proportion d'unités de chaque type de la Typologie Morphologique des unités résidentielles sondées à Naachtun. 196
Tableau 13. Nombre et proportion d'unités de chaque type de la Typologie de Croissance des unités résidentielles sondées à Naachtun. 197
Tableau 14. Estimation du nombre d'habitants du Groupe B en multipliant le nombre de pièces visibles sur le plan du site par 4 et 5,6 habitants. 200
Tableau 15. Estimation du nombre d'habitants du Groupe B par l'extrapolation du rapport entre l'estimation de Sion (2016) pour le Complexe Sud et l'estimation présentée dans le Tableau 14. 200
Tableau 16. Synthèse des ajustements effectués sur le pourcentage de patios de chaque type à chaque sous-période. 202
Tableau 17. Séquence céramique du Proyecto Petén Norte Naachtun. 208
Tableau 18. Analyse de la céramique de l'UE N12-1257, Sondage 7 de l'Opération II.2, UR 6N124. Analyse par A. Patiño. 225
Tableau 19. « Events » pris en compte dans le traitement Chronomodel des dates radiocarbone de Naachtun. 236
Tableau 20. Durée possible des sous-phases du Classique ancien après traitement par Chronomodel des datations radiocarbones. (MAP : Mode A Posteriori). 243
Tableau 21. Nombre et proportion de patios de l'échantillon occupés au cours de chaque sous-phase. 319
Tableau 22. Nombre et proportion de patios de l'échantillon occupés au cours de chaque-sous phase, en assignant aux contextes à datation indéterminée leur borne inférieure. 323
Tableau 23. Nombre et proportion de patios de l'échantillon occupés au cours de chaque-sous phase, en assignant aux contextes à datation indéterminée leur borne supérieure 324
Tableau 24. Nombre et proportion de patios de l'échantillon occupés au cours de chaque-sous phase, en assignant aux contextes à datation indéterminée leur point moyen 325

Tableau 25. Nombre et proportion de patios de l'échantillon occupés au cours de chaque-sous phase, en assignant aux contextes à datation indéterminée leur probabilité d'occurrence au cours d'un pas de temps. 328
Tableau 26. Nombre cumulé de composantes par sous-phase, en assignant aux contextes à datation indéterminée leur probabilité d'occurrence au cours d'un pas de temps. 330
Tableau 27. Calcul de l'indice TWLI (Inomata, Triadan, MacLellan et al. 2017) pour la Zone résidentielle de Naachtun. 332
Tableau 28. Nombre et proportion de patios occupés au cours de la phase Kutz' 335
Tableau 29. Estimation du nombre d'habitants de Naachtun à chaque sous-phase du Classique ancien. 336
Tableau 30. Nombre et proportion de patios occupés au cours de la sous-phase Balam I. 337
Tableau 31. Nombre et proportion d'unités résidentielles occupées au cours de la sous-phase Balam I. 338
Tableau 32. Nombre et proportion de patios occupés au cours de la sous-phase Balam II. 339
Tableau 33. Nombre et proportion d'unités résidentielles occupées au cours de la sous-phase Balam II. 339
Tableau 34. Différence entre le nombre de patios dont l'occupation est avérée et le nombre de patios suggéré par le traitement probabiliste Chronophage. 341
Tableau 35. Nombre et proportion de patios occupés au cours de la sous-phase Balam III. 341
Tableau 36. Nombre et proportion d'unités résidentielles occupées au cours de la sous-phase Balam III. 342
Tableau 37. Surface moyenne et médiane des patios occupés au cours de chaque sous-phase de Naachtun. 343
Tableau 38. Phase de construction des structures de la Zone résidentielle de Naachtun dans leur état final. 344
Tableau 39. Phase de construction des structures sub de la Zone résidentielle de Naachtun. 345
Tableau 40. Estimation du nombre d'habitants de Naachtun au cours de la sous-phase Balam III. 346
Tableau 41. Nombre et proportion de patios occupés au cours de la sous-phase Ma'ax I. 347
Tableau 42. Nombre et proportion d'unités résidentielles occupées au cours de la sous-phase Ma'ax I. 347
Tableau 43. Nombre et proportion de patios occupés au cours de la sous-phase Ma'ax II. 349
Tableau 44. Nombre et proportion d'unités résidentielles occupées au cours de la sous-phase Ma'ax II. 349
Tableau 45. Nombre et proportion de patios occupés au cours de la sous-phase Ma'ax III. 351
Tableau 46. Nombre et proportion d'unités résidentielles occupées au cours de la sous-phase Ma'ax III. 351
Tableau 47. Nombre et proportion de patios occupés au cours de la phase Muuch. 353
