

Dynamique du socio-écosystème maya du territoire de subsistance de la cité de Naachtun (Petén, Guatemala) entre 1500 av. et 1000 apr. J.-C. Développements méthodologiques et résultats préliminaires d'une approche systémique multiscalaire

AUTEUR·E·S

Cyril CASTANET,
Philippe NONDÉDÉO,
Lydie DUSSOL, Marc TESTÉ,
Louise PURDUE, Julien
HIQUET, Éva LEMONNIER,
Aline GARNIER,
Hemmamuthé GOUDIABY,
Antoine DORISON,
Noémie TOMADINI,
Sandrine GROUARD,
Carlos MORALES-AGUILAR,
Nicole LIMONDIN-LOZOUET,
Julien CAVERO, Anne-
Lise DEVELLE-VINCENT,
Christine HATTÉ, Philippe
LANOS, Fatima MOKADEM,
György SIPOS

RÉSUMÉ

Dans le cœur des Basses Terres mayas, plusieurs verrous scientifiques et techniques constituent des obstacles à la connaissance des dynamiques socio-environnementales, survenues aux échelles des territoires des cités sur la longue durée. L'étude du socio-écosystème de Naachtun, cité maya de la période Classique, n'échappe pas à ces contraintes. Quelles furent les évolutions des ressources (eau, sol et vivant) et de leurs gestions dans ce territoire, en regard du climat, de la demande sociale et du rapport à la nature des anciens Mayas? Quels furent les risques socio-environnementaux associés à ces évolutions ainsi que la résilience du socio-écosystème? Afin de répondre à ces questions en levant ces obstacles, de nouveaux développements méthodologiques systémiques, interdisciplinaires et multiscalaires sont mis en œuvre (géoarchéologie, archéogéographie, paléoécologie, archéobotanique, archéozoologie, archéologie et géochronologie). Les résultats préliminaires révèlent la complexité des territoires palimpsestes mayas produits durant l'épisode ~ 1500 av.-1000 apr. J.-C. et renseignent les dynamiques croisées des hydrosystèmes, des agrosystèmes et des socio-systèmes.

MOTS CLÉS

socio-écosystème, territoire, Maya, ressources, risques, résilience

ABSTRACT

In the centre of the Mayan Lowlands, several scientific and technical obstacles hinder the understanding of long-term socio-environmental dynamics, at the scale of the territories of the cities. The study of the socio-ecosystem of Naachtun, a Maya city of the Classic period, is not exempt from these constraints. How did natural resources (water, soil and living resources) along with management strategies change, in the past in the territory of this city, with special respect to climate, social demands and relation with nature of the ancient Mayas? What were the associated socio-environmental risks and how did the resilience of the socio-ecosystem change? In order to answer these questions by removing these obstacles, new systemic, interdisciplinary and multiscalar, methodological research is being implemented (geoarchaeology, archaeogeography, palaeoecology, archaeobotany, archaeozoology and geochronology). Preliminary results reveal the complexity of the Mayan palimpsest territories produced during the ~ 1500 BCE-1000 CE period and inform the cross dynamics of hydrosystems, agrosystems and sociosystems.

