



HAL
open science

De la géoarchéologie "intra-site" à la géoarchéologie "culturelle" : Retour sur 30 ans d'expériences et de recherches

Marylise Onfray, Lucie Cez

► To cite this version:

Marylise Onfray, Lucie Cez. De la géoarchéologie "intra-site" à la géoarchéologie "culturelle" : Retour sur 30 ans d'expériences et de recherches. 11, 2023, <10.4000/palethnologie.10094>. <hal-04411412>

HAL Id: hal-04411412

<https://hal.science/hal-04411412v1>

Submitted on 23 Jan 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire HAL, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

11 | 2023

De la géoarchéologie "intra-site" à la géoarchéologie "culturelle"

Retour sur 30 ans d'expériences et de recherches

Marylise Onfray et Lucie Cez (dir.)



Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/palethnologie/10094>
ISSN : 2108-6532

Éditeur

Presses universitaires du Midi

Référence électronique

Marylise Onfray et Lucie Cez (dir.), *Palethnologie*, 11 | 2023, « De la géoarchéologie "intra-site" à la géoarchéologie "culturelle" » [En ligne], mis en ligne le 01 juillet 2023, consulté le 11 janvier 2024. URL : <https://journals.openedition.org/palethnologie/10094> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/palethnologie.10094>

Ce document a été généré automatiquement le 11 janvier 2024.



Le texte seul est utilisable sous licence CC BY 4.0. Les autres éléments (illustrations, fichiers annexes importés) sont « Tous droits réservés », sauf mention contraire.

SOMMAIRE

Organisation du numéro 11 | 2023

Introduction

Lucie Cez et Marylise Onfray

Géoarchéologie et territoire, une approche culturelle des relations sociétés/paysages

Julia Wattez, Christophe Jorda et Dominique Todisco

Occupations et réoccupations d'un abri-sous-roche à la fin du Paléolithique récent. Dynamique sédimentaire et microstratigraphie de la séquence archéologique de l'abri des Douattes (Musièges, Haute-Savoie)

Bernard Moulin, Marylise Onfray et Ludovic Mevel

Géoarchéologie de « l'habiter » de la fin du Néolithique : approche palethnologique des enregistrements sédimentaires. L'exemple du site peu stratifié à concentration de mobilier de Poupry – Vers Artenay (Bassin parisien)

Marylise Onfray

The earthen architecture as a mirror of the Neolithic cultural organization: the case of the PPNA site of Klimonas in Cyprus

Pantelitsa Mylona, Julia Wattez et Jean-Denis Vigne

Géoarchéologie des aires de parcage du Néolithique final dans le Midi : le cas de la bergerie de La Capoulière (Mauguio, Hérault)

Alessandro Peinetti, Julia Wattez, Emilie Blaise, Luc Jallot et David Lefèvre

Réparer le canal. Contribution des archives sédimentaires de comblement du canal de Sarazm à l'approche sociotechnique de la gestion de l'eau à l'âge du Bronze en Asie centrale (Tadjikistan, 3^e millénaire avant notre ère)

Lucie Cez

L'habitat d'estive sur les Hautes-Chaumes du Forez (Massif central oriental, France) du Moyen Âge à l'époque moderne. L'apport de la micromorphologie des sols dans l'identification des matériaux de construction à l'échelle des sites archéologiques sur le haut Forez.

Antoine Scholtès

(Re)penser la relation au territoire : vers une archéologie de l'habiter

Héloïg Barbel Le Page, Dominique Todisco et James Woollett

Organisation du numéro 11 | 2023

Directeur

François BON

Éditrices

Marylise ONFRAY

Lucie CEZ

Traducteur

Lars ANDERSON

Secrétaire de rédaction et d'édition

Benjamin MARQUEBIELLE

Comité de relecture

Marie BESSE, Université de Genève, Genève, Suisse

Jacques-Léopold BROCHIER, CAPRA, Valence, France

Laurent BRUXELLES, CNRS, UMR 5608 TRACES, Toulouse, France

Lucie CEZ, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, UMR 7041 ArScAn, Nanterre, France.

Pierre DESROSIERS, Université Laval - CÉLAT

Muriel GANDELIN, Inrap, UMR 5608 TRACES, Toulouse, France

Louise GOMART, CNRS, UMR 8215 Trajectoires, Paris, France

Yan Axel GOMEZ COUTOULY, CNRS, UMR 8602 ARCHAM, Paris, France

Laurent LESPEZ, Université Paris-Est Créteil Val de Marne, UMR 8591 LGP

Susan MENTZER, University of Tübingen, Tübingen, Allemagne

William MILLS, ZBSA, Schleswig, Allemagne

Cristiano NICOSIA, Università di Padova, Padova, Italie

Marylise ONFRAY, Inrap, CNRS, Univ Brest, Nantes Université, Université de Rennes,
LETG, UMR 6554, F-29280 Plouzané, France

Marco PERESANI, Università degli Studi di Ferrara, Ferrara, Italie

Christine RENDU, CNRS, UMR5136 FRAMESPA

Dominique SORDOILLET, Inrap, UMR 6249 Chrono-environnement, Besançon, France

Julia WATTEZ, Inrap, UMR 5140 ASM, Montpellier, France

Introduction

Lucie Cez et Marylise Onfray

Bien que ce projet de publication ait commencé en 2019 rempli d'un enthousiasme certain, il a subi de plein fouet les affres du Covid-19 contribuant grandement à retarder la sortie de ce volume. Nous tenons à remercier chaleureusement les auteurs pour la qualité de leurs travaux et pour la confiance qu'ils nous ont accordée pendant ces longs mois. Nous remercions également l'ensemble des relecteurs et relectrices pour le regard rigoureux et bienveillants qu'ils ont porté à chacun des articles permettant de les enrichir.

Nos remerciements vont aux différentes institutions qui ont soutenus financièrement ce projet : l'Inrap à travers les jours PAS, le labex Dynamite et le groupe de travail « Changements environnementaux et sociétés dans le passé » (dir. Z. Tsirtsoni et N. Limondin), l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne et l'UMR 8215 Trajectoires via l'AAP Bonus Qualité Recherche (BQR), l'Université Toulouse 2 Jean Jaurès et l'UMR 5608 TRACES via les financements récurrents de la revue P@lethnologie.

Enfin, nous remercions la revue P@lethnologie et en particulier Benjamin Marquebielle secrétaire de rédaction ainsi que Lars Anderson pour la traduction des articles en langue anglaise ou française.

Une discipline, des approches : la géoarchéologie et l'intra-site

- 1 La géoarchéologie est une discipline qui s'est imposée dans la connaissance des pratiques économiques et socio-culturelles des anciennes sociétés au sein de leur environnement dans la longue durée (Butzer, 1982 ; Carcaud et Arnaud-Fassetta, dir., 2015). L'enjeu de la session « De la géoarchéologie 'intra-site' à la géoarchéologie 'culturelle' : retour sur 30 ans d'expériences et de recherche » qui s'est tenue à Lille en octobre 2018 dans le cadre de la 26^e Réunion des Sciences de la Terre (RST) était de montrer l'apport de l'étude des archives sédimentaires de sites archéologiques à la compréhension de ces interactions socio-environnementales complexes. La dimension « intra-site » à laquelle ce volume se consacre spécifiquement ne s'entend pas comme une simple échelle d'analyse que l'on pourrait opposer à celle dite « hors-site ». Les

évolutions théoriques et méthodologiques de l'archéologie à l'œuvre depuis les années 1970 ainsi que la systématisation des interventions préventives ont en effet conduit à un élargissement de la notion de site archéologique, comme celle de l'espace dans lequel ils s'inscrivent, rendant caduque cette lecture cloisonnée (Zadora-Rio, 1986 ; Archéopages, 2016 ; Costa et Desachy, 2020 ; Wattez, Jorda et Todisco, ce volume). Il n'en demeure pas moins que partant d'un matériau d'étude commun que sont les « sédiments archéologiques » (Renfrew, 1976 ; Butzer, 1982 ; Bravard, 2002 ; Fouache, 2010 ; Lespez et Fouache, 2013), différentes approches en géoarchéologie coexistent dès son origine (Berger, Brochier et Bravard 1999, 8-9 ; Burnouf, 2015). Selon les spécialités de formation au sein de ce champ de recherche, elles sont centrées d'une part sur la restitution des paléoenvironnements et le rôle des sociétés dans leur transformation, approche largement portée par les géographes physiciens spécialistes du Quaternaire et d'autre part sur l'étude des sols et structures anthropiques contenues dans le paysage (Butzer, 1982 ; Schiffer, 1983 ; 1987 ; Waters, 1992 ; Goldberg et Macphail, 2006 ; Macphail et Goldberg, 2018 ; Karkanas et Goldberg, 2018).

- 2 Dans la structuration de la recherche géoarchéologique et de sa pratique de terrain, l'intra-site est donc un objet multiscale par nature dont l'étude – en tout ou partie par la fouille – ouvre sur l'histoire du site jusqu'à celle du paysage (French, 2003). Dans les limites spatiales définies pour ces sites, les dépôts pédo-sédimentaires formés à partir de processus biophysiques et anthropiques constituent des archives privilégiées pour aborder la question des processus de leur formation, transformation et fossilisation, de la nature et fonction des sols et structures archéologiques et, plus largement, des modes d'occupation et d'évolution du paysage. Dans la perspective de ces questionnements, l'intra-site se définit alors comme un contexte d'acquisition et d'étude des données pédo-sédimentaires ayant valeur de document archéologique et culturel (Butzer, 1982 ; Waters, 1992 ; Brochier, 1988 ; Cammas et Wattez, 1999) où les concepts et outils de la pédologie, en particulier la micromorphologie des sols, contribuent depuis les années 1980 à l'étude des stratifications archéologiques et des sédiments (Courty *et al.*, 1989 ; Goldberg *et al.* (eds), 1993 ; Cammas et Wattez, 1999). Celle-ci se déroule selon un *continuum* d'observations et d'analyses depuis l'échelle macroscopique (le terrain) jusqu'aux échelles microscopiques. Les lames minces micromorphologiques offrent elles-mêmes plusieurs niveaux de lecture des organisations sédimentaires, à l'œil nu et à partir de scans à haute résolution, puis sous microscope pétrographique à différents grossissements¹. Les recherches menées selon cette démarche méthodologique s'appuient sur des ouvrages de référence recensant les traits diagnostiques de processus naturels et anthropiques dont la connaissance n'a cessé de s'affiner ces dernières décennies. A titre non exhaustif, on peut citer les sédimentations fluviales, éoliennes, de versant, glaciaires et périglaciaires, les ambiances pédoclimatiques d'environnements arides, tropicaux et froids, les relations sociétés-sols, l'exploitation de ressources végétales, fauniques, minéralogiques, la gestion de l'eau, les usages du feu, les techniques constructives, les rythmes d'occupation, les activités artisanales, les pratiques agricoles et pastorales, de stockage et funéraires ; autant de processus aujourd'hui bien documentés dans leur variabilité (e.g. Courty *et al.*, 1989 ; Stoops *et al.*, 2010 ; Nicosia et Stoops dir., 2017 ; Menzies et Meer, 2018 ; Verrechia et Trombino, 2021).
- 3 Ces études géoarchéologiques fondées sur des analyses micromorphologiques sont aujourd'hui portées par une communauté internationale de géoarchéologues en

expansion, insérée dans divers réseaux d'échanges² et bénéficiant d'une visibilité grandissante dans des revues dédiées comme *Geoarchaeology*, des revues d'archéologie (*Archaeological and Anthropological Sciences*, *Advances in archaeological method and theory...*) et à domaine plus large (*Plos One*, *PNAS*, *Quaternary International...*).

Des archives sédimentaires à l'expérience humaine passée de la nature

- 4 Quel sens donner au titre en forme de revendication de cette session de la RST et de la présente publication lui faisant suite ? S'il est entendu que toute étude de géoarchéologie est en prise avec la culture des communautés du passé, l'ambition de ce volume est bien de dégager les apports de la géoarchéologie menée à l'intra-site à une connaissance affinée des processus socio-économiques et socio-culturels s'inscrivant dans l'espace et formant la structure objective de représentation et de rapport à la nature qui distingue ces groupes (Pinchemel et Pinchemel, 1988, III ; Berque, 2000). On mesure à cette définition anthropologique de la culture combien les recherches de géoarchéologie « environnementale » peuvent parfois s'en trouver éloignées lorsqu'elles sont centrées sur l'étude des forçages climatiques et anthropiques de l'évolution des paysages. La démarche méthodologique et les échelles d'investigation de la géoarchéologie intra-site permettent d'appréhender à haut niveau de résolution une diversité de faits culturels dont la vocation commune est de répondre à des besoins humains ou de limiter, jusqu'à dépasser une contrainte donnée. Dans cette perspective, notre approche s'appuie et développe certains concepts qui traversent l'ensemble des contributions à ce volume et qu'il convient ici d'explicitier brièvement.
- 5 Ces travaux démontrent en effet les capacités d'action de sociétés ayant vécu dans diverses régions du monde (Europe de l'Ouest, Méditerranée orientale, Asie centrale, Amérique du Nord, Proche-Orient) à différentes périodes (du Néolithique ancien au XIX^e siècle), à travers l'exploitation et la gestion de **ressources** du milieu telles que les sols (Wattez *et al.* ; Onfray ; Mylona *et al.*, ce volume), les matériaux terrigènes employés pour le bâti (Mylona *et al.* ; Scholtès, ce volume), les végétaux, la faune (Peinetti *et al.* ; Barbel *et al.*, ce volume), l'eau (Cez, ce volume), ressources mobilisées pour l'habitat, la construction, les activités agro-pastorales, l'irrigation, l'usage du feu. L'analyse multi-scalaire des enregistrements sédimentaires offre plus largement une lecture des modes d'occupation des sols auxquels se rattachent des caractéristiques géomorphologiques et topographiques du paysage (abris sous roche, grottes, hautes terrasses) (Moulin, Onfray, Mevel, ce volume ; Cez, ce volume). La désignation comme ressource de ces composantes du milieu rend compte de la relation qu'une société a tissé avec elles et, par extension, avec la nature (Allefresde, 1987). Considérant que seules des matières sont naturelles, les ressources n'existant que par leur perception humaine deviennent un construit social et un point d'articulation des relations éco-socio-systémiques (Raffestin, 1980 ; Pinchemel et Pinchemel, 1988 ; Blot et Milian, 2004 ; voir également Barbel *et al.*, ce volume). Non transposables ni à un autre milieu ni à un autre groupe social, ces relations donnent naissance au sein d'une culture donnée à des stratégies d'acteurs (choix) et à des pratiques qui s'inscrivent dans le territoire et lui confère son organisation spécifique.
- 6 À l'interface des relations entre les écosystèmes et les systèmes sociaux, les **pratiques** forment cet ensemble d'actions liées de manière cohérente dans le temps et l'espace vis

à vis d'un objectif et impliquant des **opérations techniques**. À l'appui de ces concepts muris dans les programmes interdisciplinaires de recherche en sciences humaines et sociales à partir des années 1980 (Blanc-Pamard *et al.*, 1992 ; Jollivet, 1992), l'objectif est de restituer des séquences d'actions qui forment l'expression matérielle des comportements humains. Par exemple, pour l'étude des techniques de construction en terre crue des périodes pré- et protohistoriques, l'adoption à partir des années 1990 du concept de « chaîne opératoire » issu de l'anthropologie des techniques (Creswell, 1976 ; Lemonnier, 1976 ; Latour et Lemonnier, 1994 ; Pigeot, 2011, Gallay, 1982) a permis d'initier cette approche technologique. À partir de séquences pédo-sédimentaires archéologiques, la lecture micromorphologique identifie les processus, formes et empreintes macro- et microscopiques issus des gestes techniques liés à l'utilisation des sols, impliquant ou non des outils et des matériaux. De riches typologies se sont consolidées au fil des recherches qui concernent les modes de préparation du sol d'habitat, de façonnage des matériaux de construction, d'usage du feu, de travail du sol agricole, d'entretien d'un canal d'irrigation, de fréquentation d'un espace... Ces données documentent les **systèmes et opérations techniques** par l'intermédiaire desquels les sociétés ont organisé l'accessibilité des ressources indispensables à leur mode de vie. La réflexion s'ouvre alors sur les contextes socio-économiques où ces démarches technologiques ont été conduites et, en restituant leur nature, degré d'intensité, fréquence, saisonnalité, sur les éléments de perception des sociétés de leur environnement mieux contextualisé, par exemple au regard des contraintes et potentialités qui s'y rattachent. Enfin, la description de ces démarches technologiques en liant le processus à l'individu révèle le **savoir** élaboré à l'aune de ces perceptions, des objectifs et des systèmes de représentation de ces communautés. Cette partie de la connaissance orientée vers l'action qui fonde la pratique, ce que l'on nomme les « savoir-faire » (Lévy et Lussault, 2003, 816), jamais figée, évolutive et dynamique dans le temps mais culturellement déterminés car attachés à un milieu, un contexte, une activité, un groupe social (Adell, 2011, 104).

- 7 Cette approche technologique explore les différents registres documentaires des objets géoarchéologiques à l'étude (à propos du sol néolithique, voir Onfray, 2019 ; Wattez *et al.*, ce volume ; sur les anciennes structures d'hydraulique agricole, voir Bernigaud *et al.*, 2013 ; Cez, 2019), ceux de leurs fonctions et usages comme de leur signification pour les relations socio-environnementales par l'attention portée à leur histoire fonctionnelle (construction, utilisations, entretiens, réfections). Plusieurs contributions traitent spécifiquement de la question des géomatériaux (Mylona *et al.* ; Onfray ; Peinetti *et al.* ; Scholtès, ce volume) et montrent que l'étude de leur nature, fonction et usage, ainsi que des opérations techniques dont ils ont fait l'objet renvoient à l'histoire des relations à l'environnement et à la culture des groupes qui les ont utilisés.
- 8 Il apparaît cependant primordial, à l'issue de cette présentation du cœur des recherches de géoarchéologie culturelle, de ne pas réduire cette approche à la seule dimension « opérationnelle » des actions portées par les anciennes communautés au sein de leur milieu. Ces travaux s'attachent en effet à mettre en avant leur perception des composantes et dynamiques de ces milieux, soit un « niveau » de perception où ces deux dimensions de l'opérationnel et de l'intentionnel, consubstantielles sur le plan cognitif, trouvent leur origine commune. Les précédentes décennies de recherches sur les relations Sociétés/Milieus ont mis en évidence la complexité et la variabilité spatio-temporelle du fait culturel ainsi que la difficulté d'établir des liens de causalité entre des dynamiques naturelles ou anthropiques affectant les milieux et les actions d'un

groupe social donné, quelle que soit l'échelle considérée (Kuzucuoğlu et Tsirtsoni, 2016). Il apparaît toutefois possible d'appréhender ce volet des « comportements » à condition d'ouvrir au plus large le champ des possibles et en tenant compte d'un certain nombre de biais relatifs aux enregistrements sédimentaires. Il s'agit alors de s'interroger sur la manière dont les actions ont été réalisées, sur le contexte qui a conduit à les réaliser, sur la complexité des socio-écosystèmes, la manière dont les pratiques ont façonné les sols et sédiments et l'ensemble des conditions qui ont permis la conservation des organisations sédimentaires ou amené à leur transformation au cours du temps. Cette démarche ne peut aboutir que si elle se fonde sur l'interdisciplinarité et sur des données issues d'analyses multiscalaires permettant de caractériser le fonctionnement concret des relations sociétés-environnements à une échelle locale.