Tableau 48. Nombre et proportion d'unités résidentielles occupées au cours de la phase Muuch. 353
Tableau 49. Calcul de la population maximale de la Zone résidentielle et du Groupe B de Naachtun à partir de la simulation de sa croissance naturelle jusqu'à la fin du Classique récent. (Taux annuel de croissance employé : 0,1 % avant 600, 0,3 % après 600). 368
Tableau 50. Calcul de la population minimale de la Zone résidentielle et du Groupe B de Naachtun à partir de la simulation de sa croissance naturelle jusqu'à la fin du Classique récent. (Taux annuel de croissance employé : 0,1 % avant 600, 0,3 % après 600). 368
Tableau 51. Calcul de la population de la micro-région de Naachtun (zone de 135 km² couverte par le LiDAR, en territoire guatémaltèque) à partir de la simulation de sa croissance naturelle jusqu'à la fin du Classique récent. 377

Tableau 52. Coût énergétique de la construction monumentale au cours de la phase Kutz'. 381
Tableau 53. Coût énergétique de la construction monumentale au cours de la sous-phase Balam I. ... 382
Tableau 54. Coût énergétique total de la construction monumentale au cours de la sous-phase Balam I. 383
Tableau 55. Coût énergétique de la construction monumentale au cours de la sous-phase Balam II... 384
Tableau 56. Coût énergétique total de la construction monumentale au cours de la sous-phase Balam II. 385
Tableau 57. Coût énergétique de la construction monumentale au cours de la sous-phase Balam III.. 386
Tableau 58. Coût énergétique total de la construction monumentale au cours de la sous-phase Balam III. 386
Tableau 59. Comparaison du coût énergétique total de la construction monumentale au cours de chaque sous-phase du Classique ancien (coût de la production de chaux inclus)..... 387
Tableau 60. Coût moyen des épisodes de construction monumentale à chaque sous-phase du Classique ancien (coût de la production de chaux inclus). 388
Tableau 61. Coût moyen des épisodes de construction monumentale à chaque sous-phase du Classique ancien (coût de la production de chaux exclu). 388
Tableau 62. Coût médian des épisodes de construction monumentale à chaque sous-phase du Classique ancien (coût de la production de chaux inclus). 389
Tableau 63. Coût médian des épisodes de construction monumentale à chaque sous-phase du Classique ancien (coût de la production de chaux exclu). 389
Tableau 64. Volume total, moyen et médian de la construction monumentale à chaque sous-phase du Classique ancien. 390
Tableau 65. Coût annuel moyen de la construction monumentale à chaque sous-phase du Classique ancien (coût intermédiaire ; pour Balam I, Hypothèse BIA, voir le Tableau 54). 392
Tableau 66. Pondération de l'investissement dans la construction monumentale en fonction de la durée des sous-phases. 392
Tableau 67. Échantillon de structures pour tester le poids de différents paramètres dans l'établissement du coût de construction. 393
Tableau 68. Détail du poids des différents types de tâches dans le coût de construction d'un échantillon de structures monumentales de Naachtun. 394
Tableau 69. Coût énergétique - production de chaux exclue - de la construction de dix structures monumentales de Naachtun ; entre crochets, rappel du coût incluant la production de chaux. 397
Tableau 70. Proportion du coût de la production de chaux dans le coût (intermédiaire) total de construction de dix structures monumentales de Naachtun..... 398
Tableau 71. Proportion du coût du gâchage du mortier dans le coût (intermédiaire) total de construction de dix structures monumentales de Naachtun (production de chaux comprise). 399
Tableau 72. Proportion du coût d'extraction des blocs de calcaire dans le coût (intermédiaire) total de construction de dix structures monumentales de Naachtun. Entre crochets, détail du coût d'extraction de pierres pour les remblais et pour les parements, respectivement. 400
Tableau 73. Coût total de la construction de dix structures monumentales de Naachtun en augmentant leurs dimensions horizontales supposées d'un mètre, et différence en pourcentage avec le coût total estimé pour les dimensions probables..... 402
Tableau 74. Comparaison du coût en j-p de la construction de la Structure XXVII en utilisant différentes approximations de sa morphologie. 404
Tableau 75. Comparaison des volumes et surfaces de la Structure XXVII obtenus en utilisant différentes approximations de sa morphologie. 404