KEYWORDS

Socio-ecosystem, Territory, Maya, Resources, Risks, Resilience

INTRODUCTION

Dans le cœur des Basses Terres mayas (Petén, Guatemala), plusieurs verrous scientifiques et techniques ont durablement constitué des obstacles à la connaissance des dynamiques environnementales et socio-environnementales passées et des enjeux qui leur étaient associés. Le premier d'entre eux est la forêt tropicale du Petén qui couvre l'intégralité du secteur et contraint fortement les travaux de recherche. Un second concerne la complexité des objets de recherche hybrides que sont les systèmes socio-environnementaux, situés à l'interface des milieux et des sociétés, aux échelles du territoire. Un troisième concerne la taphonomie et les discontinuités spatiales et temporelles des archives morphologiques et sédimentaires, ces dernières étant la mémoire des systèmes étudiés. Cela explique la relative rareté des travaux réalisés dans cette région sur l'analyse diachronique des systèmes socio-environnementaux, aux échelles des territoires. Les études portant sur le socio-écosystème du territoire de Naachtun, cité régionale maya de la période Classique entre 150 et 950 apr. J.-C. (fig. 1), n'échappent pas à ces contraintes. Les milieux biophysiques de ce territoire situé au nord du Petén offraient aux populations mayas une ressource en eau caractérisée par de fortes variabilités des précipitations et l'absence de réserve hydrologique souterraine exploitable. La couverture pédologique était contrastée, les sols drainés des zones de collines alternant avec les sols argileux épais des poljés karstiques (ces derniers sont nommés les *bajos*). Les formations végétales correspondaient en partie à une forêt développée sous climat tropical humide et sec. Les principales questions posées dans le cadre de cette étude sont les suivantes. Quelles furent les évolutions des ressources (eau, sol et vivant) et de leurs gestions par les anciens Mayas dans ce territoire, en regard de la demande sociale et du climat? Quels furent les risques socio-environnementaux associés à ces évolutions ainsi que la résilience du socio-écosystème? Quels rôles a joué le rapport à la nature des anciens Mayas dans la dynamique du socio-écosystème? Cette étude bénéficie de travaux interdisciplinaires, amorcés en 2012^{1,2,3,4} et portant sur les dynamiques environnementales et socio-environnementales, dans le centre et à proximité immédiate de Naachtun (Castanet *et al.*, 2016; Nondédéo *et al.*, sous presse). Depuis 2016, l'usage de la technologie LiDAR (*light detection and ranging*) dans le Petén a levé partiellement le verrou technique lié à la forêt, permettant la découverte de densités et diversités exceptionnelles d'aménagements hydrauliques et agraires et de structures d'habitat, aux échelles du territoire (fig. 1) (Canuto *et al.*, 2018; Castanet *et al.*, sous presse). Cette communication vise à expliciter et discuter les développements méthodologiques qui ont été élaborés pour l'étude de ce socio-écosystème maya à l'échelle du territoire, ainsi que quelques résultats préliminaires.

1. UNE APPROCHE SYSTÉMIQUE : CONCEPTION DU SOCIO-ÉCOSYSTÈME MAYA DU TERRITOIRE DE NAACHTUN

Le concept de socio-écosystème (Lévêque *et al.*, 2003; Collins *et al.*, 2011) favorise l'étude d'un système complexe positionné à l'interface des sociétés et des milieux biophysiques. Mobilisé pour cette étude aux échelles du territoire de Naachtun (Castanet *et al.*, 2016), il permet d'étudier les dynamiques environnementales et socio-environnementales et les enjeux qui leur sont associés, en termes de ressources, de risques socio-environnementaux, de dynamiques paysagères et de résilience. Le socio-écosystème est positionné à l'interface des modèles sociétal et biophysique du territoire de Naachtun. La diversité des interactions survenues entre ces deux modèles se joue essentiellement autour d'une boucle de services dits écosystémiques et d'une boucle de gestion. Le socio-écosystème est dit « ouvert » et « à processus réponses ». Il interagit avec les socio-écosystèmes des territoires des autres cités des Basses Terres centrales mayas. Il connaît ainsi un forçage externe anthropique mais également un forçage externe d'origine climatique (climats régional et global). Ses dynamiques évoluent dans l'espace et dans le temps, à différentes échelles, à différents niveaux d'organisation et, donc, à plusieurs niveaux d'intégration.

2. UNE ANALYSE MULTISCALEIRE : DES RECONSTITUTIONS SYNCHRONIQUES ET DIACHRONIQUES AUX DIFFÉRENTES ÉCHELLES SPATIALES DU TERRITOIRE

Au sein du territoire de Naachtun, les contextes biophysiques et archéologiques sont spatialement contrastés. Des milieux et des paysages de collines alternent avec ceux des *bajos*, relativement bas et plats. Dans les zones de collines, les anciens Mayas ont développé des centres urbains alternant avec des espaces périurbains

1 Projet MAYANAT – Dynamique d'un socio-écosystème maya dans le territoire de subsistance de la cité de Naachtun (Petén, Guatemala) entre 1500 av. et 1000 apr. J.-C. : ressources, risques, résiliences et rapports à la nature en Mésoamérique précolombienne (2020-2021), coordonné par C. Castanet. Soutien CNRS INEE, PEPS NOURANAT.