Une fenêtre sur l'Anthropocène

- 9 Finalement, la lecture anthropologique des enregistrements archéologiques qui fait le ciment des travaux de géoarchéologie culturelle documente une partie de l'expérience que les anciennes sociétés ont eue de la nature et qui est au fondement des interactions socio-environnementales complexes. Cette démarche contribue à documenter les processus par lesquels les sociétés se sont approprié, ont aménagé et transformé le sol et donc le paysage, l'inscrivant de plain-pied dans les réflexions sur l'Anthropocène (Crutzen et Stoermer, 2000 ; Magny, 2019). Dans le domaine de la géographie de l'environnement où cette thématique connaît actuellement un fort développement (Dufour et Lespez, 2020 ; Castanet, 2022), les recherches géoarchéologiques dans leur ensemble apportent un éclairage sur la nature et le degré de « l'impact anthropique » tout en replaçant celui-ci dans la longue durée. Les recherches sur l'anthropisation des milieux, essentiellement portée par les géomorphologues et les pédologues depuis plusieurs décennies, s'attachent à documenter le rôle des activités agro-pastorales sur l'érosion des sols et l'ouverture du milieu à l'échelle régionale (par exemple Berger, 2003 ; Lespez, 2012 ; Pastre *et al.*, 2015) et les modifications pédologiques liées au travail du sol et aux amendements (e.g. Gebhardt, 2000 ; Langhor, 2001 ; Lauer *et al.*, 2014).
- 10 Plusieurs articles de ce volume témoignent de l'intérêt des recherches sur les archives sédimentaires archéologiques pour documenter finement les modalités et les degrés d'anthropisation des sols. Ils révèlent la multiplicité des modes d'usage des sols dès le Néolithique (Wattez *et al.* ; Moulin *et al.* ; Onfray ; Peinetti *et al.* ; Mylona *et al.*, ce volume), période qui se caractérise par l'influence grandissante des sociétés sur leur environnement. Ainsi, l'étude des relations sociétés-sols pour cette période est un enjeu scientifique majeur pour comprendre la nature et l'intensité des changements environnementaux induits par les activités humaines et qu'il convient également de prendre en compte dans le débat concernant les bornes chronologiques de « *cet âge que nous avons forgé nous-mêmes* » (Crutzen 2002 ; Steffen *et al.*, 2011 ; Brown *et al.*, 2013). Ces travaux participent ainsi de la construction d'une lecture intégrative du développement humain plutôt que comme forçage externe dans l'objectif de documenter l'anthropisation du milieu terrestre, ce que formalise le terme de Paléanthropocène (Foley *et al.*, 2013). Ils montrent que les sites d'habitat, funéraires et zones d'activités spécialisées constituent de bons indicateurs des modes d'appropriation de l'environnement, de l'espace, de son occupation, de son exploitation

et de son évolution. À une autre échelle, se mettent en place les premiers référentiels du degré d'anthropisation des matériaux employés dans la construction en terre d'un site au cours de son occupation (Mylona 2018 ; Mylona *et al.* ce volume).

- 11 Un autre apport majeur de ces travaux menés sur les séquences stratigraphiques archéologiques réside dans leur potentiel documentaire des dynamiques paléoenvironnementales. On pense par exemple aux travaux sur les stratigraphies de grottes et abri-sous-roches préhistoriques qui renseignent sur les rythmes de leur fréquentation, leur organisation spatiale interne et les activités pratiquées. L'étude de la nature de la sédimentation permet en outre de formuler des hypothèses sur les variations climatiques régionales à partir des liens établis entre sédimentologie endokarstique et conditions atmosphériques (Sordoillet, 2009). L'étude de la dynamique de sédimentation de l'abri-sous-roche des Douattes (France, Haute-Savoie) montre la diversité des processus externes interagissant au sein de ces milieux ouverts (Moulin *et al.*, ce volume). Les dépôts stratifiés de remplissages de canaux anciens constituent un autre type d'archives informatives des dynamiques socio-environnementales à l'échelle de la micro-région (Berger, 2000 ; Purdue *et al.*, 2010). Leur étude dans une vallée semi-aride d'Asie centrale (Cez, ce volume) éclaire sur les conditions réelles de la gestion de l'eau d'irrigation au début de l'âge du Bronze, au regard des contraintes hydro-climatiques semi-arides mais aussi de la récurrence de secousses sismiques dont les effets ne sont pas perceptibles par la fouille (voir aussi Cez, 2019). Cette connaissance des dynamiques des milieux à l'échelle régionale, locale ou micro-locale permet une vision nuancée de l'espace et du temps des dynamiques affectant l'environnement et de la nature des contraintes physiques qui se sont imposées aux sociétés dans le passé. Elle permet également de mieux cerner les processus susceptibles d'altérer les assemblages archéologiques et les niveaux d'occupation (Moulin *et al.*; Barbel *et al.* ce volume) comme ceux ayant permis leur conservation (Peinetti *et al.* ; Cez, ce volume).

Contributions au volume

- 12 Ainsi, le présent volume de la revue *P@lethnologie* « De la géoarchéologie 'intra-site' à la géoarchéologie 'culturelle' : retour sur 30 ans d'expériences et de recherche » propose un panorama des thèmes de recherche, des débats épistémologiques, des démarches méthodologiques et outils de la géoarchéologie culturelle développée en France, en Europe et dans le monde. Huit articles reflètent la diversité des milieux géographiques et contextes de mise en œuvre (fouilles préventives et programmées) de cette approche, comme la diversité institutionnelle de la communauté des géoarchéologues (Université, CNRS, Inrap, post-doctorants, doctorants).
- 13 L'article de *J. Wattez, C. Jorda et D. Todisco* traite, dans une perspective historiographique, de l'apport des recherches issues de l'archéologie préventive à l'émergence et au développement en géoarchéologie d'une approche des relations sociétés-sols, de leur rôle dans la fabrique des territoires et la manière dont elles viennent nourrir les questionnements autour de l'Anthropocène. Deux études de cas de sites du Languedoc oriental en France (La Céreirède et Lavérune) illustrent la démarche interdisciplinaire et multiscalaire de la géoarchéologie (géomorphologie, archéologie, bioarchéologie, micromorphologie) dans la mise en évidence des modes d'occupation et de gestion des territoires de plaines alluviales sur le temps long, à partir du Mésolithique/Néolithique ancien, en lien avec les évolutions morpho-sédimentaires des vallées fluviales. L'étude

micromorphologique de sols permet d'appréhender la diversité des usages des sols en lien avec les systèmes d'activités et plus largement des modes d'occupation du territoire par les sociétés néolithiques.

- 14 L'étude de *B. Moulin, M. Onfray et L. Mevel* illustre les apports de l'étude multiscalair des archives sédimentaires préservées d'abri-sous-roche à une connaissance affinée des modes, durées et rythmes de leur occupation et de leurs usages, et ce faisant, renouvelle une approche de ces milieux focalisée sur la nature et l'intégrité des vestiges archéologiques qu'ils contiennent. Appliquée aux dépôts de l'abri des Douattes (Haute-Savoie, France), cette démarche basée sur un cadre morpho-sédimentaire et chronologique rigoureux a permis d'identifier plusieurs phases d'occupation et d'inoccupation à la fin du Paléolithique récent et de souligner l'importance de l'usage du feu dans la formation des dépôts archéologiques.
- 15 L'article de *M. Onfray* développe une réflexion sur le sol d'occupation néolithique en tant qu'objet d'étude géoarchéologique pour documenter les manières d'habiter. Sur le site peu stratifié à concentration de mobilier de Poupry-Vers Artenay (France), la démarche d'étude palethnologique de ces archives sédimentaires fondée sur la lecture micromorphologique a permis de restituer plusieurs phases de l'histoire fonctionnelle d'un bâtiment en terre du Néolithique final, depuis son implantation jusqu'à sa destruction, et des travaux préparatoires à son implantation.
- 16 Sur le site du PPNA de Klimonas (Chypre), *P. Mylona, J. Watzet et J.-D. Vigne* présentent un premier modèle des matériaux-sources et des processus de formation d'une structure construite en terre (St10), d'aménagement de ses sols et de leur entretien, ainsi que des conditions de leur évolution en milieu semi-aride. La prise en compte de ces données issues de l'analyse micromorphologique dans l'analyse spatiale de l'organisation interne de la construction permet d'appréhender ses usages et degrés de fréquentation, évolutifs selon les périodes d'occupation. Ces recherches soulèvent la question de la fonction des bâtiments communautaires de cette période au Levant.
- 17 La question des modes d'usage des sols en lien avec les activités pastorales est traitée dans la contribution de *A. Peinetti, J. Watzet, E. Blaise, L. Jallot et D. Lefèvre* à partir du site de la Capoulière (Hérault, France). L'étude intègre les données archéozoologiques du corpus faunique d'un ensemble construit en terre crue et celles de l'analyse micromorphologique d'une succession de sols représentant plusieurs phases d'occupation au Néolithique final. Cette démarche permet l'identification de plusieurs changements d'usage de cet espace : pour le parage de caprinés et les activités domestiques. La restitution des conditions pédo-climatiques et de leurs variations spatio-temporelles permet en outre, de formuler des hypothèses sur les caractéristiques architecturales des bâtiments.
- 18 L'article de *L. Cez* illustre les apports de l'étude du remplissage d'un canal à Sarazm (Tadjikistan, Asie centrale) à la connaissance des pratiques techniques, gestes outillés et matériaux impliqués dans la gestion des écoulements d'un canal d'irrigation et de sa maintenance au début de l'âge du Bronze. Ces apports sont discutés à la lumière des travaux soviétiques et post-soviétiques menés en Asie centrale sur l'irrigation dans une perspective d'histoire des techniques. Le modèle de fonctionnement et de réparation de l'ouvrage présenté ouvre la réflexion sur la relation qui peut être faite à l'échelle microstratigraphique entre la manifestation d'une contrainte sismique, la perception de son impact sur la circulation de l'eau et les opérations stratégiques et savoir-faire permettant de la dépasser.

- 19 L'étude de A. Scholtès documente les modes de construction des sites d'estive du haut Forez (Massif central, France) entre le Moyen-Âge et l'époque moderne. À l'appui des sources littéraires et d'une analyse micromorphologique des ruines de structures en élévation de trois sites à occupation saisonnière, l'auteur met en évidence l'ancrage local de la construction en mottes de gazon et à base de tourbe (terre découpée). L'article illustre l'emploi de matériaux non transformés issus de l'environnement immédiat et adaptés au contexte climatique de montagne, et le caractère sommaire de leur mise en œuvre. Ces données complètent les connaissances concernant cette technique constructive, en France et en Europe, pour les périodes antérieures au Moyen Âge.
- 20 La contribution d'H. Barbel discute de la complexité des relations des sociétés avec le territoire et des postures et démarches méthodologiques adoptées par les chercheurs dans l'objectif d'en rendre compte pour les périodes anciennes. S'appuyant sur l'exemple de sites éloignés des missions moraves en territoire Nunatsiavumiut au XIX^e siècle, l'auteur discute du poids des « paradigmes » liés au contexte politico-stratégique (postcolonialisme) et plus généralement des représentations qui imprègnent l'approche scientifique des relations sociétés-environnements (déterminisme, « impact anthropique »). Restituer les systèmes d'activités et leur contribution aux territorialisations successives dans le temps nécessite la prise en compte de toute la diversité des traces matérielles et non-matérielles et des représentations du monde humain et non-humain.

BIBLIOGRAPHIE

Adell N., 2011 – *Anthropologie des savoirs*, Paris, Armand Colin, 334 p.

Allefresde M., 1987 – « Développement local, ressources locales », *Bulletin de la Société Languedocienne de Géographie*, t. 21, fasc. 3-4, 291.

Archéopages 2016 – *Traversée des territoires*, Hors-Série 4.

Berger J.-F., Brochier J.-E., Bravard J.-F. 1999 – « La géoarchéologie », *Les Nouvelles de l'Archéologie*, 78, 4^e trim., 8-12.

Berger J.-F., 2000 – « Les fossés bordiers historiques et l'histoire agraire rhodanienne », *Études rurales*, 153-154, 59-90.

Berger J.-F., 2003 - Les Facteurs de l'érosion : méthodes d'analyse et conceptualisation des processus, in S. Van der Leeuw, F. Favory, et J.-L. Fiches (dir.), *Archéologie et systèmes socio-environnement : études multiscalaires sur la vallée du Rhône dans le programme Archaeomedes*, Paris, CNRS Éditions, p. 45-85.

Bernigaud N., Gaucher G., Guillon S., Purdue L., Berger J.-F., 2013 – « Pour une histoire de l'hydraulique agricole : méthodologie et études de cas (France, États-Unis) », In : C. Ballut, P. Fournier (dir.), *Au fil de l'eau. Ressources, risques et gestion du Néolithique à nos jours*, MSH Clermont-Ferrand, 2013, 175-188.

- Berque A., 2000 – *Écoumène, introduction à l'étude des milieux humains*. Paris, Belin.
- Blanc-Pamard C., Deffontaines J.-P., Friedberg C., 1992 – « Techniques et pratiques : à la jonction du naturel et du social », In M. Jollivet (dir.), *Sciences de la nature, sciences de la société : les passeurs de frontières*, Paris, CNRS Editions, 347-357. DOI : <https://doi.org/10.4000/books.editions-cnrs.4216>
- Blot F., Milian J., 2004 – « 'Ressource', un concept pour l'étude des relations éco-socio-systémiques », *Montagne méditerranéennes*, 20, 69-73.
- Bravard J.-P., 2002 – « Les paléoenvironnements fluviatiles et lacustres depuis 15 000 ans : conclusions méthodologiques et perspectives », In J.-P. Bravard, M. Magny (dir.), *Les fleuves ont une histoire : paléoenvironnement des rivières et des lacs français depuis 15 000 ans*, Paris, Errance, 303-312.
- Brochier J.-L., 1988 – Les sédiments : documents archéologiques, *Les Nouvelles de l'Archéologie*, 31, 15-17.
- Brown A., Toms P., Carey C., Rhodes E., 2013 – « Geomorphology of the Anthropocene : Time-transgressive discontinuities of human-induced alluviation », *Anthropocene*, 1, 3-13.
DOI : <https://doi.org/10.1016/j.ancene.2013.06.002>.
- Bullock P., Federoff N., Jongerius A., Stoops G., Tursina T. V., Babel U., 1985 – *Handbook for Soil Thin Section Description*, Waine Research Publications, Albrighton, Wolverhampton, UK, 152 p.
- Burnouf J., 2015 – « Introduction: Historiographie, attendus épistémologiques et concepts de la géoarchéologie », In N. Carcaud, G. Arnaud-Fassetta (dir.), *La géoarchéologie française au XXI^e siècle*, Paris, Éditions du CNRS. DOI : <https://doi.org/10.4000/books.editions-cnrs.21840>
- Butzer K. W., 1982 – *Archaeology as human ecology: method and theory for a contextual approach*. Cambridge University Press, Cambridge, New York.
- Cammass C., Watzet J., 1999 – « L'approche micromorphologique : méthode et applications aux stratigraphies archéologiques », In Ferdière A. (dir.), *La géologie, les sciences de la Terre*, Paris, Éditions Errance, 139-153.
- Carcaud N., Arnaud-Fassetta G. (dir.), 2015 – *La géoarchéologie française au XXI^e siècle*, Paris, Éditions CNRS. DOI : <https://doi.org/10.4000/books.editions-cnrs.21816>
- Castanet C., 2022 – Les trajectoires des hydrosystèmes et des socio-écosystèmes, des prémices de l'Anthropocène à aujourd'hui : contributions de l'hydrogéomorphologie et de la géoarchéologie en zones tempérée, méditerranéenne et intertropicale, Habilitation à diriger des Recherches, Université Paris Cité, Paris.
- Cez L., 2019 – Le paysage fluvial et irrigué de Sarazm dans la vallée semi-aride du Zeravchan, Tadjikistan, Asie centrale. Étude des dynamiques et des temporalités d'un paysage de l'eau en milieu contraignant, *Projets de Paysage*, 20. DOI : <http://journals.openedition.org/paysage/705>
- Costa L., Desachy B., 2020 – « L'approche de l'espace par les archéologues : des pratiques en évolution », *Histoire de la recherche contemporaine*, 9, 2, p. 142-152.
- Courty M.-A., Goldberg P., Macphail R. I., 1989 – *Soils and Micromorphology in Archaeology*, Cambridge Manual in Archaeology, Cambridge, Cambridge University Press, 344 p.
- Creswell R., 1976 – Techniques et culture, les bases d'un programme de travail, *Techniques et culture* 1, 7-59.
- Crutzen P. J., 2002 – « *Geology of Mankind* », *Nature*, 415, 23.