Tableau 76. Proportion du coût de transport des matériaux dans le coût (intermédiaire) total de construction de dix structures monumentales de Naachtun..... 405
Tableau 77. L'influence du paramètre distance de transport dans le calcul de coût énergétique : comparaison entre le coût calculé pour une distance probable de transport (mesurée sur SIG) et le coût calculé en doublant les distances probables de transport..... 406
Tableau 78. Distance moyenne et médiane de transport des matériaux de construction pour la Structure I et la Superstructure XIX. 407
Tableau 79. Variation en j-p du coût total (intermédiaire) de la construction de dix structures monumentales de Naachtun selon la durée effective de transport (4, 5, 6, 7 et 8 heures par jour). 408
Tableau 80. Proportion du coût du transport de l'eau dans le coût (intermédiaire) total de construction de dix structures monumentales de Naachtun..... 410
Tableau 81. Coût énergétique (intermédiaire) total, volume, coût énergétique par m3 et rapport entre volume de remblai et volume de parement des structures monumentales du Classique ancien à Naachtun..... 413
Tableau 82. Corrélation entre le coût par m³ et le rapport volume de remblai/volume de parement pour les structures du Classique ancien à Naachtun..... 415
Tableau 83. Corrélation entre le coût par m³ et le coût énergétique total (intermédiaire) de la construction des structures du Classique ancien à Naachtun : nuage de points. 420
Tableau 84. Corrélation entre le coût par m³ et le coût énergétique total (intermédiaire) de la construction des structures du Classique ancien à Naachtun. 420
Tableau 85. Corrélation entre le volume et le coût énergétique total (intermédiaire) de la construction des structures du Classique ancien à Naachtun. 422
Tableau 86. Nombre de travailleurs (arrondi à l'unité) susceptibles d'être mobilisés à Naachtun en fonction de la part de la population mobilisée. Fin de la phase Kutz'..... 454
Tableau 87. Nombre de travailleurs (arrondi à l'unité) susceptibles d'être mobilisés à Naachtun et dans son arrière-pays en fonction de la part de la population mobilisée. Fin de la phase Kutz'..... 455
Tableau 88. Nombre de travailleurs (arrondi à l'unité la plus proche) susceptibles d'être mobilisés à Naachtun en fonction de la part de la population mobilisée. Sous-phase Balam I..... 455
Tableau 89. Nombre de travailleurs (arrondi à l'unité) susceptibles d'être mobilisés à Naachtun et dans son arrière-pays en fonction de la part de la population mobilisée. Sous-phase Balam I..... 456
Tableau 90. Nombre de travailleurs (arrondi à l'unité la plus proche) susceptibles d'être mobilisés à Naachtun en fonction de la part de la population mobilisée. Sous-phase Balam II. 456
Tableau 91. Nombre de travailleurs (arrondi à l'unité) susceptibles d'être mobilisés à Naachtun et dans son arrière-pays en fonction de la part de la population mobilisée. Sous-phase Balam II..... 457
Tableau 93. Nombre de travailleurs (arrondi à l'unité la plus proche) susceptibles d'être mobilisés à Naachtun en fonction de la part de la population mobilisée. Sous-phase Balam III, Hypothèse B..... 457
Tableau 94. Nombre de travailleurs (arrondi à l'unité) susceptibles d'être mobilisés à Naachtun et dans son arrière-pays en fonction de la part de la population mobilisée. Sous-phase Balam III. 458
Tableau 95. Nombre de jours-personnes pouvant être fournis par la main-d'œuvre provenant de l'ensemble de la micro-région de Naachtun en une saison..... 458
Tableau 96. Nombre de jours-personnes pouvant être fournis par la main-d'œuvre provenant de la Zone résidentielle en une saison..... 459
Tableau 97. Possibilités de rotation des travailleurs mobilisés, en fonction de la durée de la saison de construction. Production de chaux comprise..... 475
Tableau 98. Possibilités de rotation des travailleurs mobilisés, en fonction de la durée de la saison de construction. Production de chaux exclue..... 476

Tableau 99. Possibilités de rotation des travailleurs mobilisés, en fonction de la durée de la saison de construction. Moyenne Balam I corrigée. 477
Tableau 100. Liste des échantillons de calcaire pour la détermination de la densité 548