2 Projet Petén Norte NAACHTUN (2010-2022), dirigé par P. Nondédéo.

3 Projet PAYAMA – Paysages agraires d'hier et d'aujourd'hui en terre maya (2017-2018), coordonné par A. Garnier et E. Lemonnier.

4 Projet HYDROAGRO – Dynamiques croisées des sociétés et des milieux dans les basses terres mayas : coévolution, crises et résiliences à Naachtun (Guatemala) (2014-2016), coordonné par E. Lemonnier et C. Castanet.

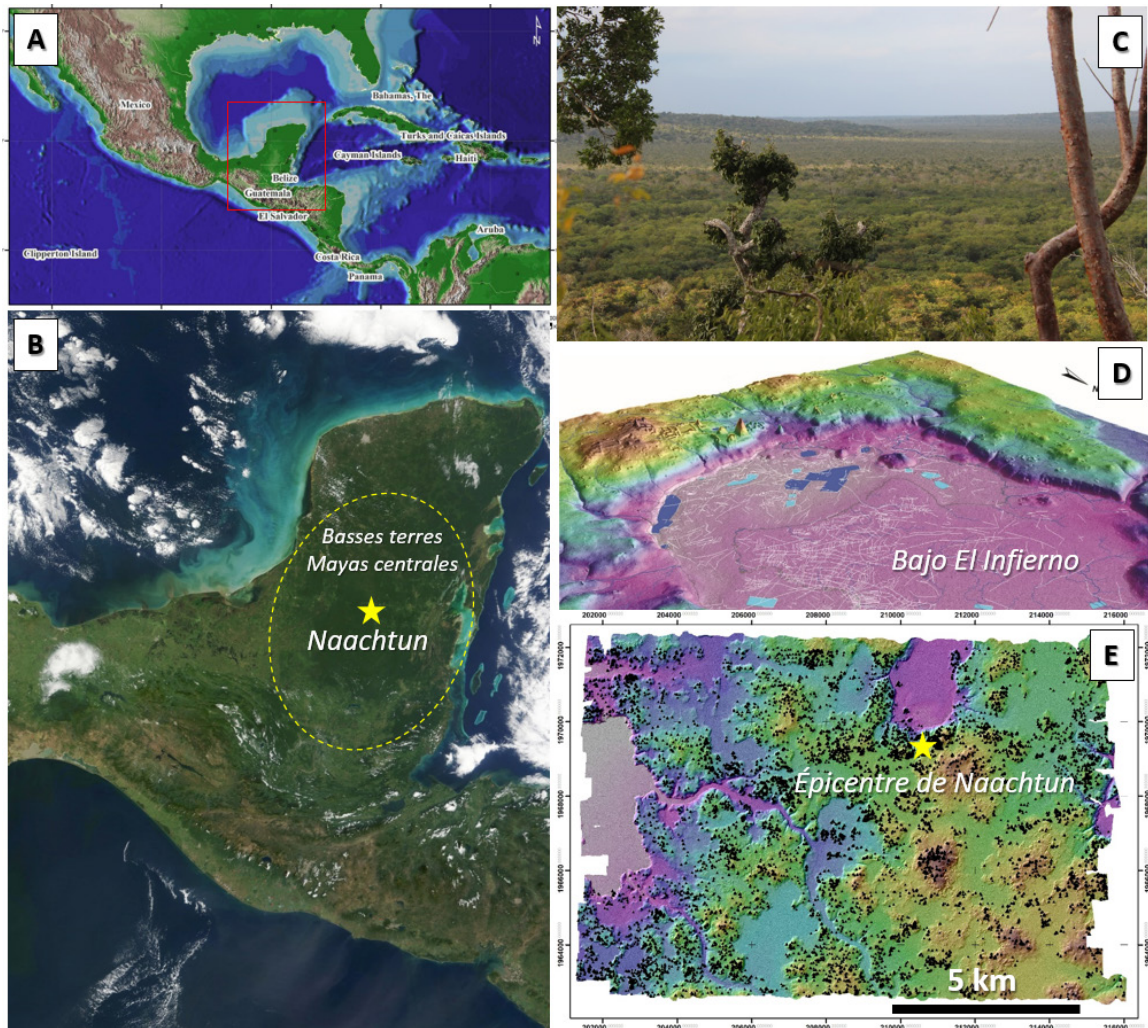


Figure 1. Territoire de subsistance de Naachtun, cité régionale maya de la période Classique