- Crutzen P. J., Stoermer E. F., 2000 – « The 'Anthropocene' », *Global Change Newsletter*, 41, 17.
- Dufour S., Lespez L., 2020 – *Géographie de l'environnement. La nature au temps de l'anthropocène*. Paris, Armand Colin, « Collection U », 288 p.
- Foley S. F., Gronenborn D., Andrae M. O., Kadereit J. W., Esper J., Scholz D., Ulrich Pöschl U., Dorrit E. Jacob, Schöne Bernd R., Schreg R., Vött A., Jordan D., Lelieveld J., Weller C. G., Alt K. W., Gaudzinski-Windheuser S., Bruhn K.-C., Tost H., Sirocko F., Crutzen P. J., 2013 – « The Palaeoanthropocene. The beginnings of anthropogenic environmental change », *Anthropocene*, 3, 83-88.
- Fouache E., 2010 – « L'approche géoarchéologique », In: *Regards croisés sur l'étude archéologique des paysages anciens. Nouvelles recherches dans le Bassin méditerranéen, en Asie centrale et au Proche et au Moyen-Orient*, Lyon, Maison de l'Orient et de la Méditerranée Jean Pouilloux, 17-30.
- French C., 2003 - *Geoarchaeology in action : Studies in soil micromorphology and landscape evolution*, New York, Routledge.
- Gallay A., 1982 – « Habitat et habitation préhistorique : quelle problématique ? », In : *Habitat et habitation*, Cours d'initiation à la Préhistoire et Archéologie de la Suisse, 2, Genève, Société suisse de Préhistoire et d'Archéologie, 10 p.
- Gebhardt A., 2000 – « Le rôle de la micromorphologie des sols dans la formation des paysages », *Études rurales*, 153-154, 139-149. DOI : <https://doi.org/10.4000/etudesrurales.8>
- Goldberg P., Macphail R. I., 2006 – *Practical and Theoretical Geoarchaeology*, Blackwell Publishing.
- Goldberg P., Nash D., Petraglia M., (eds), 1993 – *Formation Processes in Archaeological Context*, Monographs in World Archaeology, 17, Prehistory Press, Madison, Wisconsin, 188 p.
- Jollivet M., 1992 – « Pluridisciplinarité, interdisciplinarité et recherche finalisée ou des rapports entre sciences, techniques et sociétés », In M. Jollivet (dir.), *Sciences de la nature, sciences de la société: les passeurs de frontières*, Paris, CNRS Éditions, 519-535. DOI : <https://doi.org/10.4000/books.editions-cnrs.4216>
- Karkanias, P., Goldberg P., 2018 – *Reconstructing Archaeological Sites: Understanding the Geoarchaeological Matrix Applied Soils and Micromorphology in Archaeology*, Hoboken, Wiley Blackwell.
- Kuzucuoğlu C., Tsirtsoni Z., 2016 – « Changements climatiques et comportements sociaux dans le passé : quelles corrélations ? », *Les nouvelles de l'archéologie*, 142. DOI : 10.4000/nda.3280
- Langohr R., 2001 - L'anthropisation du paysage pédologique agricole de la Belgique depuis le Néolithique ancien - Apports de l'archéopédologie, *Études et Gestions des Sols*, 8, 2, p. 103-118.
- Latour B., Lemonnier P., 1994 – *De la préhistoire aux missiles balistiques. L'intelligence sociale des techniques*, Paris, Éditions La découverte, 360 p.
- Lauer F., Prost K., Gerlach R., Pätzold S., Wolf M., Urmersbach S., Lehndorff E., Eckmeier E., Amelung W., Zhu L., 2014 - Organic Fertilization and Sufficient Nutrient Status in Prehistoric Agriculture? – Indications from Multi-Proxy Analyses of Archaeological Topsoil Relicts L. Zhu dir, *PLoS ONE*, 9, 9, p. e106244.
- Lemonnier P., 1976 – « La description des chaînes opératoires : contribution à l'analyse des systèmes techniques », *Techniques et culture*, 1, 100-151.

- Lespez L. (dir), 2012 – *Paysages et Gestion de l'eau. Sept millénaires d'histoire de vallées et de plaines littorales en Basse-Normandie*, Presses universitaires de Caen et Maison de la recherche en sciences humaines, coll. Bibliothèque du Pôle Rural, 3.
- Lespez, L., Fouache, E., 2013 - « Géoarchéologie », In : D. Mercier (dir.), *Géomorphologie de la France*, Paris, Dunod Orléans, BRGM Éditions, 215-228.
- Lévy J., Lussault M., 2003 – *Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés*, Paris, Belin.
- Macphail R., Goldberg P., 2018 – *Applied Soils and Micromorphology in Archaeology*, Cambridge, Cambridge University Press, 630 p.
- Magny M., 2019 – *Aux racines de l'Anthropocène : une crise écologique reflet d'une crise de l'homme*. Le Bord de l'Eau, Lormont, Collection « En Anthropocène », 386 p.
- Massilani D., Morley M. W., Mentzer S. M. Aldeias V., *et al.*, 2022 – Microstratigraphic preservation of ancient faunal and hominin DNA in Pleistocene cave sediments, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119 (1), DOI : 10.1073/pnas.2113666118
- Menzies, J., Meer J. J. M., 2018 – « Chapter 21 - Micromorphology and Microsedimentology of Glacial Sediments », In : J. Menzies et J. J. M. van der Meer (eds), *Past Glacial Environments*, 2^e édition, Elsevier, 753-806.
- Mylona P., 2018 – *L'approche géoarchéologique des systèmes d'occupation au PPNA à Chypre: le cas du site de Klimonas à Ayios Tychonas*, Thèse de doctorat, Museum National d'Histoire Naturelle, Paris, 404 p.
- Nicosia C., Stoops G., (dir.) 2017 – *Archaeological Soil and Sediment Micromorphology*, Hoboken, Wiley-Blackwell Press.
- Onfray M., 2019 - Revisiter le paradigme du « sol néolithique disparu » : géoarchéologie des modes d'occupation de la fin du Néolithique dans le sud-ouest du Bassin parisien, le cas du site « les Grands Noyers » à Gas (Eure-et-Loir) », *Bulletin de la Société préhistorique française*, 116, 1, 41-72.
- Pastre J.-F., Leroyer C., Lejeune Y., Bensaadoun S., 2015 – « L'évolution de l'environnement dans le centre du Bassin parisien du Néolithique ancien à la période moderne : les apports de l'étude morphosédimentaire et palynologique des fonds de vallées », *Revue archéologique d'Île-de-France*, 23-42. DOI : <hal-02568782>
- Pigeot N., 2011 – « 1. Chaines opératoires : contexte théorique et potentiel cognitif », In : *L'archéologie cognitive*, Paris, Editions de la maison des sciences de l'homme. DOI : <https://doi.org/10.4000/books.editionsmsmh.14554>
- Pinchemel P., Pinchemel G., 1988 – *La face de la Terre : éléments de géographie*, Paris, Colin.
- Purdue L., Miles W., Woodson K., Darling A., Berger J.-F., 2010 - « Micromorphological Study of Irrigation Canal Sediments : Landscape Evolution and Hydraulic Management in the Middle Gila River Valley (Phoenix Basin, Arizona) During the Hohokam Occupation », *Quaternary International*, 216, 129-144.
- Raffestin C., 1980 – *Pour une géographie du pouvoir*, Paris, Litec.
- Renfrew C., 1976 - « Archaeology and the Earth Sciences », In : D. A. Davidson, M. L. Shackley (dir.), *Geoarchaeology : Earth Science and the Past*, Colorado, Westview Press, 1-5.
- Schiffer M. B., 1983 - « Toward the identification of Formation Processes », *Society for American Archaeology*, 48, 4, 675-706.

Schiffer M. B., 1987 - Formation Processes of the Archaeological Record, University of New Mexico Press, Albuquerque, NM.

Sordoillet D., 2009 - Géoarchéologie de sites préhistoriques. Le Gardon (Ain), Montou (Pyrénées-Orientales) et Saint-Alban (Isère), Paris, Editions de la Maison des Sciences de l'Homme, Documents d'Archéologie française, 103, 175 p. DOI : <https://doi.org/10.4000/bookseditionmsh.19652>

Steffen W., Persson A., Deutsch L., Zalasiewicz J., Williams M., Richardson K., Crumley C., Crutzen P., Folke C., Gordon L., Molina M., Ramanathan V., Rockström J., Scheffer M., Schellnhuber H. J., Svedin U., 2011 - « The Anthropocene : from global change to planetary stewardship », *Ambio. Journal of the Human Environment*, 40, 7, 739-61. DOI : [10.1007/s13280-011-0185-x](https://doi.org/10.1007/s13280-011-0185-x)

Stoops G., Marcelino V., Mees F. (dir.), 2010 - *Interpretation of Micromorphological Features of Soils and Regoliths*, Amsterdam, Elsevier Science.

Verrechia E., Trombino L., 2021 - *A Visual Atlas for Soil Micromorphologists*, Springer Cham.

Waters M. P., 1992 - *Principles of Geoarchaeology : The North American Perspective*, Tucson : University of Arizona Press.

Zadora-Rio E., 1986 - « La prospection archéologique et l'évolution de la notion de site », In : *La prospection archéologique : Paysage et peuplement. Actes de la table ronde des 14-15 mai 1982*, Paris, Éditions de la Maison des sciences de l'homme. DOI : <https://doi.org/10.4000/books.editionsmslh.31723>

NOTES

1. Ces différents niveaux d'analyse de l'étude micromorphologique permettent de préciser d'autres données issues d'analyses sédimentologiques et élémentaires (granulométrie, minéralogie, calcimétrie, chimie, biochimie, isotopie) et de compléter les observations micro-tomodensimétriques. Les évolutions récentes des techniques de microscopie (fluorescence) font des lames minces micromorphologiques un support d'analyse des micro-restes végétaux, de résidus phosphatés, de carbonates et de matière organique (e.g. Nicosia et Stoops, dir., 2017). Mentionnons également les travaux récents conduits sur l'ADN sédimentaire (Massilani *et al.*, 2021).

2. En France, on peut citer l'association dédiée à l'étude de la construction en terre (<https://reseauterre.hypothese.org>). A l'international, les rencontres annuelles Virtual Micromorphology Meeting (ViMi) sont organisées chaque année depuis 2020 (<https://sites.google.com/view/vimi4/home?authuser=0>). Depuis 2005, la conférence bisannuelle Developing International Geoarchaeology (DIG) est organisée par le groupe d'études géoarchéologiques d'Amérique latine (GEGAL) (<https://sites.usp.br/dig-gegal2023/>).

AUTEURS

LUCIE CEZ

doctorante université Panthéon-Sorbonne (Paris 1), UMR 7041 ArScAn, équipe Archéologie
environnementale / luciecez@gmail.com

MARYLISE ONFRAY

chargée d'opération et de recherche, Inrap Bretagne, UMR 6554 LETG-Brest /
marylise.onfray@univ-brest.fr

Géoarchéologie et territoire, une approche culturelle des relations sociétés/paysages

Julia Wattez, Christophe Jorda et Dominique Todisco

Introduction

- 1 Élément fondamental du paysage, le sol est considéré, en raison des facteurs qui régissent sa genèse et son évolution, comme la mémoire de l'histoire des climats et des sociétés (Pomel, 2008). En géoarchéologie, cette mémoire peut être examinée sous deux aspects, souvent complémentaires. Le premier, environnemental, concerne l'influence, ou plutôt les forçages climatiques ou anthropiques dans l'évolution des paysages, comme les milieux alluviaux (par exemple : Jorda, Jung, 2002 ; Deschott, Salvador, 2003 ; Arnaud-Fassetta *et al.*, 2010 ; Lespez, 2012) ou encore les versants (par exemple : Devillers *et al.*, 2006, Sivan *et al.*, 2021). Le second est culturel. Il a trait aux relations que les sociétés anciennes ont entretenues avec les sols, en termes d'aménagement, d'organisation et de gestion de leurs lieux de vie. (Cammass, Wattez, 2009 ; Macphail *et al.*, 2016). Il ne s'agit plus ici de discuter de l'environnement de ces populations mais de leur habitat, de leur terroir et de leur territoire.
- 2 Historiquement, c'est avec l'émergence des collaborations entre préhistoriens, archéologues, naturalistes, géologues et géographes (Goudie, 1976 ; Grayson, 1990), dont les premiers exemples remontent au début du XIX^e siècle, que se trouvent les racines profondes de la géoarchéologie (Mandel, 2000 ; Goldberg, Macphail, 2006) comme de l'archéologie environnementale (Dincauze, 2000 ; Albarella, 2001 ; Reitz *et al.*, 2007 ; Thiébaud, 2010).
- 3 Durant le XX^e siècle, avec l'intérêt porté à l'archéologie par des chercheurs venus des disciplines naturalistes et des géosciences, l'archéologie environnementale se structure progressivement. C'est dans le dernier tiers du XX^e siècle que la géoarchéologie est véritablement définie tant conceptuellement qu'institutionnellement. Il revient à Karl

Butzer (1971) d'avoir utilisé le premier le terme « *geo-archaeology* »¹. La géoarchéologie est parfois perçue comme une discipline importante de l'archéologie environnementale, de concert avec la paléoécologie, la paléobotanique et l'archéozoologie (Walsh, 1998). Selon cette terminologie, elle est entendue comme l'application des Sciences de la Terre à des fins archéologiques (Gladfelter, 1977 ; Stein, Farrand, 2001 ; Goldberg *et al.*, 2001 ; French 2003 ; Goldberg, Macphail, 2006). Ainsi comme le souligne Renfrew (1976), les problématiques qui sous-tendent la recherche géoarchéologique relèvent des questionnements archéologiques. Avec l'intégration des sciences sociales (géographie, ethnologie, histoire, sociologie), la géoarchéologie s'affirme progressivement comme une discipline, dans la recherche française, adaptant et combinant les concepts et méthodes des sciences naturelles, des sciences humaines et des géosciences afin de répondre aux projets transdisciplinaires de l'archéologie.

- 4 En France, l'essor quasi-exponentiel de l'archéologie préventive, dès les années 1990, a conduit à un renouvellement total des problématiques de la géoarchéologie. Plusieurs champs thématiques sont définis comme la géoarchéologie environnementale, intrasite, agraire, urbaine ou encore axée sur la taphonomie des sites (Berger *et al.*, 2000 ; Todisco, Monchot, 2008 ; Todisco *et al.*, 2009 ; Borderie *et al.*, 2020). Cette évolution a permis de consolider la géoarchéologie en tant que discipline et de l'ouvrir vers la compréhension des relations sociétés/paysages dans une perspective anthropologique. Le milieu n'est désormais plus considéré comme l'environnement naturel d'une population, mais comme son espace territorial, avec toutes ses composantes. La géoarchéologie s'intéresse aujourd'hui à la manière dont les sociétés se sont approprié leur environnement, en particulier le sol qui constitue le support de leurs activités.
- 5 L'objectif de cet article est de présenter un premier bilan des résultats obtenus sur la construction et l'évolution des territoires, à partir de quelques cas représentatifs, étudiés en archéologie préventive, depuis le Mésolithique jusqu'aux périodes historiques.

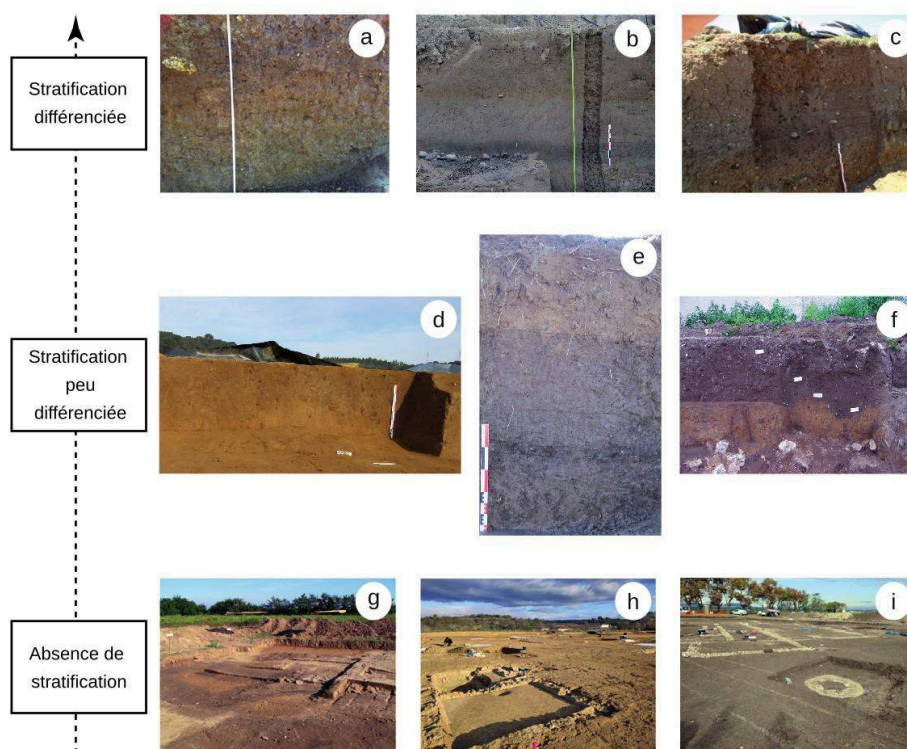
1 - Du sol au territoire : la démarche de la géoarchéologie

- 6 Décrire les relations sociétés/sols relève d'une lecture anthropologique du paysage, pour comprendre comment les sociétés anciennes ont aménagé, organisé et géré leur territoire. Cet espace est structuré par différents types d'usage et d'occupation du sol qui permettent de l'envisager comme le fruit d'une interaction entre les composantes environnementales, sociales, économiques ou politiques (Lefebvre, 1974). D'un point de vue anthropologique, le territoire est entendu comme un lieu que les sociétés s'approprient pour répondre à leurs besoins (Godelier 2004). Il peut alors être considéré comme une image du mode d'organisation des sociétés, dont les sols en sont les témoins. Ces derniers constituent, en effet, une archive à part entière qu'il est fondamental de prendre en compte et d'analyser depuis l'habitat, qui polarise les activités, jusqu'au terroir.
- 7 L'étude est d'abord menée à l'échelle du site archéologique. Il peut être défini comme tout lieu de l'espace géographique occupé pour différentes fonctions (habitat domestique, espace funéraire, parcellaires, réseau viaire, pâtures, champs cultivés...).

Pour certains géographes, il peut être conçu comme un contenant et un contenu (Grezel, 1972). Les limites du contenant sont parfois bien lisibles (fossés défensifs, palissade, bornages, voies, monuments ostentatoires...) mais parfois difficiles à appréhender ou inconnues (murs en terre crue, limites parcellaires...). Son contenu est matérialisé par des séquences pédo-sédimentaires (ou stratifications) diversement dilatées comportant des ensembles de vestiges mobiliers et immobiliers dont la densité et l'organisation sont également très variables. Cette stratification est identifiée en géoarchéologie comme un système pédo-sédimentaire particulier, qui résulte de l'interaction de mécanismes socio-environnementaux (Karkanias, Goldberg, 2017). Elle est qualifiée dans le Référentiel Pédologique (Baize, Girard, 2009), d'anthrosols archéologiques², dont les processus de formation sont d'ordre anthropo-génétiques ; ils y sont considérés comme des « archives de l'histoire de l'humanité » (*ibid.* p. 98). La stratification archéologique constitue ainsi un élément de la couverture pédologique ou du pédo-paysage³. Par conséquent, le site apparaît comme la pierre angulaire de la recherche géoarchéologique pour caractériser et comprendre les interactions Société/Milieu en jeu dans la construction du paysage et donc du territoire.