Tableau 101. Masse volumique des échantillons de calcaire de Naachtun pesés en 2017. * Moyenne brute incluant les fragments de moins de 10 cm³. ** Moyenne excluant les fragments de moins de 10 cm³. 550
Tableau 102. Densité moyenne des différents types de calcaire dont la densité a été calculée à Naachtun (échantillons de moins de 10 cm³ exclus). 551
Tableau 103. Masse volumique utilisée dans les calculs de coût énergétique de la construction monumentale de Naachtun pour le calcaire. 551
Tableau 104. Masse volumique utilisée dans les calculs de coût énergétique de la construction monumentale de Naachtun pour les petits blocs de calcaire (piedrín). 552
Tableau 105. Masse volumique utilisée dans les calculs de coût énergétique de la construction monumentale de Naachtun pour le sascab. 552
Tableau 106. Masse volumique utilisée dans les calculs de coût énergétique de la construction monumentale de Naachtun pour la terre végétale ordinaire. 553
Tableau 107. Masse volumique des échantillons d'argile de Naachtun pesés en 2017. 553
Tableau 108. Masse volumique utilisée dans les calculs de coût énergétique de la construction monumentale de Naachtun pour l'argile. 554
Tableau 109. Masse volumique utilisée dans les calculs de coût énergétique de la construction monumentale de Naachtun pour la chaux. 554
Tableau 110. Rendement de l'extraction du calcaire selon la méthode expérimentale d'Erasmus (1965). 556
Tableau 111. Rendement de l'extraction du calcaire selon la méthode expérimentale de Titmus et Woods. 557
Tableau 112. Rendement de l'extraction du calcaire selon la méthode expérimentale d'Abrams. 558
Tableau 113. Rendement de l'extraction du sascab selon les données d'Erasmus. 559
Tableau 114. Coût énergétique de l'extraction de la terre en fonction du rendement estimé et de la masse volumique du matériau. 561
Tableau 115. Extrapolation à la Mésoamérique des rapports entre le rendement de l'extraction de différents types de terres et différents types d'argile établis par l'ECAFE (1961) pour l'Asie du Sud-Est. Les rendements sont synthétisés dans le Tableau I.6, qui prend en compte les différentes densités obtenues pour l'argile. 562
Tableau 116. Coût énergétique de l'extraction de l'argile en fonction du rendement estimé et de la masse volumique du matériau. 562
Tableau 117. Coût énergétique de la production de chaux par calera en plein air. 566
Tableau 118. Rendement du mélange des ingrédients du mortier de terre selon les observations de Murakami (2015). 567
Tableau 119. Volume de chaux et de sascab à obtenir en fonction de la proportion de mortier dans le volume cible, pour un mortier à 2 volumes de sascab pour 1 volume de chaux. 568
Tableau 120. Volume de chaux et de sascab à obtenir en fonction de la proportion de mortier dans le volume cible, pour un mortier à 1 volume de sascab pour 2 volumes de chaux. 569
Tableau 121. Rendement du gâchage du mortier de chaux selon les observations de Murakami (2015). 570
Tableau 122. Rendements de la taille de blocs de parement selon les observations d'Abrams (1994) et Michelet, Bessac et al. (2015). 571

Tableau 123. Rendement de la construction d'un mur de caisson selon les observations de Murakami (2015). 577
Tableau 124. Rendement de la construction d'un mur de parement selon les observations d'Abrams 578
Tableau 125. Rendement de la construction du remblai interne des murs maçonnés selon les observations d'Abrams (1994). 578
Tableau 126. Rendement de la construction d'un mur de parement en talus selon les observations de Murakami (2015)..... 578
Tableau 127. Rendement de la construction d'une façade en talud-tablero selon les observations de Murakami (2015)..... 579
Tableau 128. Rendement de la construction d'un escalier selon les observations de Murakami (ibid.). 579
Tableau 129. Rendement de la construction d'un remblai soigné selon les observations d'Abrams (1994). 580
Tableau 130. Rendement de la construction d'un blocage (firme) selon les observations d'Abrams (1994). 580
Tableau 131. Rendements de l'application d'enduit et de stuc en fonction des surfaces, selon les observations de Murakami (2015)..... 582
Tableau 132. Rendement de l'élaboration des décors selon les observations de Carrelli (2004)..... 582
Tableau 133. Distance à vol d'oiseau (mesurée sur le MNT de Naachtun via QGIS) entre les réservoirs proches de l'épicentre de Naachtun et les principales structures monumentales. 593