A – Localisation en Mésoamérique

B – Localisation dans la péninsule du Yucatán

C – Canopée de la forêt tropicale du Petén à Naachtun (cœur de réserve de biosphère maya)

D – Vue des aménagements hydrauliques et agraires du *bajo El Infierno*, situé au nord de l'épicentre de Naachtun (MNT LiDAR PLI)

E – Vestiges des occupations mayas (habitat) identifiés dans le territoire (points noirs sur fond MNT LiDAR PLI)

et des espaces relativement plus ruraux. Différentes échelles spatiales sont donc considérées afin d'étudier les singularités de ce socio-écosystème et cela à différents niveaux d'organisation du territoire: échelles micro-locale (du m² à plusieurs ha), locale (> 1 km²) et microrégionale (échelle du territoire, > 100 km²). Plusieurs paramètres temporels sont pris en compte dans cette étude: âge, durée, vitesse, cyclicité, linéarité des processus et des faits environnementaux et socio-environnementaux survenus. L'approche diachronique couvre les 5 derniers millénaires et se focalise sur la fourchette 1500 av.-1000 apr. J.-C. Elle concerne les périodes mayas du Préclassique et du Classique et permet de considérer les trajectoires sur le « temps long » ainsi que les héritages. Les périodes renseignées par les archives et la résolution temporelle des reconstitutions diffèrent d'une séquence sédimentaire à une autre, qu'elles soient environnementales et/ou archéologiques. Les archives sont complémentaires et font l'objet de combinaisons à des fins analytiques. La stratégie d'échantillonnage, permettant de croiser les données environnementales et archéologiques aux différentes échelles d'espace et de temps, est déterminante pour la qualité des reconstitutions synchroniques et diachroniques.

3. DES ARCHIVES MORPHOLOGIQUES ET SÉDIMENTAIRES: MÉMOIRE DU SOCIO-ÉCOSYSTÈME MAYA DU TERRITOIRE DE NAACHTUN

Les reconstitutions établies reposent sur l'étude d'archives morphologiques (microtopographie) et sédimentaires (sédiments naturels et anthropiques). L'étude microtopographique du relief actuel, à large échelle et sous couvert forestier dense, a été rendue possible grâce à l'acquisition, au traitement et à l'analyse

de données LiDAR⁵. L'accès à l'ensemble des microreliefs, hérités des dynamiques environnementales et socio-environnementales passées, constitue une clé analytique nouvelle et déterminante pour la connaissance de la dynamique du socio-écosystème de Naachtun (fig. 1). Des archives sédimentaires de nature, d'âge, d'état de conservation et de localisation variées ont été découvertes, fouillées et échantillonnées, en contextes hors sites et en contextes archéologiques. Il s'agit en particulier de dépôts de plateaux, de versants, de vallons et de vallées, de marais (colluvions, alluvions fluviales et lacustres...), de réservoirs, de canaux, de champs surélevés et drainés, de jardins, de terrasses, d'habitats, de contextes funéraires, cérémoniels, etc. Des référentiels actuels et pré-anthropiques (hydrologiques, pédologiques et écologiques) ont été établis, qui permettent de renforcer les analyses et les interprétations multi-proxies des archives sédimentaires, en regard des processus actuels (approche actualiste) et des processus passés (non encore soumis aux emprises des populations sur les milieux biophysiques).

4. DES TRAVAUX INTERDISCIPLINAIRES DE TERRAIN ET DE LABORATOIRE : APPROCHE INTÉGRÉE DES DYNAMIQUES SOCIO-ENVIRONNEMENTALES DU TERRITOIRE