- 8 Le champ d'investigation de la géoarchéologie considère un arc de temps qui s'étend du Pléistocène aux périodes les plus récentes, offrant la possibilité d'appréhender les relations sociétés/sols/paysages depuis les communautés de chasseurs/cueilleurs jusqu'aux sociétés sédentaires, à partir du Néolithique.
- 9 Jusqu'à présent, l'archéologie préventive a permis d'étudier un corpus de sites, établis dans divers contextes géomorphologiques et pédologiques, qui appartiennent aux différentes phases chrono-culturelle depuis la Préhistoire. Le constat qui en ressort est celui de la variabilité des formes de stratifications quelle que soit la période considérée. En effet, selon leur degré de différenciation, elles sont classées en trois grandes catégories (figure 1) (Cammias, Wattez, 2009). La première correspond aux sites qualifiés d'arasés ou fossoyés, seulement matérialisés par des ensembles de structures excavées (fosses, fossés) qui apparaissent directement sous l'horizon cultivé et s'ouvrent sur des formations sédimentaires antérieures à l'occupation. Les sols d'habitat ne sont généralement pas conservés. C'est le cas, par exemple, du site néolithique moyen du Pirou (Valros, Hérault), des vastes établissements du Néolithique final comme celui de La Capoulière (Mauguio, Hérault) ou encore du site antique de Magalas (Hérault). L'absence de stratification, liée à des phénomènes d'érosion postérieurs, naturels ou anthropiques, est compensée par le remplissage des structures en creux, finement stratifié ou homogène, qui constituent alors la seule source d'informations pour retracer l'histoire de l'occupation. A cette catégorie s'oppose celle des sites à stratification dilatée et différenciée, souvent complexe, à l'image du site néolithique d'Ode à La Mer (Lattes, Hérault). Entre ces deux extrêmes, on observe des sites à stratification d'épaisseur variable mais surtout d'aspect homogène ou aux couches peu contrastées tels que l'occupation néolithique moyen de Bellegarde (Gard) ou du Premier Moyen-Âge de « l'avenue du Général Leclerc » à Gagny (Seine-Saint-Denis). Cette variabilité conduit à s'interroger sur les modes d'occupation des sols et sur les systèmes socio-économiques qu'ils reflètent.

Figure 1 - Classification des stratifications selon leur degré de développement et de différenciation



a) Ode à la Mer (Lattes, Hérault), Néolithique (I. Daveau, B. Sendra dir., Inrap) (cliché (J. Wattez, Inrap) ; b) La Céreirède, Néolithique-Antiquité (Lattes, Hérault) (G. Loison dir., Inrap) (cliché C. Jorda, Inrap) ; c) La Cadoule (Hérault), Néolithique (G. Escalon dir., Inrap) (cliché C. Jorda, Inrap) ; d) Bellegarde (Gard), Néolithique moyen, (M. Bovagne dir., Inrap) (cliché M. Bouchet, Inrap) ; e) Le Pouget (Lavérune, Hérault), Mésolithique-Antiquité (I. Rémy dir., Inrap) (cliché C. Jorda, Inrap) ; f) Avenue du Général Leclerc (Gagny, Seine-Saint-Denis), Moyen-Âge (P. Lorquet, dir., Inrap) (cliché P. Lorquet, Inrap) ; g) La Capoulière (Mauguio, Hérault), Néolithique final (X. Guthertz, L. Jallot dir., Univ. Montpellier 3) (cliché J. Wattez, Inrap) ; h) Magalas (Hérault), période antique (E. Lhenaf dir., Inrap) (cliché C. Jorda, Inrap) ; i) Maguelonne (Hérault), Moyen-Âge (B. Ode et L. Tarou dir., Inrap) (cliché C. Jorda, Inrap)

- 10 Les sites s'inscrivent également dans un « contenant », celui du pédo-paysage. Ainsi, lorsque l'emprise archéologique le permet, les limites spatiales entre les profils pédologiques et la stratification archéologique fournissent à la géoarchéologie la possibilité d'appréhender plus finement les relations entre habitat et territoire et de mieux caractériser ce dernier (Martin 2016 ; Onfray, 2016). Certaines recherches ont montré que ces séquences dites « naturelles », car exemptes de témoins d'occupation tangibles, ont enregistré l'influence des activités humaines pratiquées sur les sols environnants (Martin, 2014). La notion de « hors site » comprise comme un espace non investi par les sociétés anciennes apparaît ainsi dénuée de sens. En revanche, elles ouvrent sur la perspective de mieux comprendre les modalités d'anthropisation des sols et donc du paysage et de participer au débat sur l'Anthropocène.
- 11 L'enquête géoarchéologique permet d'appréhender les relations Société/Paysage selon une approche multi-échelles, de l'espace habité au territoire parcouru. Elle relève, mais non exclusivement, des principes et des méthodes de la géologie, de la géomorphologie, de la pédologie et de la micromorphologie des sols, adaptés à l'étude des séquences archéologiques. Elle mobilise la notion de *site formation processes* (Schiffer, 1987 ; Goldberg, Macphail, 2008) et intègre l'Homme dans les facteurs géomorphologiques et pédologiques (Butzer 1982 ; Burnouf *et al.* 2007 ; Montagne 2006 ; Cammas, Wattez,

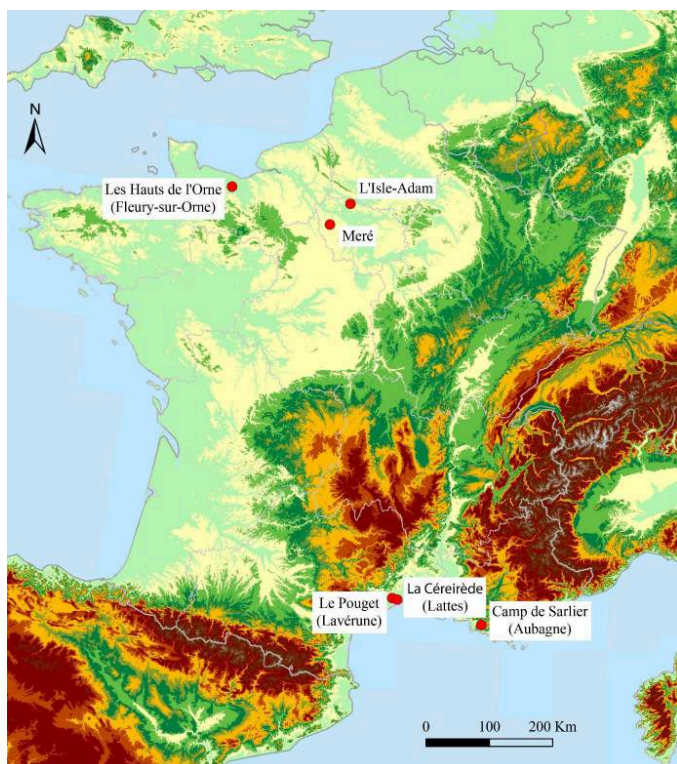
2009). Les approches géomorphologiques et micromorphologiques sont parfois combinées, offrant ainsi une reconstitution plus fine des dynamiques d'occupation des sols.

2 - Du Milieu au territoire, l'exemple du Languedoc oriental

A - De la géomorphologie à la géoarchéologie

- 12 La géomorphologie a, de manière générale, pour objet la description et l'explication des formes du relief terrestre dans une vision diachronique. Elle permet de comprendre les changements de comportement du milieu physique dans ses dynamiques et ses causes. Elle devient un outil de la géoarchéologie lorsqu'elle s'intéresse aux relations Société/Milieu. Les sédiments sont dès lors considérés comme des documents culturels qui ont enregistré l'empreinte des occupations humaines (Brochier, 1988). En effet, si la géomorphologie, la pédologie, la micromorphologie et, pour le volet biologique, la paléoécologie, permettent de mieux appréhender l'évolution des milieux, la géoarchéologie et la bioarchéologie sont, elles, à même de mettre en évidence les dynamiques d'occupation depuis l'habitat jusqu'au territoire, à partir des modes d'usage des sols. L'étude d'un site archéologique demeure contrainte par les limites de la fouille, mais il n'en demeure pas moins qu'il fait partie d'un géosystème bien plus vaste, qui englobe l'habitat des populations anciennes jusqu'à leur territoire. On peut alors parler d'anthroposystème (Lévêque *et al.*, 2003), les populations gérant et modifiant l'ensemble de leur espace de vie pour leurs besoins. Pour le mettre en évidence, les plaines alluviales sont un bon observatoire, les dépôts fluviatiles étant généralement peu tronqués et offrant des séquences dilatées à la manière d'un mille-feuille sédimentaire fossilisant les vestiges. Deux sites, occupés sur la longue durée sont présentés ici pour illustrer la qualité de l'archivage sédimentaire des paysages fluviaux. Le site de La Céreirède est établi dans la plaine fluvio-littorale du Lez et a fait l'objet d'une approche géomorphologique. Le site à stratification plus homogène du Pouget à Lavérune, localisé dans les garrigues a, quant à lui été étudié selon une approche combinant géomorphologie et micromorphologie (figure 2) (Jung dir., 2017 ; Rémy dir., 2019).

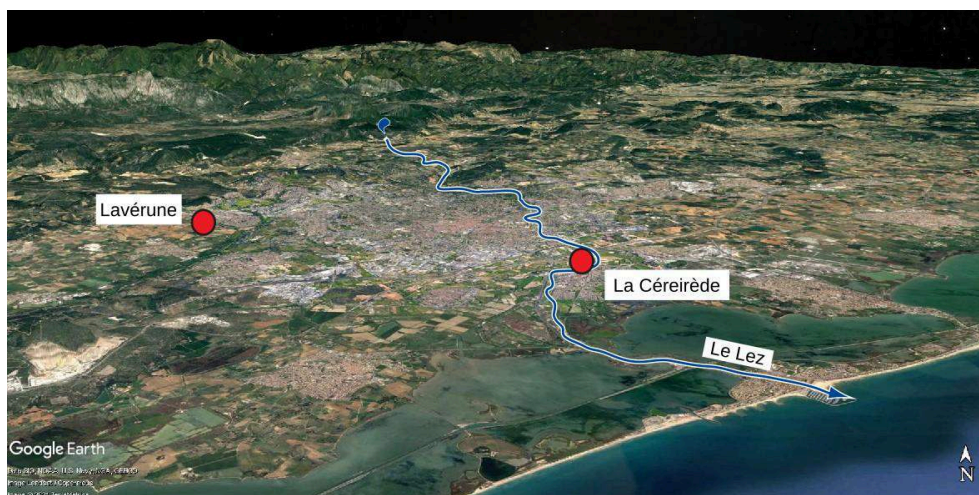
Figure 2 - Localisation géographique des sites



B - Du géosystème à l'anthroposystème

- 13 Le Lez est un fleuve côtier du sud de la France de moins de 30 km de long. Né d'une exsurgence karstique au Pied du Pic-Saint-Loup, au nord de Montpellier dans l'Hérault, il traverse des calcaires et des marnes carbonatées éocènes et oligocènes sur une quinzaine de kilomètres, par un système de gorges, avant de déboucher dans la basse plaine littorale où il construit son delta (figure 3). Son caractère méditerranéen lui confère un comportement assez contrasté avec des périodes d'étiage où il peut être pratiquement asséché, alternant avec des périodes de crues envahissant l'ensemble de sa plaine. Les nombreuses fouilles préventives effectuées dans le delta du Lez depuis une vingtaine d'années ont considérablement enrichi nos connaissances sur l'évolution des paysages et des terroirs au cours de l'Holocène. L'opération la plus emblématique reste celle de La Céreirède, fouillée en préalable à l'extension de la station d'épuration de Montpellier, en 2003 sur une surface d'1 Ha mais non publiée. Un diagnostic, effectué dans le même secteur en 2017, a donné des résultats similaires qui sont discutés ici (Jung dir., 2017). Les 9 m de stratigraphie fluvio-deltaïque, entre -1,30 m et +8 m NGF, ont permis la mise au jour d'occupations couvrant pratiquement toutes les périodes depuis le Néolithique ancien jusqu'à l'actuel (figure 4). Ce mille-feuille alluvial a été étudié par les différentes disciplines de l'archéologie environnementale afin de mieux caractériser les milieux pour chaque période et d'évaluer le poids des populations anciennes dans la gestion de leur territoire.

Figure 3 - littoral du Languedoc oriental : le fleuve Lez et les sites de Lavérune et la Céreirède (Hérault, France)



Fond de carte : Google Earth, DAO : C. Jorda et B. Marquebielle

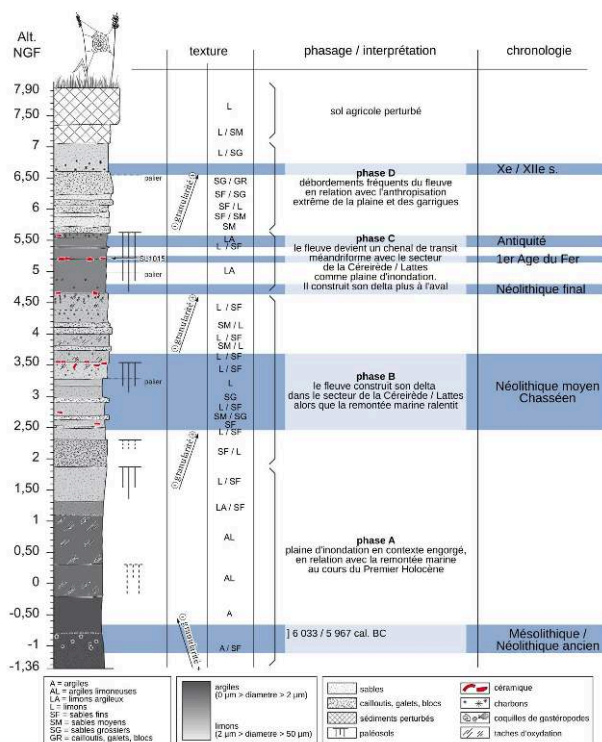
Figure 4 - Diagnostic profond à la Céreirède (Lattes Hérault, France)



Cliché : C. Jung

- 14 D'un point de vue géomorphologique, quatre grandes phases sont identifiées qui illustrent le fonctionnement hydro-sédimentaire du fleuve dans sa plaine deltaïque au cours des huit derniers millénaires. Elles donnent un cadre sérieux pour la compréhension des interactions entre les sociétés et leur territoire (figure 5).

Figure 5 - 8000 ans d'occupation en contexte deltaïque : stratigraphie des séquences alluviales sur le site de la Céreirède (Lattes Hérault, France)



DAO : C. Jorda et B. Marquebielle

- 15 La première phase correspond à des dépôts de plaine d'inondation du fleuve marqués par une légère pédogenèse qui atteste d'une stabilisation sédimentaire. Une datation radiocarbone a été obtenue sur un niveau de charbons de bois prélevés à -1 m NGF. La date calibrée donne un résultat entre 6033 et 5967 cal. BC (7100 +/- 30 cal. BP, Beta-466410), ce qui permet de la rattacher chronologiquement au Néolithique ancien. Sur le plan archéologique, cent mètres plus loin, des vestiges de cette période ont été retrouvés à la même profondeur. Ils sont associés à des niveaux charbonneux et il est vraisemblable que ces derniers témoignent de phénomènes de brûlis, de rejets de foyers ou d'une quelconque activité humaine locale. Ces dépôts traduisent l'existence d'une plaine d'inondation favorable, à divers titres, aux implantations humaines : habitat, eau douce disponible localement, milieu vivrier riche et cultivable aisément.
- 16 La deuxième phase morpho-sédimentaire est caractéristique d'une période de dynamique accrue du fleuve. Des vestiges allant du Chasséen ancien jusqu'au Chasséen récent (environ de 4500 à 3600 av. JC) y ont été mis au jour. Il apparaît qu'au cours de cette période d'environ 1000 ans, le Lez adopte un comportement plutôt de type torrentiel avec des crues fréquentes, des défluviations, des chenaux qui se creusent puis se colmatent, associés à un exhaussement rapide de la plaine. Un nouveau bras du fleuve vient tronquer le sol du Chasséen ancien, alors que les vestiges de la fin du Néolithique moyen vont fossiliser le chenal désormais comblé (figure 6). Pour toute cette longue période, les données paléoécologiques décrivent un milieu ouvert en permanence, alors qu'aux points de vue géomorphologique et pédologique, rien ne permet d'expliquer l'absence d'une reprise forestière (Martin, 2004 ; Martin, Magnin, 2006).