L'approche développée est interdisciplinaire et positionnée au carrefour de la géographie, des biogéosciences et de l'archéologie. Les travaux archéogéographiques portent sur des analyses LiDAR et des analyses spatiales multithématiques, favorisées par l'usage des systèmes d'informations géographiques (Canuto *et al.*, 2018; Castanet *et al.*, sous presse). Le nuage de points 3D LiDAR sol permet de générer et d'analyser des modèles numériques de terrain dont les résolutions sont comprises entre 0,5 et 1 m et dont la précision est de quelques décimètres, sur une superficie supérieure à 135 km² (fig. 1). Ces investigations sont croisées avec des travaux de géoarchéologie alluviale et agraire (stratigraphie, pédologie, géomorphologie, hydrologie, sédimentologie, géochimie...). Des développements sont également menés dans les domaines de la paléocécologie et de l'archéobotanique. Ils comprennent l'étude des phytolithes, l'anthracologie, l'étude du signal incendie et la pédoanthracologie, ainsi que la malacologie. Des investigations en archéozoologie portant sur des restes de faune se focalisent en particulier sur la diète des populations. Des travaux bioanthropologiques et isotopiques des populations visent l'étude des carences et des pathologies. Les travaux archéologiques permettent de caractériser les dynamiques de l'occupation et de l'aménagement du territoire (processus d'agglomération, relais de pouvoir...) tout en posant des hypothèses sur les évolutions paléodémographiques. Le cadre chronologique de ces reconstitutions repose sur des éléments de chronologie relative (tels que la morpho-stratigraphie et la typo-chronologie de la céramique), de géochronologie (datations par le radio-carbone ¹⁴C sur matière organique et datations par la méthode OSL – *optically stimulated luminescence* sur matière minérale) et des modélisations (logiciels ChronoModel et ChronoCurve – en cours de développement – pour les courbes âge-profondeur).

5. RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES : DYNAMIQUES CROISÉES DES HYDROSYSTÈMES, DES AGROSYSTÈMES ET DES SOCIO-SYSTÈMES

Les développements méthodologiques ont permis de révéler la complexité des territoires palimpsestes mayas qui ont été construits à Naachtun et ses alentours, entre 1500 av. et 1000 apr. J.-C. (Canuto *et al.*, 2018; Castanet *et al.*, sous presse; Nondédéo *et al.*, sous presse). À l'échelle du territoire de Naachtun, les analyses LiDAR ont mis au jour une trame d'habitat quasiment continue, concentrée dans les zones de collines, laissant les *bajos* globalement dépourvus d'indices de résidences. En l'état des investigations de terrain, les vestiges archéologiques (céramique, architecture) les plus anciens découverts à ce jour dans la microrégion de Naachtun remontent au Préclassique moyen (Nondédéo *et al.*, sous presse). C'est durant la période Classique que Naachtun y devient le centre politique et rituel majeur. Des évaluations de la population de Naachtun en diachronie sont proposées à partir de l'analyse des vestiges d'habitats (Hiquet, 2020). L'apogée de l'occupation est connue au Classique récent. Ultérieurement, Naachtun et son *hinterland* n'échappèrent pas aux dynamiques touchant le pays maya à partir du Classique terminal. Un déclin de la population est très nettement perceptible et aboutit alors à l'abandon de la cité, à la fin du Classique terminal. Durant les périodes Préclassique et Classique, les flux hydrologiques et sédimentaires ont fluctué au sein du territoire de Naachtun, en réponse aux changements climatiques et aux impacts anthropiques (emprises et déprises des populations sur les milieux biophysiques). Les fluctuations décrites dans cette étude ont largement contrôlé les dynamiques spatio-temporelles des ressources des populations mayas en eau et en sol. De plus, tous les compartiments de l'hydrosystème ont fait l'objet d'aménagements hydrauliques par les anciens

⁵ Acquisition faite par le *National Center for Airborne Laser Mapping* (NCALM), dans le cadre de la *Pacunam LiDAR Initiative* (PLI), développée par la fondation *Pacunam* (*Fundación Patrimonio Cultural y Natural Maya*).