Figure 6 - paléo-chenal du Lez tronquant le sol du Chasséen ancien et fossilisé par les occupations du Chasséen récent



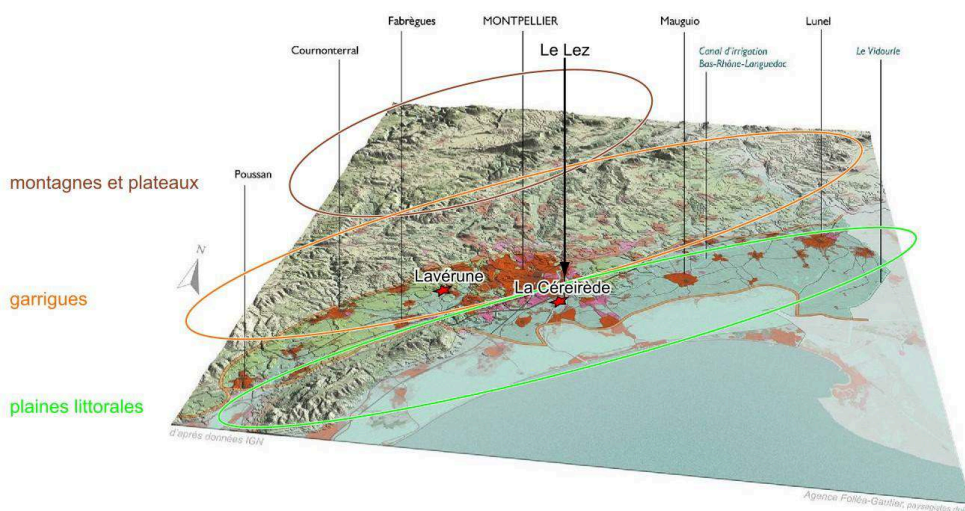
Cliché et DAO : C. Jorda

- 17 La troisième phase correspond à un changement fondamental dans la dynamique du fleuve. Evoluant à partir d'environ 2500 cal. BC, vers un cours d'eau à chenal unique, sa plaine d'inondation n'est plus investie que par des limons et argiles de débordement et le cours d'eau commence à méandrer. Du point de vue sédimentaire, ces dépôts très fins témoignent de crues particulièrement peu compétentes alors que du point de vue pédologique la structuration des sédiments et leur couleur traduisent une pédogenèse cumulique en milieu très humide. Les datations ici sont calées, à partir des vestiges mis au jour. Si l'on se réfère, aux données disponibles dans la plaine comme sur le site de Port-Ariane en 1999 (Lattes, Hérault), cette phase de stabilité hydro-sédimentaire a également été observée et étudiée (Jorda *in* Daveau dir., 2007). Dans les deux cas, ce sol cumulique est daté, grâce aux vestiges fouillés, entre le Néolithique final (autour de 2500 av. JC) et la fin de l'Antiquité (vers les IV /V^e siècles). A cette phase succède une nouvelle période de débordements actifs du fleuve à l'époque historique. Ce sont des sables et limons dont la granularité augmente fortement de la base au sommet. Comme pour les précédentes, cette séquence est bien référencée aujourd'hui dans la basse plaine du Lez. D'un point de vue géoarchéologique, la fouille de la Céreirède avait permis la mise au jour de tout un système de canaux d'irrigation médiévaux. Datés des X /XIII^e siècles par la céramique, ces fossés permettaient d'irriguer les champs en rive droite du Lez. Très rapidement colmaté par des faciès caillouteux et sableux grossiers, provenant du fleuve, ce réseau abandonné témoigne peut-être d'une réactivation des processus érosifs à l'amont, ayant conduit à la destruction des aménagements hydrauliques de régulation. Dès lors, le secteur de la Céreirède est envahi par des crues particulièrement dynamiques. Un schéma similaire a également été observé à Port-Ariane, où un canal avait connu la même histoire au XIII^e siècle (Daveau dir., 2007). Il est donc vraisemblable que ces faciès grossiers puissent refléter un schéma plus général de l'évolution de la plaine, avec une recrudescence des débordements liée à l'augmentation de la pression humaine dans le Montpelliérais, démontrée d'un autre côté par les recherches faites sur les sources historiques (Blanchemanche, 2000 ; Burnouf *et al.*, 2007).

C – La fabrique d'un territoire

- 18 En dehors de la zone circa-littorale supposément la plus attractive, force est de constater que l’empreinte des populations humaines reste forte dès que le milieu biophysique s’y prête, en l’occurrence en bordure des cours d’eau. Le site du Pouget à Lavérune (Hérault) est implanté dans les garrigues du Montpelliérais (figure 7), mais au sein d’un vaste domaine alluvial, sur une légère éminence entre le fleuve de la Mosson et un de ses affluents (Jorda *et al.*, 2019). La fouille a mis en évidence une plaine d’inondation autour de laquelle des occupations humaines se succèdent depuis le Mésolithique jusqu’à la période historique. Ayant travaillé de concert, les disciplines de l’archéologie environnementale donnent l’image d’une zone intensément occupée dès le Mésolithique. Les études géomorphologique et micromorphologique montrent que le site du Pouget correspond à un secteur soumis à des débordements de plaine d’inondation, alimenté par des colluvions et où la pédogenèse est continue (figure 8, figure 9a). La sédimentation est faible mais la totalité de l’Holocène y est enregistrée. Pour le Mésolithique, des habitats sont identifiés, associés à de nombreux restes de consommation. Les sols d’occupation sont de type cumulique, d’origine alluviale. Ils sont variablement structurés par le piétinement et comportent parfois quelques rejets (figure 9b). Le paysage végétal local est déjà largement ouvert, cependant des boisements denses sont mis en évidence sans que leur localisation puisse être précisée. Au Néolithique ancien, seules quelques fosses isolées sont identifiées, les sols sont peu exprimés. Les données géoarchéologiques et bioarchéologiques font par ailleurs état d’une végétation de broussailles et de prairies humides pâturées. Pour le Néolithique moyen, des fosses de rejets et des foyers ont été reconnus. Ils sont associés à une séquence de surfaces d’activité dont les propriétés micromorphologiques attestent d’une forte fréquentation (figure 9c). Les prairies humides sont toujours présentes, mais la part des pelouses sèches augmente, traduisant là encore, des espaces pâturés, ainsi que des milieux rudéro-culturaux qui témoignent eux d’une agriculture en développement. A l’âge du Bronze, les occupations sont matérialisées par des fosses, des foyers et des bâtiments, dans un environnement où les pelouses sèches pâturées et les milieux cultivés augmentent encore, comme le montrent la micromorphologie et la malacologie (figure 9 d et e). Pour l’Antiquité et le Moyen-Age, le secteur est densément occupé et cultivé.

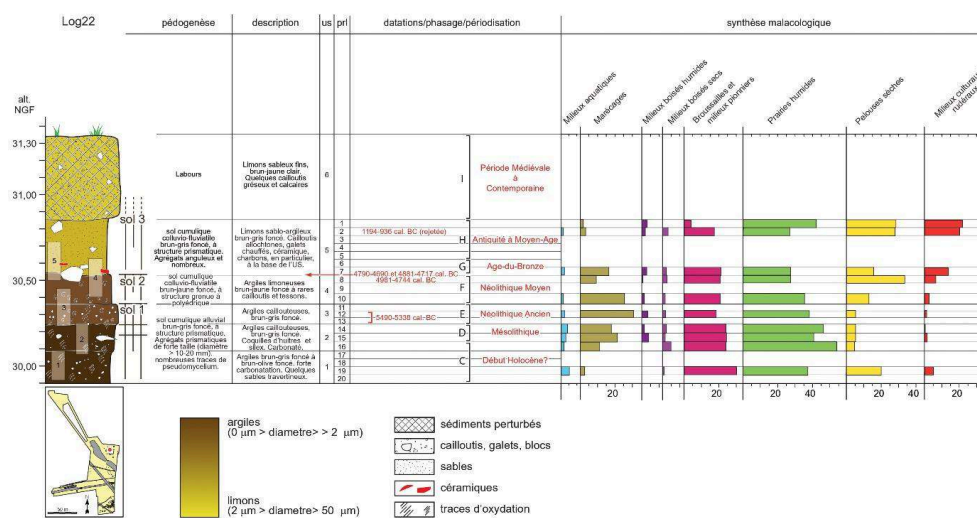
Figure 7 - organisation oro-hydrographique du Languedoc oriental, depuis les plaines littorales jusqu'aux massifs montagneux



Fond de carte : Agence Folléa Gautier, DAO : C. Jorda

Figure 8 - stratigraphie de la fouille du Pouget (Laverune, Hérault, France)

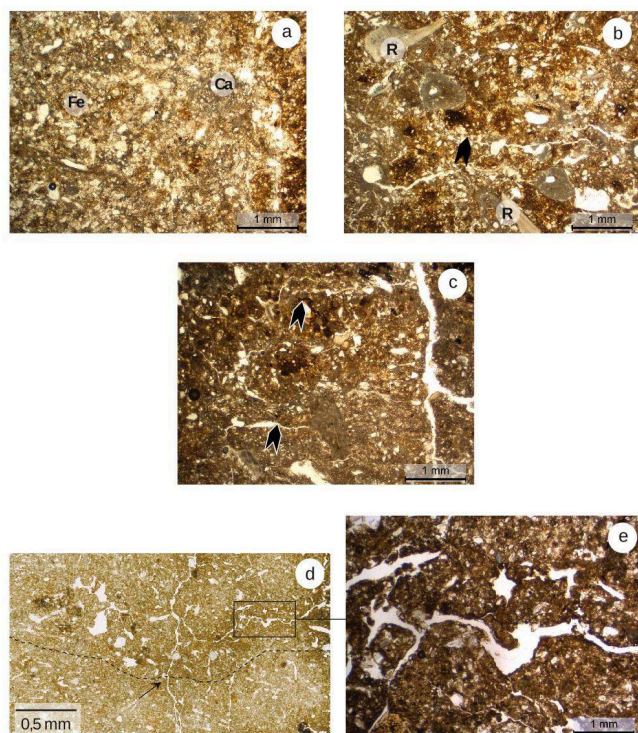
Synthèse des données pédosédimentaires, archéologiques et malacologiques



DAO : C. Jorda et S. Martin.

Figure 9 - Caractéristiques micromorphologiques de l'évolution des modes d'occupation des sols du site du Pouget à Laverune (Hérault)

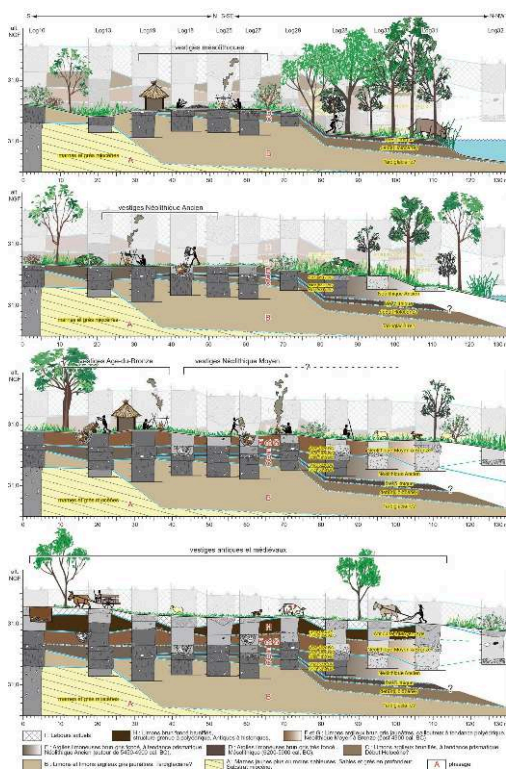
- a) Colluvions : entassement dense de microagrégats roulés, issus de sols alluviaux engorgés à imprégnations ferrugineuses denses (Fe) et d'encroûtements sédimentaires carbonatés (Ca) ; b) Mésolithique : surface d'activité sur sol alluvial humide, fissures subhorizontales produites par le piétinement (flèche), débris de coquilles de gastéropodes (R) (rejets ?) ; c) Néolithique, surface d'activité sur sol alluvial bien drainé, microstructure grumeleuse dense, litée, fissures subhorizontales régulières produites par piétinement intense (flèche) ; d) âge du Bronze : remaniements mécaniques liés au travail du sol : incision large comblée d'agrégats fracturés et compactés (flèche) ; e) détail de d) : micro-agrégats aplatis en comblement d'une incision



Clichés et DAO : J. Wattez

- 19 Les résultats obtenus font ressortir le schéma classique d'une augmentation de la pression anthropique au cours du temps sur les milieux. Ici pourtant, et malgré l'indigence des vestiges pour certaines périodes, les données de la géoarchéologie croisées avec celles de la bioarchéologie, montrent la précocité et la permanence de cette emprise des populations sur leur territoire, alors même que les structures archéologiques, parfois discrètes, ne le laissaient supposer (figure 10).

Figure 10 - cinématique de l'évolution du paysage et des occupations humaines sur la fouille du Pouget depuis 8000 ans (Lavérune, Hérault, France)



DAO : C. Jorda

D - D'un territoire à l'autre, vers une approche régionale

- 20 Les données obtenues sur le site de La Céreirède, comme sur celui de Lavérune, associées à celles provenant d'autres interventions dans la plaine littorale, montrent l'intérêt de les appréhender au sein d'un cadre bien plus large que les seuls vestiges matériels fouillés. La cohérence des observations faites ici et au travers des fouilles effectuées depuis 20 ans dans ce secteur, montre si besoin était, la validité macro-régionale, voire régionale, de ces enregistrements pédo-sédimentaires. Elle nous contraint à les appréhender sous l'angle des données archéologiques et paléoenvironnementales. Elle nous oblige surtout à reprendre ces données à une échelle plus large que les plaines du Lez ou de La Mosson et à envisager la multiplication des occupations humaines comme un véritable référentiel du peuplement littoral depuis 8000 ans, en Languedoc oriental. Les sociétés anciennes ont ainsi été un moteur majeur dans la construction de ces paysages, devenus dès lors un territoire qu'elles vont construire, gérer et entretenir constamment dès le Mésolithique, en fonction de leurs besoins, jusqu'à aujourd'hui. Les assemblages malacologiques mettent en évidence, à la Céreirède et à Lavérune, l'anthropisation des sols dès le Néolithique ancien et jusqu'à l'actuel (Martin, 2004 ; Martin *in* Rémy dir., 2019). Ils exposent clairement le poids des sociétés humaines sur le milieu avec toutes les conséquences qu'il faut lui associer en termes d'évolution des paysages. Les vestiges se succédant les uns aux autres, l'hypothèse de périodes d'emprises et de déprises humaines pouvait être évoquée. Mais selon la malacologie, la végétation arborée étant totalement absente de la base aux sommet des stratigraphies, cette zone demeure

dédiée aux prairies, aux champs ou encore à des pelouses. A Lavérune ou à la Céreirède, il apparaît que ce large secteur, riche en moyens de subsistance, a été investi et aménagé par l'ensemble des populations depuis 8000 ans. On peut alors définir ces paysages, non plus comme des géosystèmes mais comme des anthroposystèmes, la notion de territoire devenant l'axe de réflexion et de compréhension du peuplement en Languedoc oriental pour la géoarchéologie.

3 - Du territoire à l'habitat : une approche des relations sociétés/sols par la micromorphologie

A - Les modes d'usage des sols au Néolithique, un enjeu de la géoarchéologie

- 21 L'approche géoarchéologique des relations sociétés/sols revêt un enjeu particulier pour le Néolithique. Cette période marque un changement profond d'ordre socio-économique avec l'expansion puis le développement des communautés agro-pastorales, la sédentarisation, le passage à une économie de production ou encore l'apparition des villages et du monumentalisme funéraire (Demoule, 2007 ; Jallot, 2007 ; Laporte *et al.*, 2011). Ce changement conduit à s'interroger sur la manière dont ces premières sociétés paysannes se sont appropriées les sols et en ont fait usage. Pour y répondre, l'enquête géoarchéologique relève d'une lecture anthropologique des processus de formation de la stratigraphie qui se fonde ici, sur les principes de la micromorphologie des sols et des sédiments archéologiques (Courty *et al.*, 1989 ; Wattez, 1992 ; Gé *et al.*, 1993 ; Goldberg, Macphail, 2006 ; Cammas, Wattez, 2009 ; Nicosia et Stoops dir., 2017). L'identification des interactions entre processus naturels et anthropiques relève d'un *continuum* d'observations depuis le terrain jusqu'en lames minces, aux échelles microscopiques. Elle s'appuie sur la notion de microfaciès sédimentaires culturels (Cammass, Wattez, 2009).
- 22 Les recherches menées dans ce domaine, dès le début des années 1980, ont montré la capacité de cette démarche à déchiffrer les archives sédimentaires des sites néolithiques et leur importance pour comprendre les modes d'occupation des sols selon les activités. Elles ont, par exemple, permis de documenter les pratiques pastorales au Néolithique ancien et moyen, en identifiant les sols de parcage et de stabulation, le régime alimentaire des troupeaux ainsi que l'usage du feu comme technique d'assainissement de ces espaces (Wattez *et al.*, 1990 ; Macphail *et al.*, 1997 ; Beeching *et al.*, 2000 ; Boschian, Montagnari-Kokelj, 2000 ; Sordoillet, 2009). Dès le début des années 1990, cette approche de la géoarchéologie a été pleinement intégrée aux projets de diagnostic et de fouille de l'archéologie préventive. La multiplication des fenêtres d'étude a conduit à enrichir les modèles sédimentaires des dynamiques d'occupation, ouvrant sur une meilleure compréhension des systèmes d'activités, de l'organisation et de la gestion de l'espace au cours du Néolithique.
- 23 Aujourd'hui, les avancées de ces recherches portent sur différents aspects de la vie des sociétés néolithiques, comme les modalités d'implantation de l'habitat (Onfray 2017), l'emploi de la terre crue dans la construction et les techniques constructives qui s'y rapportent (Wattez, 2009 ; Sénépart *et al.*, 2015 ; Onfray, 2017 ; Wattez *et al.*, 2018), ou encore l'organisation de l'espace domestique associé à des cours (Onfray, 2019). Elles montrent que la micromorphologie fournit non seulement des informations locales sur

la fonction d'un espace ou d'une structure mais également une image plus globale de l'occupation, de son cadre spatio-temporel et de son environnement.

- 24 L'ensemble des données acquises au fil de ces recherches offre la possibilité d'appréhender les modes d'usage et dynamiques d'occupation des sols, dès le Néolithique ancien, que ce soit à l'échelle du territoire ou à celle de l'habitat. Le sol est abordé ici sous un angle fonctionnel, comme source de production agricole, comme support de l'espace bâti et comme ressource exploitée pour la construction. Il est exploré à partir de deux documents stratigraphiques : les sols d'occupation et les structures de terre crue. Leur caractérisation est menée selon deux types d'analyse. La première, fonctionnelle, repose sur l'identification de microfaciès définis par des organisations sédimentaires liées à différentes activités qu'elles soient domestiques, artisanales ou funéraires, qu'elles dépendent, au sein de l'habitat, de l'espace privé ou collectif, ou encore du territoire (Macphail *et al.*, 2016 ; Nicosia et Stoops dir., 2017). La seconde, technologique, s'intéresse aux modes de production de la construction en terre crue. Elle vise à restituer la séquence d'opérations allant de l'acquisition de la matière première à sa mise en œuvre (Cammass, 2003 ; Wattez, 2009 ; Onfray, 2017 ; Friesem *et al.*, 2017 ; Mylona, 2018 ; Wattez *et al.*, 2018 ; Cammass, 2018), suivant le concept de chaîne opératoire défini en technologie culturelle (Cresswell, 1976). Elle se fonde sur la reconnaissance de microfaciès liés aux procédés d'élaboration des faits architecturaux (murs et sols). Chaque étape est exprimée par un ensemble d'indicateurs micromorphologiques, qui permettent de caractériser l'origine des matériaux employés, leurs modes de préparation, de façonnage et de mise en place.
- 25 La réflexion s'appuie sur les données micromorphologiques acquises sur un vaste corpus de sites, établis dans des contextes géomorphologiques et pédologiques divers, qui appartiennent aux différents horizons culturels du Néolithique. Les exemples choisis pour illustrer notre propos sont des sites à stratigraphie peu différenciée, dont l'occupation est attribuée au Néolithique ancien pour le site de Méré (Yvelines), au Néolithique moyen pour le site de L'Isle Adam (Oise) et au Néolithique final pour le Camp de Sarlier (Aubagne, Bouches-du-Rhône) (figure 2). Le site néolithique moyen des Hauts de l'Orne (Fleury-sur-Orne, Calvados), lui, fait partie de la catégorie des sites dits « arasés ». Dans cette nécropole, établie en bord de plateau calcaire, seul un des tertres qui recouvraient les sépultures est partiellement conservé sous un chemin moderne.

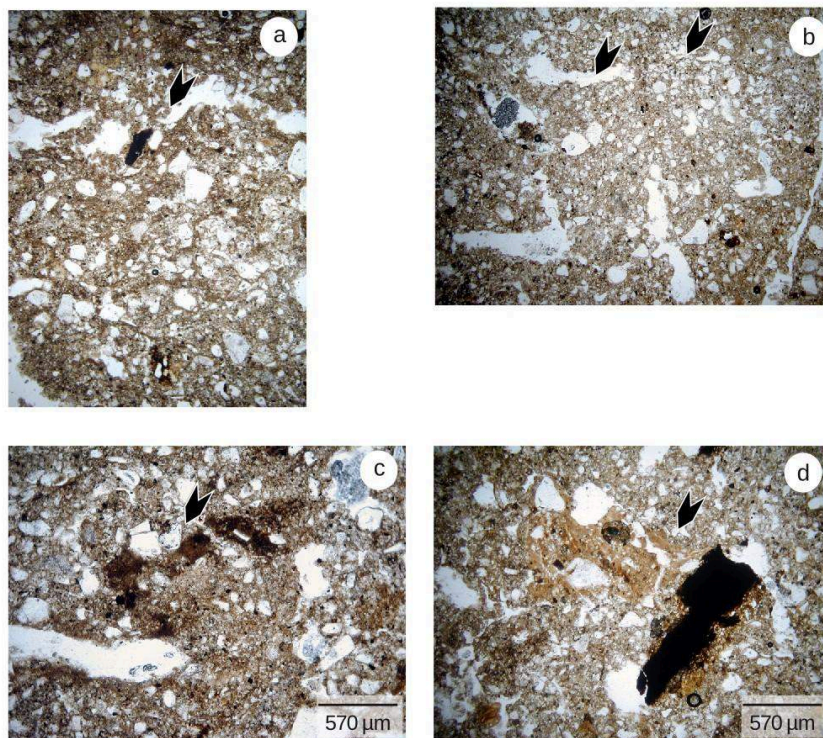
B - L'exploitation du territoire : le sol, source de production agricole

- 26 Pour certains pédologues, le début des effets des activités humaines sur l'évolution des sols serait lié à l'expansion des sociétés du Néolithique ancien et serait attribué aux activités agro-pastorales (Langhor, 2001). Leurs recherches tendent à montrer que ces dernières ont entraîné de profondes modifications qui ont pu réorienter la pédogenèse (par ex. Kalis *et al.*, 2003). Cependant, les témoins archéologiques directs du travail du sol sont le plus souvent discrets d'un point de vue morpho-sédimentaire. En revanche, les indicateurs micromorphologiques sont bien connus et ont été décrits à partir d'études expérimentales (Gebhardt, 1995 ; Macphail *et al.*, 1990) et identifiés en contexte archéologique, dès le Néolithique (Deack *et al.*, 2017). Les recherches géoarchéologiques menées en archéologie préventive ont permis d'identifier des sols cultivés dans deux sites datés du Néolithique ancien, celui des Ouchettes (Charentes) et celui de Méré (Yvelines) (Cammass, 2002 ; Cammass, Wattez, 2009).

27 Le site de Méré a été expertisé au cours d'un diagnostic archéologique (Harlé, 2007). Les sondages ont mis en évidence une stratification peu différenciée qui s'inscrit dans un contexte de luvisol. La première phase d'occupation appartient au Néolithique ancien. Elle est matérialisée par une couche comportant une concentration peu dense de vestiges (tessons de céramique, éléments lithiques), située à la base d'un horizon éluvié. D'un point de vue morpho-sédimentaire, elle présente une structure grumeleuse « pseudo-litée » alternant avec des zones à structure lamellaire. La microstratigraphie montre que ces caractéristiques correspondent à une séquence de petits sols d'origine colluviale (figure 11a). La sédimentation résulte d'apports latéraux, de texture fine (limono-sableuse) et de faible amplitude (centimétrique), produits par des ruissellements superficiels diffus et de courte distance. L'empoussièrement de la masse fine et la présence de quelques petits vides racinaires montrent que ces sols sont stabilisés par un couvert végétal bas et erratique (figure 11a). La surface de ces sols est déstructurée par des remaniements mécaniques peu profonds, interprétés comme la conséquence du travail du sol. Ils sont exprimés par un ensemble de traits produits par les pratiques agricoles (Deack *et al.*, 2017). Les croûtes de surface (croûte de battance et croûte structurale) sont fracturées et basculées, voire déplacées, évoquant une désagrégation sous l'impact d'outil (figure 11b et c). Les croûtes de battance sont limono-sableuses ou limono-argileuses et riches en particules végétales humifiées et carbonisées (agricutanes). Elles sont formées par des ruissellements sur des sols partiellement dénudés (« flaques »). La séquence microstratigraphique révèle ainsi plusieurs épisodes qui attestent d'un travail régulier du sol. La présence de petits débris de torchis et de charbons de bois signale la proximité d'une structure d'habitat (figure 11d). L'espace matérialisé par ces sols reflète une portion de territoire exploité par ces premières communautés agricoles.

Figure 11 - Méré (Yvelines)

a) sol cumulique composé de petits horizons superficiels colonisés par un couvert végétal bas : racine carbonisée (flèche) ; b) agrégats fracturés et basculés par le travail du sol (flèche) ; c) débris de croûte de battance argilo-poussièreuse cassés et déplacés par le travail du sol (flèche) ; d) débris de torchis (flèche) Mpol, LPNA



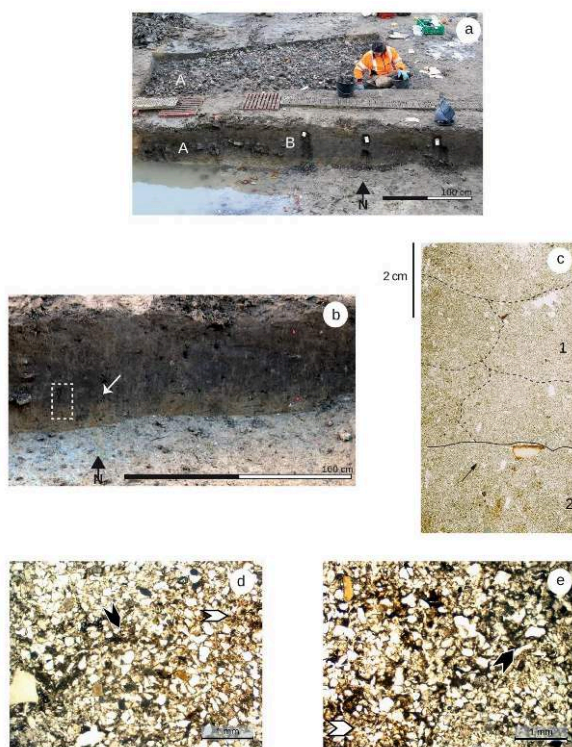
Clichés et DAO : J. Wattez

C - Le sol, support du bâti

- 28 Les modalités d'implantation de l'habitat domestique ou funéraire restent encore peu décrites pour le Néolithique. La transition entre les formations pédo-sédimentaires « naturelles » et la stratification archéologique est parfois marquée par des limites abruptes, accompagnées d'incisions anguleuses, comme dans le cas du tertre du Chemin de la Lande (Claracq, Pyrénées-Atlantiques) (Chopin *et al.*, 2013). Elles signalent des *hiatus* dont l'origine est souvent attribuée à des phénomènes d'érosion antérieurs à l'occupation. De telles discontinuités stratigraphiques ont été reconnues sur plusieurs sites d'habitat de la fin du Néolithique dans la région centre-ouest de la France. L'étude micromorphologique a montré qu'elles étaient la conséquence de remaniements mécaniques liés à des opérations de terrassement préalables à la construction des bâtiments (Onfray, 2017).
- 29 C'est également le cas de l'habitat néolithique moyen de l'Isle Adam (Oise), installé sur la rive gauche de l'Oise. Un des bâtiments est matérialisé par un sol empierré qui est délimité à l'est par les restes d'une élévation en terre massive (figure 12a). On observe une limite abrupte entre la séquence archéologique et l'horizon alluvial sous-jacent (figure 12b). L'organisation sédimentaire de la partie supérieure de cet horizon présente les caractéristiques d'un remblai (figure 12c et d). Il est constitué d'un mélange grossier d'agrégats anguleux, hérités des dépôts alluviaux antérieurs à l'occupation et de sols alluviaux aux degrés d'évolution pédologique différents (figure 12d). Ce remblai constitue le témoignage indirect d'opérations de terrassement. Elles ont été effectuées à partir d'un fluvisol brunifié et anthropisé, tronquant également les formations plus anciennes. Les rejets d'activités sont occasionnels mais diversifiés :

esquilles d'os brûlées (300 à 500 µm de section) et charbons de bois anguleux infra-millimétriques. Le sommet du remblai est structuré par les effets mécaniques du piétinement (distribution linéaire des agrégats, porosité subhorizontale) (figure 12c). La surface est marquée par des incisions anguleuses et fines qui sont interprétées comme des traces de nivellement. C'est sur ce remblai que s'installe l'occupation, avec notamment la mise en place d'un petit bâtiment matérialisé par un sol composé d'un radier de pierres et par un reste d'élévation édifié en terre massive.

Figure 12 - L'Isle Adam (Oise)



a) Vue générale du bâtiment néolithique moyen en cours de fouilles (cliché R. Blaser) : sol empierré vue en plan et en coupe (A) ; reste d'élévation (B) ; b) transition abrupte entre la séquence stratigraphique et l'horizon alluvial (flèche), localisation du prélèvement micromorphologique (cliché J. Wattez) ; c) séquence microstratigraphique : remblai (1), fissures subhorizontales (flèche) et base de l'élévation en terre massive formée de mottes emboîtées (2) (scan de lame mince, cliché, J. Wattez) ; d) détail du remblai : assemblage d'agrégats alluviaux argilo-sableux engorgés (flèche blanche), d'agrégats alluviaux sableux et d'agrégats de fluvisol brunifié riche en particules charbonneuses (flèche noire) (MPol, LPNA, cliché J. Wattez) ; e) Élévation, détail d'une motte : assemblage d'agrégats travaillés issus de formations alluviales (flèche blanche) et de sol anthropisé (flèche noire) (MPol, LPNA, cliché J. Wattez)

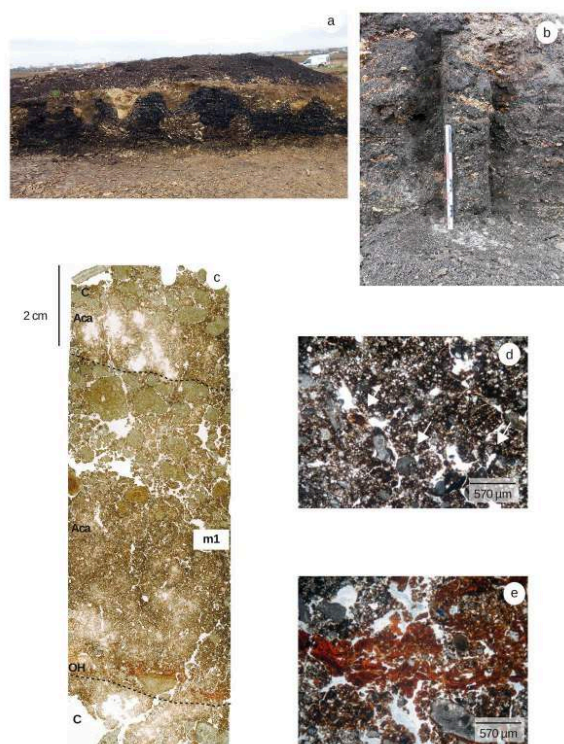
D - Le sol, une ressource pour la construction

- 30 Différents faits architecturaux, comme des restes de bâtiments, des segments de mur isolés ou encore des sols aménagés ont été mis au jour dès le Néolithique ancien dans les régions du sud et du nord-ouest de la France (de Chazelles, 2005 ; Gutherz *et al.*, 2011 ; Laporte *et al.*, 2015 ; Sénépart *et al.*, 2015 ; Leal, 2018). Ces découvertes ont apporté un nouvel éclairage sur l'architecture néolithique, tant pour la sphère domestique que funéraire. La terre massive, la terre modelée et la terre découpée sont les trois procédés de construction des murs qui ont pu être identifiés (Berthet et Ferrier, 2003 ; Wattez,

2003, 2009 ; Onfray, 2017 ; Sendra 2018). L'approche technologique a permis de distinguer des variations au sein d'une même technique constructive et de mettre en évidence différents modes d'aménagement des sols comme les chapes, les épandages ou les pavements (Wattez *et al.*, 2018). La constante qui se dégage, en revanche, est celle de l'emploi de ressources locales, exploitées sur le lieu même de la construction.

- 31 Les sites des Hauts de l'Orne (Fleury-sur-Orne, Calavados) et de L'Isle Adam (Oise) témoignent de l'emploi de sédiments issus des opérations de terrassement, préalables à l'implantation du bâti. La nécropole néolithique moyen des Hauts de l'Orne domine la vallée de l'Orne. Un des monuments funéraires est édifié en partie en terre découpée (« mottes de gazon ») (figure 13a). Les restes de murs se composent d'une succession de couches lenticulaires, de texture fine, brun noir, alternant avec des lits de plaquettes calcaires (Ghesquière *et al.*, 2015) (figure 13b). Ces couches présentent les propriétés micromorphologiques d'un rendosol (rendzine) et en ont conservé l'horizonation (figure 13c). Les couches limono-argileuses brun noir correspondent à l'horizon organo-minéral et les lits graveleux à des fragments de l'horizon d'altération du substrat calcaire. L'organisation pédologique est légèrement déstructurée par les opérations de prélèvement, de transport et de dépôt (figure 13d). Dans le cas de la première assise, les mottes sont en position inversée par rapport au profil pédologique, comme le montre l'orientation de l'horizon humifère, partiellement conservé et matérialisé par des racines décomposées (figure 13e). A l'Isle Adam, le reste de l'élévation du bâtiment néolithique moyen est édifié selon la technique de la terre massive. Il est constitué d'un empilement de mottes façonnées (figure 12c) à partir de sédiments issus des horizons terrassés lors de l'installation de l'habitat (formations alluviales et sols d'occupation) (figure 12 e).

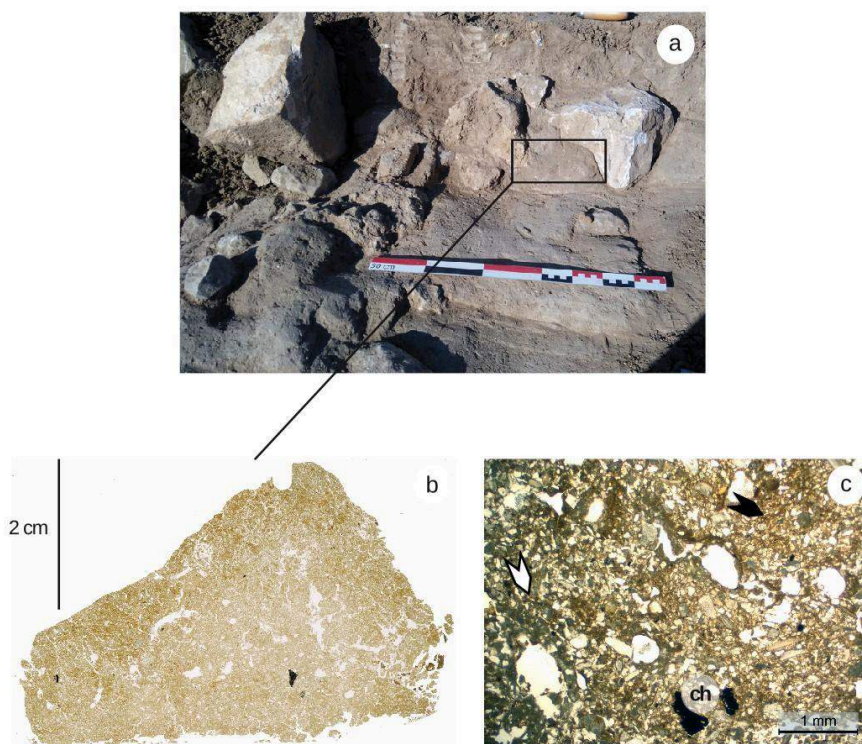
Figure 13 – Les Hauts de l’Orne (Fleury-sur-Orne, Orne)



a) vue en coupe du monument funéraire conservé (cliché J. Wattez) ; b) détail de la stratification du mur édifié en « mottes de gazon » (cliché J. Wattez) ; c) Microstratigraphie de la base du mur : assemblage de mottes ayant conservé l'horizonation du rendosol, à noter la position inversée de la motte M1 avec à la base l'horizon supérieur organique (OH) et l'horizon d'altération au sommet (C) (scan de lame mince, cliché J. Wattez, Inrap) ; d) remaniements mécaniques liés à la mise en œuvre : fissures liées à la compaction lors du dépôt (flèche) (MPol, LPNA) (cliché J. Wattez) ; e) liseré rouge : restes végétaux fortement décomposés et déstructurés par la mise en œuvre (MPol, LPNA) (cliché J. Wattez)

- 32 L'exemple d'un bâtiment néolithique final du Camp de Sarlier, dans la plaine alluviale de l'Huveaune (Aubagne, Bouches-du-Rhône) illustre l'utilisation de matériaux provenant de sols d'occupation et de l'extraction de sédiments lors creusement de fosses et de fossés. Les restes architecturaux se composent de deux murs dont seule la base est conservée. L'un d'entre eux est édifié avec des briquettes modelées agencées à des blocs de calcaire (figure 14a et b). La terre à bâtir a été préparée avec un mélange de limons sableux issus d'un horizon alluvial carbonaté antérieur à l'occupation et de limons argilo-sableux provenant d'un sol alluvial décarbonaté et anthropisé (figure 14c), contemporain de l'occupation.