Mayas pour des usages domestiques et agricoles (réservoirs, canaux et fossés, digues...) (fig. 1) (Castanet *et al.*, sous presse). Une mosaïque de stratégies agricoles et agroforestières a été développée dans le territoire de Naachtun, durant les périodes préclassique et classique (Castanet *et al.*, sous presse; Dussol *et al.*, sous presse; Nondédéo *et al.*, sous presse; Testé, 2020; Dussol, 2017). Les vestiges morphologiques et sédimentaires des aménagements à finalités agraires sont observés dans les divers contextes pédologiques et géomorphologiques du territoire. Un premier échantillon de cas d'étude permet de renseigner différents types de systèmes agraires et agroforestiers établis durant les périodes Préclassique et Classique (morphologies agraires, pratiques agraires et agroforestières, systèmes de cultures, économie des combustibles ainsi que leurs âges d'émergence et d'abandon). Les interactions survenues entre les hydrosystèmes, les agrosystèmes et les socio-systèmes ont ainsi contrôlé la nature du socio-écosystème et ont rythmé sa dynamique dans le territoire. Le rapport à la nature des anciens Mayas, les ressources du territoire de Naachtun et leur gestion ont contribué à la subsistance des populations et à la durabilité du socio-écosystème durant le Préclassique et jusqu'à la fin de la période Classique.

6. ENJEUX DES RECHERCHES SOCIO-ENVIRONNEMENTALES À VENIR: VERS UN NOUVEAU PARADIGME DANS L'ÉTUDE DU SOCIO-ÉCOSYSTÈME DE NAACHTUN

L'analyse des territoires palimpsestes construits à Naachtun et ses alentours par les anciens Mayas, a révélé une quantité, une diversité et une répartition spatiale exceptionnelles des vestiges des aménagements liés à la gestion des ressources environnementales. Cette découverte modifie profondément nos représentations des dynamiques socio-environnementales survenues dans les Basses Terres centrales mayas durant le Préclassique et le Classique. Dès lors, les actuelles et futures études environnementales et socio-environnementales des anciens territoires mayas de Naachtun s'inscrivent dans un nouveau paradigme et peuvent être enfin menées aux échelles du territoire. Pour cela, de nouvelles phases d'acquisition et de traitement de données LiDAR et de données de terrain sont programmées et en cours de réalisation⁶. Elles permettront de renforcer les reconstitutions synchroniques et diachroniques du socio-écosystème, aux échelles du territoire de Naachtun.

RÉFÉRENCES

- Canuto M.-A., Estrada-Belli F., Garrison T. G., Houston S.-D., Acuna M.-J., Kovac M., Marken D., Nondédéo P., Auld-Thomas L., Castanet C., Chatelain D., Chiriboga C.-R., Drapela T., Lieskovsky T., Tokovinine A., Velasquez A., Fernandez-Diaz J.-C., Shrestha R., 2018, "Ancient Lowland Maya Complexity as Revealed by Airborne Laser Scanning of Northern Guatemala", *Science*, n° 361 [en ligne: doi.org/10.1126/science.aau0137].
- Castanet C., Nondédéo P., Lemonnier E., Purdue L., Dorison A., Cuenot J.-F., Pageau J., Hiquet J., Michelet D., Begel J., Morales-Aguilar C., Garrido L. 2019, "El LiDAR como herramienta para un acercamiento a la gestión de los recursos naturales Mayas (agua y suelos): el caso de Naachtun, Petén, Guatemala", in B. Arroyo, L. Méndez Salinas et G. Ajú Álvarez (dir.), *Actes XXXII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala*, Guatemala city, MUNAE (Guatemala, 23-27 juillet 2018), p. 665-677.
- Castanet C., Purdue L., Lemonnier E., Nondédéo P., 2016, « Dynamiques croisées des milieux et des sociétés dans les basses terres tropicales mayas: hydrosystème et agrosystème à Naachtun (Guatemala) », *Les Nouvelles de l'archéologie*, n° 142, F. Giligny et Z. Tsirtsoni (coord.), « Changements sociaux, changements climatiques », p. 32-37 [en ligne: journals.openedition.org/nda/3275].
- Collins S.L., Carpenter S.R., Swinton S.M., Orenstein D.E., Childers D.L., Gragson T.L., Grimm N.B., Grove J.M., Harlan S.L., Kaye J.P., Knapp A.K., Kofinas G.P., Magnuson J.J., McDowell W.H., Melack J.M., Ogden L.A., Robertson G.P., Smith M.D., Whitmer A.C., 2011, "An Integrated Conceptual Framework for Long-Term Social-Ecological Research", *Frontiers in Ecology and the Environment*, n° 9, p. 351-357 [en ligne: doi.org/10.1890/100068].
- Dussol L., Elliott M., Michelet D., Nondédéo P. 2020, "Fuel Economy, Forest Management and Adaptation Strategies in a Classic Maya City: Applying Anthracology to Urban Settings in High Biodiversity Tropical Environments", *Vegetation History and Archaeobotany* [en ligne: doi.org/10.1007/s00334-020-00776-0].
- Dussol L., 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 d'archéologie de l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne.