Figure 14 - Le Camp de Sarlier (Aubagne, Bouches-du-Rhône)



a) détail de la base d'un mur édifié en pierres et en briques modelées en terre crue (cliché I. Sénépart) ; b) coupe transversale d'une brique modelée (scan de lame mince) (cliché J. Watzetz) ; c) détail de la terre à bâtir : assemblage d'agrégats travaillés issus d'un horizon alluvial carbonaté (flèche blanche) et de sol d'occupation, décarbonaté (flèche noire), comportant de petits fragments de charbons de bois (ch) (MPol, LPNA) (cliché J. Watzetz)

- 33 Il ressort de ces différents exemples que les modalités d'appropriation et d'usage des sols ont entraîné des transformations irréversibles dès le Néolithique (terrassements, extraction de matières premières...) mais qui ne sont pas exclusivement le fait des pratiques agricoles. Le territoire apparaît exploité dès le Néolithique ancien, mais la place et la surface des espaces cultivés, comme leur distance par rapport à l'habitat domestique restent à déterminer. Les travaux d'implantation et de construction du bâti illustrent un autre volet des modes d'usage des sols, à des fins économiques. Ils rendent également compte de l'espace investi par les populations au sein du territoire.

4 - Vers de nouveaux enjeux ?

- 34 La géoarchéologie a été longtemps conçue comme une approche, souvent climato-centrée, destinée à restituer l'histoire des paléoenvironnements autour des sites archéologiques. Pourtant, dans ses premiers développements, un de ses objectifs principaux concernait, à travers l'étude des processus de formation des sites (*site formation processes*), la part culturelle des enregistrements sédimentaires archéologiques (Butzer, 1982 ; Schiffer, 1983, 1987).
- 35 Aujourd'hui, à l'aune des recherches menées depuis une trentaine d'années en archéologie préventive en France, la géoarchéologie est devenue une discipline à part entière, construite sur une base transdisciplinaire. Elle met le territoire et ses

composantes au cœur de sa problématique, centrée sur les relations sociétés/paysages. Elle apporte ainsi un nouveau regard sur les modes de peuplements, d'adaptation et de gestion de leur environnement, depuis les premières communautés paysannes jusqu'aux sociétés industrielles.

- 36 Désormais, les enjeux de la géoarchéologie sont doubles. Il s'agit d'abord de poursuivre et d'approfondir les recherches sur l'organisation d'un territoire et de ses relations avec l'habitat, en passant de l'échelle locale à l'échelle régionale. Un de ses objectifs est de comprendre, à partir des archives pédo-sédimentaires archéologiques, les processus évolutifs qui ont conduit à transformer le milieu en espace rural, défini par un territoire polarisé par le village ou la ville. Cet enjeu a pour corollaire la question des modalités d'anthropisation des sols et donc du paysage. La finalité est de décrire les mécanismes liés à l'émergence de l'Anthropocène ou du Paléanthropocène (par ex. Foley *et al.*, 2013, Disdier et Lussault dir., 2021), en mesurant la nature, l'intensité et la variabilité spatio-temporelle des pratiques socio-économiques sur les pédo-paysages.
- 37 La géoarchéologie apporte, en effet, un éclairage intéressant et une réflexion nourrie sur les débats foisonnant autour de l'Anthropocène (Crutzen, Stoermer, 2000 ; Crutzen, 2002 ; Zalasiewicz *et al.*, 2019) et des anthroposystèmes (Lévêque *et al.*, 2003 ; Carcaud, 2004 ; Castanet, 2008), mettant en perspective, dans le contexte actuel du changement global, les dynamiques socio-environnementales révélées en contexte archéologique (Berger, 2015 ; Purdue, Berger, 2015).

BIBLIOGRAPHIE

- Albarella U., 2001 - *Environmental archaeology: meaning and purpose*. Kluwer, Dordrecht, 315 p.
- Arnaud-Fassetta G., Carcaud N., Castanet C., Salvador P., 2010 - Fluviale palaeoenvironments in archaeological context: Geographical position, methodological approach and global change – Hydrological risk issues. *Quaternary International*, 216, 93-117.
- Baize D., Girard M.-C., 2009 - *Référentiel pédologique 2008*, Association française pour l'étude des sols, Collection Savoir-faire, Editions QUÆ, 405 p.
- Beeching A., Berger J.-F., Brochier J.-L., Ferber F., Helmer D., Sidi Maamar H., 2000 – Chasséens : agriculteurs ou éleveurs, sédentaires ou nomades ? Quels types de milieux, d'économies et de sociétés?, in Leduc M., Valdeyron N., Vaquer J. (dir.), *Sociétés et espaces*, Rencontres Méridionales de Préhistoire récente. Troisième session, Toulouse, 1998, Editions Archives d'Ecologie Préhistorique, Toulouse, 59-79.
- Berger J.F., 2015 - *Approche socio-environnementale du Néolithique à l'Anthropocène : quelques études intégrées de la vallée du Rhône aux milieux nord-méditerranéens*, Habilitation à Diriger des Recherches, Lyon, 2 vol., 793 p.
- Berger J.-F., Brochier J.-E., Bravard J.-P., 2000 - La Géoarchéologie en France : définition et champs d'application, *Les Nouvelles de l'archéologie*, 81, 3, 37-47.

- Berthet A.-L., Ferrier C., 2003 - Le tumulus du Cruchaud à Sainte-l'Heurine, Charente-Maritime ; II. Apports de l'étude micromorphologique, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 100, 2, 2003, 315-322.
- Blanchemanche P., 2000, - La plaine de Lattes du XIIIe au XIXe siècle, Dynamique naturelle et mise en valeur, *Lattara*, 13, 198 p.
- Borderie Q., Banerjea R., Bonnet S., Devos Y., Nicosia C., Petit C., Salomon F., Schneider N., Wouters B., Wuscher P., 2020 - Géoarchéologies des contextes urbains : mieux comprendre les modalités d'artificialisation des géosystèmes. *Archimède*, 141-157.
- Boschian G., Montagnari-Kokelj E., 2000 - Prehistoric shepherds and caves in the Trieste Karst (Northeastern Italy), *Geoarchaeology*, 15, 331-371.
- Brochier J.-L., 1988 - Les sédiments : documents archéologiques, *Les Nouvelles de l'Archéologie*, 31, 15-17.
- Burnouf J., Ayala G., Bernard V., Bridault A., Cammas C., Castanet C., Chouquer G., Drucker D., Fouillet N., Jorda C, Le Digol Y., Wattez J., 2007 - Des milieux et des hommes : méthodes d'étude en archéologies environnementales, in Demoule J.-P. (dir.), *L'archéologie préventive dans le monde*, Paris, La Découverte, 115-130.
- Butzer K., 1971 - *Environment and Archaeology: an ecological approach to prehistory*, Aldine, Chicago.
- Butzer K.W., 1982 - *Archaeology as human ecology*, Cambridge University Press. New York, 364 p.
- Cammass C., 2002 - Etude micromorphologique, in Laporte L. et Picq C. (dir.) - Les occupations néolithiques du vallon des Ouchettes (Plassay, Charente-Maritime), *Gallia Préhistoire*, 44, 2002, 13-18.
- Cammass C., 2003 - L'architecture en terre crue à l'âge du Fer et à l'époque romaine : apports de la discrimination micromorphologique des modes de mise en oeuvre, in Chazelles de C.-A., Klein A. (dir.), *Échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue, 1, Terre modelée, découpée ou coffrée : matériaux et modes de mise en oeuvre*, Actes de la table ronde de Montpellier, 17-18 novembre 2001, Montpellier, éd. Espérou, 33-53.
- Cammass C., 2018 - Micromorphology of earth building materials: Toward the reconstruction of former technological processes (Protohistoric and Historic Periods), *Quaternary International*, 483, 160-179.
- Cammass C., Wattez J., 2009 - L'approche micromorphologique : méthode et application aux stratigraphies archéologiques, in Bravard J.P., Cammass C., Nehlig P., Poupet P., Salvador P.G., Wattez J. (dir), *La géologie, les sciences de la terre appliquées à l'archéologie*, Editions Errance, Collection Archéologiques, 181-216.
- Carcaud N., 2004 - *D'espace et de temps : un itinéraire de recherche et d'enseignement sur les anthroposystèmes fluviaux*, Habilitation à Diriger des Recherches, Vol. 2, Angers, 216 p.
- Castanet C., 2008 - *La Loire en val d'Orléans. Dynamiques fluviales et socio-environnementales durant les derniers 30000 ans : de l'hydrosystème à l'anthroposystème*. Thèse de doctorat, Paris, Université Paris I Panthéon-Sorbonne.
- Chazelles C.-A. de, 2005 - Les architectures en terre crue du Sud de la France aux Âges des Métaux (Bronze final-Âge du Fer), in Buschenschutz O. et Mordant C. (dir.), *Architectures protohistoriques en Europe occidentale du Néolithique final à l'Âge du Fer*, Actes 127^e Congrès national des sociétés historiques et scientifiques, Nancy 2002, Paris, éd. du CTHS, 25-39.

- Chopin J.-F., Allenet De Ribemont G., 2013 - A 65 - Claracq (64), Chemin de la Lande : rapport de fouilles, Rapport final d'opération de fouilles préventives, Bordeaux, Inrap Grand-Sud-Ouest/Service Régional de l'Archéologie, 133 p.
- Courty M.A., Goldberg P., Macphail R., 1989 - *Soils and micromorphology in archaeology*, Cambridge, Cambridge University Press., 344 p.
- Creswell R., 1976 - Techniques et culture, les bases d'un programme de travail, *Techniques et culture* 1, 7-59.
- Crutzen P., 2002 - Geology of Mankind. *Nature*, 415, 6867, 23.
- Crutzen P., Stoermer, E., 2000 - The Anthropocene. *Global Change Newsletter*, 41, 17-18.
- Daveau I., (dir.), 2007 - *Port Ariane (Lattes, Hérault) : Construction deltaïque et utilisation d'une zone humide lors des six derniers millénaires*, Lattara, 20, Édition de l'Association pour le Développement de l'Archéologie en Languedoc-Roussillon), 169-174.
- Deák J., Gebhardt A., Lewis H., Usai M. R., Heejin L., 2017 - Soils Disturbed by Vegetation Clearance and Tillage, in Nicosia C., Stoops G. (dir.), *Archaeological Soil and Sediment Micromorphology*, Hoboken, Wiley-Blackwell, 233-264.
- Demoule J.-P., 2007 - La révolution néolithique en France, Paris, La Découverte, 179 p.
- Deschott L., Salvador P.-G., 2003 - Contribution à la connaissance du paléoenvironnement de la vallée de la Deûle (Nord, France) : approche stratigraphique. *Revue du Nord*, 353, 23-33.
- Devillers B., Provansal M., Morhange C. 2006 - Morphogenèse et détritisme holocène en milieu semi-aride : le bassin versant du Galias (Chypre), in *Actes de la Table Ronde en l'honneur de René Neboit-Guilhot, « L'érosion entre Société, Climat et Paléoenvironnement »*, Clermont-Ferrand, Presses Universitaires Blaise Pascal (Nature et Sociétés), 407-415
- Dincauze D.F., 2000 - *Environmental archaeology: principles and practice*. Cambridge University Press, 587 p.
- Disdier V. et Lussault M. (dir.), 2021 - Néolithique Anthropocène. Dialogue autour des 12000 dernières années. *Collection « A partir de l'Anthropocène »*, Editions 205, Ecole urbaine de Lyon, Lyon, 96 p.
- Foley S.F., Gronenborn D., Andreae M.O., Kadereit J.W., Esper J., Scholz D., Ulrich Pöschl U., Dorrit E. Jacob, Schöne Bernd R., Schreg R., Vött A., Jordan D., Lelieveld J., Weller C. G., Alt K. W., Gaudzinski-Windheuser S., Bruhn K.-C., Tost H., Sirocko F., Crutzen P. J., 2013 - The Palaeoanthropocene - The beginnings of anthropogenic environmental change. *Anthropocene*, 3, 83-88.
- French C., 2003 - *Geoarchaeology in action: Studies in soil micromorphology and landscape evolution*, New York, Routledge, 280 p.
- Friesem D.E., Wattez J., Onfray M., 2017 - Earth construction materials. In Nicosia, C., Stoops, G. (Ed), *Archaeological Soil and Sediment Micromorphology*, John Wiley & Sons, Chichester, 99-110.
- Gé T., Courty M.-A., Matthews W., Wattez J., 1993 - Sedimentary formation processes of occupation surfaces, in: Goldberg P, Nash D.T., Petraglia M.D. (Eds) *Formation processes in archaeological context*, Prehistory Press, Madison, 149-163.
- Gebhardt A., 1995 - Soil micromorphological data from traditional and experimental agriculture, in Barham T., Macphail R.I. (dir.), *Archaeological Sediments and Soils, Analysis, Interpretation and Management*, London, Archetype Books, 25-40.

- Ghesquière E., Giazon D., Wattez J., 2015 - Construction en terre crue au Néolithique moyen I, le tertre du monument 29 de Fleury-sur-Orne, *Archéopages*, 42, 28-35.
- Gladfelter B.G., 1977 - Geoarchaeology: The geomorphologist and archaeology. *American Antiquity*, 42, 519-538.
- Godelier M., 1984 - *L'idéal et le matériel : pensée, économiques, sociétés*, Paris, éd. Fayard, 348 p.
- Goldberg P., Holliday V.T., Ferring C.R., 2001 - *Earth sciences and archaeology*, New York, Kluwer-Plenum, 513 p.
- Goldberg P., Macphail R.I., 2006 - *Practical and theoretical geoarchaeology*. Blackwell Science, Oxford, 454 p.
- Goldberg P., Macphail R.I., 2008 - Formation processes, in Pearsall D.M. (Ed.) *Encyclopedia or Archaeology*, Academic Press, 3, 2013-2017.
- Goudie, A.S., 1976 - Geography and prehistory, a survey of the literature with a select bibliography. *Journal of Historical Geography*, 2, 3, 197-205.
- Grayson, D.K., 1990 - The provision of time depth for paleoanthropology, in Laporte L.F. (dir.), Establishment of a geologic framework for paleoanthropology. *Geological Society of America*, Special Paper, 242, 1-13.
- Grezel N., 1972 - La notion de site. Mythe et ambiguïté, *Architecture d'Aujourd'hui*, 164, 25-26.
- Gutherz X., Jallot L., Borgnon C., Wattez J., Roux J.-C., Thouvenot Y., Orgeval M. et coll., 2011 - L'habitat néolithique final de la Capoulière IV (Mauguio, Hérault) : présentation des principaux résultats 2004-2007, in Sénépart I., Perrin T., Thirault E., Bonnardin S. (dir.), *Marges, frontières et transgressions. Actualité de la recherche*, Actes des 8^e Rencontres Méridionales de Préhistoire Récente, Marseille, 2008, Archives d'écologie préhistorique, Toulouse, 413-438.
- Harlé S., Konik S., Durand J., Praud Y., Saulière N., Wattez J., 2007 - *Méré, Gare-Poste Electrique (Yvelines)*, Rapport de Diagnostic archéologique, Inrap.
- Jallot L., 2007 - Les sociétés néolithiques, in Demoule J.-P. (dir.) *L'archéologie préventive dans le monde, Apports de l'archéologie préventive à la connaissance du passé*, La Découverte, 28-41.
- Jorda C., Martin S., Wattez J. - 2019 6500 ans d'occupation humaine entre plaine alluviale et versant : la construction des paysages du Mésolithique à la fin de l'Antiquité, sur le site du Pouget à Lavérune, in I. Remy (dir.), *Occitanie, Hérault (34), Lavérune. ZAC du Pouget. Une occupation du Mésolithique à l'Antiquité tardive*, rapport final de fouille, Nîmes, Inrap MED, service régional de l'Archéologie, p. 81-155.
- Jorda C., 2007 - Morphogenèse alluviale et paléogéographie d'un paysage deltaïque : Le cas de Port Ariane (Lattes), in Daveau I. (dir.), *Port Ariane (Lattes, Hérault) : Construction deltaïque et utilisation d'une zone humide lors des six derniers millénaires*, Lattes, Édition de l'Association pour le Développement de l'Archéologie en Languedoc-Roussillon (Lattara, 20), 41-81.
- Jorda C., Jung C., 2002 - Ruptures et mutations dans la basse plaine du Lez depuis le Chasséen Une approche interdisciplinaire entre morphogenèse et peuplement. La fouille archéologique de Port Ariane, *Equilibres et rupture dans les écosystèmes depuis 20000 ans en Europe de l'Ouest*, Colloque international (Besançon, 2000), Besançon, Presses Universitaires Franc-Comtoises, 191-203.
- Jung C. (dir.), 2017 - Céreirède Maera (Hérault (34), Lattes, *Rapport final d'opération de fouilles préventives*, Nîmes, Inrap Occitanie/Service Régional de l'Archéologie, 84 p.