⁶ Les travaux sont soutenus par le ministère de l'Europe et des Affaires étrangères, le CNRS (INEE et InSHS), la fondation Pacunam, la société Perenco, la fondation Cino del Duca, le LabEx Dynamite (ANR-11-LABX-0046, programme Investissements d'avenir) et l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne. Les travaux font partie des activités du Centre d'études mexicaines et centraméricaines (CEMCA) en Amérique centrale. Les travaux de terrain ont été entrepris avec l'autorisation de l'Instituto de Antropología e Historia (IDAEH) de Guatemala.

Hiquet J., 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 d'archéologie de l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne.

Lévêque C., Muxart T., Abbadie L., Weill A., Van der Leeuw S., 2003, « L'anthroposystème: entité structurelle et fonctionnelle des interactions sociétés-milieus », *Quelles natures voulons-nous? Pour une approche socio-écologique du champ de l'environnement. Actes du colloque du PEVS* (Lille, 11-14 novembre 2001), Paris, Elsevier.

Nondédéo P., Castanet C., Purdue L., Lemonnier E., Dussol L., Hiquet J., Garnier A., Testé M., 2020, "Archaeological and Paleo-Environmental Reconstructions in the Tropical Maya Area: The Case of Naachtun (Guatemala)", in C. Kuzucuoğlu, P. Nondédéo et O. Weller (dir.), *Different Times? Archaeological and Environmental Data from Intra-Site and Off-Site Sequences, Proceedings of the XVIII UISPP World Congress* (4-9 juin 2018, Paris), vol. 4, session II-8, Oxford, Archaeopress, p. 94-110.

Testé M., 2020, *Reconstitution des paléo-environnements et des interactions Homme-milieus à l'Holocène récent dans les basses terres tropicales mayas*, thèse de géographie de l'Université Paris 1 Panthéon Sorbonne.

LES AUTEUR-E-S

Cyril Castanet

Université Paris 8 Vincennes
Saint-Denis – LGP
cyril.castanet@lgp.cnrs.fr

Aline Garnier

UPEC – LGP
aline.garnier@lgp.cnrs.fr

Julien Caverio

LGP
julie.caverio@lgp.cnrs.fr

Philippe Nondédéo

ARCHAM
philippe_nondedeo@yahoo.com

Hemmamuthé Goudiaby

ARCHAM
mursili@live.fr

Anne-Lise Develle-Vincent

Edytem
anne-lise.develle@univ-smb.fr

Lydie Dussol

CEPAM
Lydie.Dussol@cepam.cnrs.fr

Antoine Dorison

UP1 – ARCHAM
antoine.dorison@gmail.com

Christine Hatté

LSCE
christine.hatte@lsce.ipsl.fr

Marc Testé

UP1 – LGP
marc.teste@lgp.cnrs.fr

Noémie Tomadini

MNHN – AASPE
noemie.tomadini@gmail.com

Philippe Lanos

Université Bordeaux-Montaigne,
IRAMAT-CRP2A
Université Rennes 1,
Géosciences-Rennes
philippe.lanos@univ-rennes1.fr

Louise Purdue

CEPAM
louise.purdue@cepam.cnrs.fr

Sandrine Grouard

AASPE
grouard@mnhn.fr

Fatima Mokadem

LGP
fatima.mokadem@lgp.cnrs.fr

Julien Hiquet

UP1 – ARCHAM
julien.hiquet@hotmail.fr

Carlos Morales-Aguilar

UP1 – ARCHAM
cmoragui@gmail.com

György Sipos

University of Szeged (Hongrie)
Physical Geography and
Geoinformatics, OSL Hungary Ltd.
gysipos@geo.u-szeged.hu

Éva Lemonnier

UP1 – ARCHAM
eva.lemonnier@univ-paris1.fr

Nicole Limondin-Lozouet

LGP
nicole.limondin@lgp.cnrs.fr