- Kalis A.J., Merkt J., Wunderlich J., 2003 - Environmental changes during the Holocene climatic optimum in central Europe-human impact and natural causes, *Quaternary Science Reviews*, 22, 1, 33-79.
- Laporte L., Jallot S., Sohn M., 2011 - Mégalithismes en France : nouveaux acquis et nouvelles perspectives de recherches, *Gallia Préhistoire*, 53, 289-334.
- Laporte L., Bizien-Jaglin C., Wattez J., Guyodo J.-N., Barreau J.-B., Bernard Y., Aoustin D., Guitton V., Hamon G., Jallot L., Lucquin A., March R., Marcoux N., Mens E., Solet L., Werthe E., 2015 - Another brick in the wall: fifth millennium BC earthen-walled architecture on the Channel shores, *Antiquity*, 89, 346, 800-817.
- Leal E., Tchéremissinoff Y., Seguin M., Wattez J., 2018 - Méthodologie appliquée aux vestiges architecturaux en terre crue de la maison sur cave fini-néolithique du site de Mas Rouge (Montpellier, Hérault, France), in Lemerrier O., Sénépart I., Besse M., Mordant C. (dir.), *Habitations et habitat du Néolithique à l'âge du Bronze en France et ses marges*, Actes des IIe Rencontres Nord/Sud de Préhistoire récente, Dijon, 2015, Archives d'écologie préhistoriques, Toulouse, 335-340.
- Lévêque C., Muxart T., Abbadie L., Weill A., Leeuw S.v.d., 2003 - L'anthroposystème : entité structurelle et fonctionnelle des interactions sociétés-milieux. Quelles natures voulons-nous ? Pour une approche socio-écologique du champ de l'environnement. Actes du colloque du PEVS, Lille, novembre 2001. Elsevier, Paris, 11-14
- Karkanias P., Goldberg P., 2017 - *Reconstructing Archaeological Sites: Understanding the Geoarchaeological Matrix*, Hoboken, Wiley Backwell, 296 p.
- Lefebvre H., 1974 - *La production de l'espace*, Editions Anthropos, 512 p.
- Lespez L., 2012 - Les temps des paysages de l'environnement des vallées et des plaines littorales bas-normandes, in Lespez, L. (dir.), *Paysages et Gestion de l'eau. Sept millénaires d'histoire de vallées et de plaines littorales en Basse-Normandie*, Presses universitaires de Caen et Maison de la recherche en sciences humaines, coll. Bibliothèque du Pôle Rural , 3, 199-234.
- Macphail R.I., Courty M.A., Gebhardt A., 1990 - Soil micromorphological evidence of early agriculture in north-west Europe, *World Archaeology*, 22, 53-69.
- Macphail R. I., Bill J., Crowther J., Haită C., Linderholm J., Popovic D., Løchsen Rødsrud C., 2016 - European ancient settlements – A guide to their composition and morphology based on soil micromorphology and associated geoarchaeological techniques; introducing the contrasting sites of Chalcolithic Borduşani-Popină, Borcea River, Romania and Viking Age Heimdaljordet, Vestfold, Norway, *Quaternary International*, 460, 30-47.
- Mandel R.D. (Ed.), 2000 - *Geoarchaeology in the Great Plains*. University of Oklahoma Press, Norman, 306 p.
- Martin s., 2014 - Les analyses malacologiques des sites du Néolithique ancien de la plaine de Nîmes (Gard, France), in *Le Néolithique ancien de la plaine de Nîmes (Gard, France)*, Toulouse, Archives d'Écologie Préhistorique, 175-190.
- Martin S., Magnin F., 2006 - Gastéropodes terrestres et anthropisation : peut-on distinguer le signal anthropique du signal climatique à l'Holocène ? Exemples du domaine méditerranéen français, in *Actes de la Table Ronde en l'honneur de René Neboit-Guilhot, « L'érosion entre Société, Climat et Paléoenvironnement »*, Clermont-Ferrand, Presses Universitaires Blaise Pascal (Nature et Sociétés), 285-290.

- Montagne D., 2006 - *Impact de la mise en culture et du drainage sur l'évolution récente des sols : cas des luvisols dégradés de l'Yonne*, thèse de doctorat, université d'Orléans, Orléans, 252 p.
- Mylona P., 2018 - *L'approche géoarchéologique des systèmes d'occupation au PPNA à Chypre : le cas du site de Klimonas à Ayios Tychonas*, Thèse de doctorat, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 404 p.
- Nicosia C., Stoops G.(dir), 2017 - *Archaeological Soil and Sediment Micromorphology*, Hoboken, Wiley-Blackwell, 476 p.
- Onfray M., 2017 - *Du sol à la reconstitution de l'espace habité : géoarchéologie des modes d'occupation de la fin du Néolithique (3600-2250 av. n.-è.) dans le Sud-Ouest du Bassin parisien*, Thèse de doctorat, Paris, Université Paris I, Pantheon-Sorbonne Paris, 671 p.
- Onfray M., 2019 - Revisiter le paradigme du « sol néolithique disparu » : géoarchéologie des modes d'occupation de la fin du Néolithique dans le sud-ouest du Bassin parisien, le cas du site « les Grands Noyers » à Gas (Eure-et-Loir), *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 116 (1), 41-72.
- Pomel S., 2008 - *La mémoire des sols*, Pessac, Presses Universitaires de Bordeaux, 343 p.
- Purdue L., Berger J.F., 2015 - An integrated socio-environmental approach to the study of ancient water systems: the case of prehistoric Hohokam irrigation systems in semi-arid central Arizona, USA. *Journal of Archaeological Science*, 53, 586-603.
- Reitz E., Scarry M., Scudder S., 2007 - *Case studies in environmental archaeology*. Springer. 463 p.
- Renfrew C., 1976 - Archaeology and the earth sciences, in D. A. Davidson, M. L. Shackley (dir.), *Geoarchaeology: Earth Science and the Past*, Boulder, Westview Press, 1-5.
- Schiffer M.B., 1983 - Toward the identification of Formation Processes, *Society for American Archaeology*, 48, 4, 675-706.
- Schiffer M.D., 1987 - *Formation Processes of the Archaeological Record*, University of New Mexico Press, Albuquerque, NM.
- Sendra B., 2018 - Le site fontbuxien de Mitra 3, Garons (Gard), approche de la dynamique évolutive de systèmes d'enceinte, in Jallot L., Vaquer J., Ard V., Gandelin M. (dir.), *Les sites ceinturés de la préhistoire récente : nouvelles données, nouvelles approches, nouvelles hypothèses*, Archives d'écologie préhistorique, Toulouse, 55-71.
- Sénépart I., Wattez J., Jallot L., Hamon T., Onfray M., 2015 - La construction en terre crue au Néolithique : un état de la question en France, *Archéopages*, 42, 6-19.
- Sivan O., Dubesset D., Di-Costanzo H., Delanghe D., Binder D., Martin S., Figueiral I., Rodet-Belarbi I., 2021 - L'Érosion des formations superficielles de versant au néolithique moyen à Nice (Alpes-Maritimes). Signature granulométrique et poids des paramètres naturels et anthropiques. *Quaternaire*, vol. 32/1,
- Sordoillet D., 2009 - *Géoarchéologie de sites préhistoriques. Le Gardon (Ain), Montou (Pyrénées-Orientales) et Saint-Alban (Isère)*, Paris, Editions de la Maison des Sciences de l'Homme, Documents d'Archéologie française, 103, 175 p.
- Stein J.K, Farrand W.R., 2001 - *Sediments In Archaeological Context*. University of Utah Press.
- Thiébaud S., 2010 - *Archéologie environnementale de la France. La Découverte*, 177 p.
- Todisco D., Monchot H., 2008 - Bone weathering in a periglacial environment: The Tayara site (KbFk-7), Qikirtaq Island, Nunavik (Canada). *Arctic*, 61, 87-101.

Todisco D., Bhiry N., Desrosiers P.M., 2009. Paleoeskimo site taphonomy: An assessment of the integrity of the Tayara site, Qikirtaq Island (Nunavik, Canada). *Geoarchaeology: An International Journal*, 24, 743-791.

Walsh K., 1998 - Genèse et évolution de l'approche environnementale dans l'archéologie des paysages méditerranéens. *Méditerranée*, 4, 61-64.

Wattez J., 1992 - *Dynamique de formation des structures de combustion de la fin du Paléolithique au Néolithique moyen : approche méthodologique et implications culturelles*, Thèse de doctorat, Paris, Université Paris 1 Panthéon- Sorbonne, 442 p.

Wattez J., 2009 - Enregistrement sédimentaire de l'usage de la terre crue dans les établissements néolithiques du sud de la France : le cas des sites du Néolithique Final de La Capoulière 2 et du Mas de Vignoles IV, in Beeching A., Sénépart I. (dir.), *De la maison au village. L'habitat néolithique dans le Sud de la France et le Nord-Ouest méditerranéen*, Actes de la table ronde, Marseille, 2003, Paris, Société Préhistorique Française, 199-218.

Wattez J., Courty M.-A., Macphail R. I., 1990 - Burnt Organo-Mineral Deposits Related to Animal and Human Activities in Prehistoric Caves, in Douglas L. A. (dir.), *Soil Micro-Morphology: A Basic and Applied Science*, Proceedings of the VIIIth International Working Meeting of Soil Micromorphology, San Antonio, 1988, Amsterdam, Elsevier, Developments in Soil Science, 19, 431-439.

Wattez J., Peinetti A., Onfray M., Mylona P., Eddargach W., 2018 - Le second-œuvre dans les habitats de Préhistoire récente : première synthèse géoarchéologique sur les sols construits, in Chazelles de C.-A., Leal É., Klein A. (dir.), *Terre crue : torchis, techniques de garnissage et de finition, mobilier façonné en terre. Echanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue*, 4, Actes de la table-ronde internationale (Lattes, 2016), Montpellier, éd. Espérou, 279-292.

Zalasiewicz J., Waters C.N., Williams M., Summerhayes C.P., (ed), 2019 - *The Anthropocene as a Geological Time Unit: A Guide to the Scientific Evidence and Current Debate*, Cambridge University Press.

NOTES

1. « Environment and Archaeology : an ecological approach to prehistory »
2. Référentiel Pédologique 2008 (Baize, Girard 2009), p. 95 : « Leur existence résulte entièrement d'une activité humaine ancienne : l'homme est responsable de la mise en place d'un matériau archéo-anthropique dans lequel se développe l'anthroposol. Pour être rattaché aux anthroposols archéologiques, un solum devra être constitué.../... de tels apports »
3. Baize, 2004, p. 147 : « Ensemble des horizons pédologiques et des éléments du paysage (végétation, effet des activités humaines, géomorphologie, hydrologie, roches-mères ou substrats) dont l'organisation spatiale permet de définir, dans son ensemble, tout ou partie d'une couverture pédologique. »

RÉSUMÉS

Le territoire constitue un champ de réflexion et de recherche de la géoarchéologie qui s'est élaboré en archéologie préventive, depuis une trentaine d'années. Sa problématique, centrée sur les relations sociétés-sols, est abordée à l'échelle du site archéologique et de son environnement immédiat. La démarche, multi-échelles et transdisciplinaire, propose une lecture anthropologique du paysage, fondée sur deux de ses outils principaux, la géomorphologie et la micromorphologie. Elle a pour objectif de décrire et de comprendre les dynamiques d'usage et d'occupation des sols et des systèmes socio-économiques qu'elles reflètent, dès le Néolithique ancien. A partir du cadre conceptuel et méthodologique de la géoarchéologie, conçue comme une discipline à part entière et non plus comme une approche interdisciplinaire, cet article présente une première synthèse des résultats acquis sur l'évolution et la gestion du territoire, sur le temps long, à partir de quelques exemples. Il met en relief l'un des nouveaux enjeux de la géoarchéologie, qui se place de manière prospective sur la question des mécanismes liés à l'émergence de l'Anthropocène.

INDEX

Mots-clés : géoarchéologie, territoire, paysage, usage des sols, géomorphologie, micromorphologie

AUTEURS

JULIA WATTEZ

chargée d'opération et de recherche, Inrap Centre Île de France, UMR 5140 ASM /
julia.wattez@inrap.fr

CHRISTOPHE JORDA

chargé d'opération et de recherche, Inrap, UMR 5140 ASM / christophe.jorda@inrap.fr

DOMINIQUE TODISCO

maître de conférences, Université Rouen Normandie UMR IDEES 6266 / dominique.todisco@univ-rouen.fr

Occupations et réoccupations d'un abri-sous-roche à la fin du Paléolithique récent. Dynamique sédimentaire et microstratigraphie de la séquence archéologique de l'abri des Douattes (Musièges, Haute-Savoie)

Bernard Moulin, Marylise Onfray et Ludovic Mevel

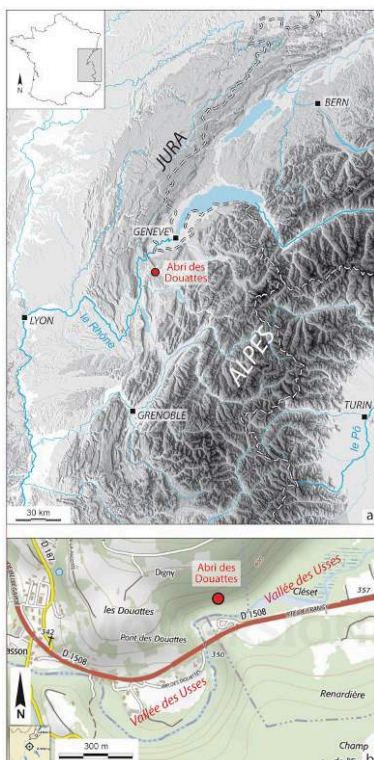
Les travaux de terrain et les recherches réalisés dans l'abri des Douattes ont été soutenus et financés par la DRAC Auvergne-Rhône Alpes et le Conseil Départemental de Haute-Savoie. Nous remercions vivement ces services pour leur soutien constant et leur intérêt à ces recherches. Nous remercions l'ensemble des fouilleurs bénévoles et des spécialistes qui collaborent à l'étude de ce gisement.

Introduction

- 1 De par leur situation, de nombreux facteurs influent sur la dynamique du remplissage des entités spatiales que sont les abris-sous-roche (Ferrier, 2002), conduisant à la formation d'enregistrements sédimentaires particulièrement complexes. Bien qu'en connexion avec l'endokarst (Le Fillâtre, 2002) et avec toute la dynamique qui lui est associée, ces abris sont également tributaires des processus extérieurs, que ces derniers concernent l'aspect sédimentaire (gravité ; action de l'eau, du gel, du vent ; processus anthropiques, etc.) ou post-sédimentaire (bioturbation, corrosion, lessivage, dissolution et re-déposition des carbonates ; Verrecchia, 2002).

- 2 Pour ces contextes, les recherches géoarchéologiques se sont d'abord focalisées, à partir des analyses sédimentologiques, sur les aspects paléo-climatiques et l'installation des cadres chrono-stratigraphiques. Ces données étaient en effet essentielles pour discuter de l'intégrité des dépôts et de la contemporanéité des vestiges (e.g. Campy, 1989 ; Farrand, 1975 ; Laville, 1976). Elles ont été complétées ensuite par la micromorphologie des sols qui a permis de documenter les processus de formation des dépôts anthropiques (e.g. Angelucci, 2003 ; Boschian, 1997 ; Goldberg, 2001 ; Courty *et al.*, 1989 ; Macphail *et al.*, 1994). Cette dernière approche est restée limitée pour les occupations du Paléolithique récent-final et du Magdalénien en particulier. Ainsi, la lecture anthropologique des archives sédimentaires reste peu documentée en dehors de quelques exemples (Wattez, 1992 ; 2004 ; 2007 ; Bergadà *et al.*, 2013). Aussi, il nous a paru pertinent d'interroger plus précisément le potentiel informatif d'ordre anthropologique des enregistrements sédimentaires pour caractériser les comportements liés à l'usage du feu et des sols des occupations magdaléniennes en contexte d'abri.
- 3 Une étude géoarchéologique exhaustive a été réalisée pendant les opérations de terrain (2006-2016) à l'abri des Douattes (Haute-Savoie ; figure 1a ; L. Mevel dir.) permettant le suivi régulier des enregistrements sédimentaires et validée par des analyses spécifiques (sédimentologie, chimie, micromorphologie). Dans cette séquence, les vestiges archéologiques magdaléniens ont été retrouvés au sein de couches sédimentaires sombres qui contrastent avec les niveaux sous- et sus-jacents. Quels sont les agents – naturels ou anthropiques – ayant transformé ces sédiments ? C'était l'un des enjeux pour développer une analyse géoarchéologique incluant à la fois une analyse détaillée du cadre chronostratigraphique général (géométrie des dépôts, des processus de sédimentation sous le porche (BM) et une analyse microstratigraphique des dépôts anthropiques (MO). Cette résolution d'analyse permet, par ailleurs, d'apporter des éléments concrets concernant les réoccupations possibles au sein de ces niveaux et la mise en évidence de structures anthropiques que la fouille manuelle n'avait pas permis de mettre en évidence.

Figure 1 - L'abri des Douattes



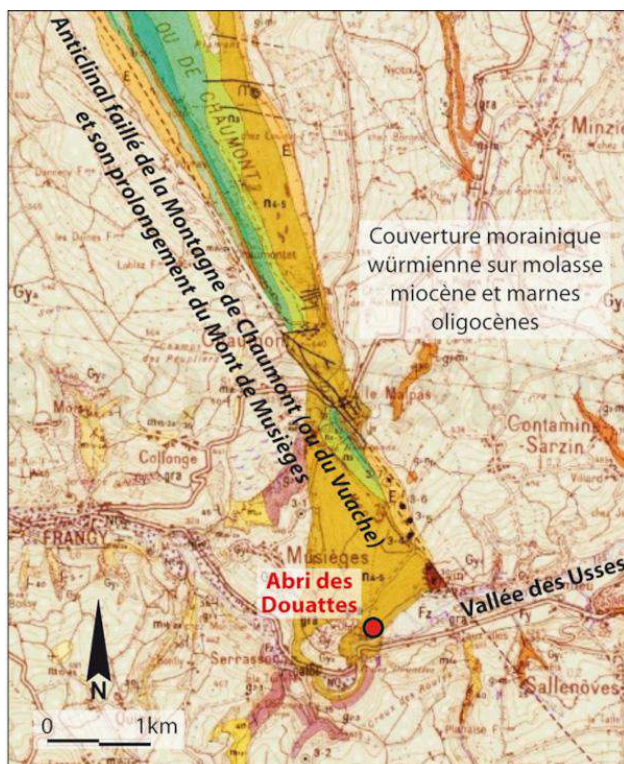
a. localisation géographique (France Centre-Est et Suisse occidentale) ; b. situation locale
Fond de carte : C. Bernard, AVDPA et Géoportail

1 - Matériel et méthode

A - L'abri-sous-roche des Douattes : présentation du site dans son contexte géographique

- 4 L'abri des Douattes s'ouvre à l'adret, à 370 m d'altitude, dans la vallée des Ussets (figure 1b), au sommet d'un éboulis de pente et à la base d'un escarpement rocheux constitué de calcaire compact urgonien (calcaires oolithiques ; Charollais *et al.*, 2013 ; figure 2). À l'est de Frangy, cette vallée, orientée est-ouest, recoupe, à l'emplacement du site, l'extrémité d'un des anticlinaux les plus orientaux de la terminaison méridionale du Jura : il s'agit de l'anticlinal de la Montagne de Chaumont (ou du Vuache) et de son prolongement au mont de Musièges, faillé par le « décrochement du Vuache », d'axe NNW-SSE (Blondel, 1988 ; figure 2). Le relief qui en résulte, bien marqué au niveau de la Montagne de Chaumont, s'estompe précisément dans les environs du Pont des Douattes, au sud duquel les calcaires sont ennoyés sous des terrains d'âge tertiaire (Gignoux, Moret, 1939), eux-mêmes recouverts par un nappage de dépôts morainiques würmiens (figure 2).

Figure 2 - Contexte géologique du site des Douattes, d'après Enay et Donze (1972)



La série stratigraphique du Vuache va du Kimméridgien supérieur (j8b) au Barrémien-Aptien, faciès urgonien (n4-5)

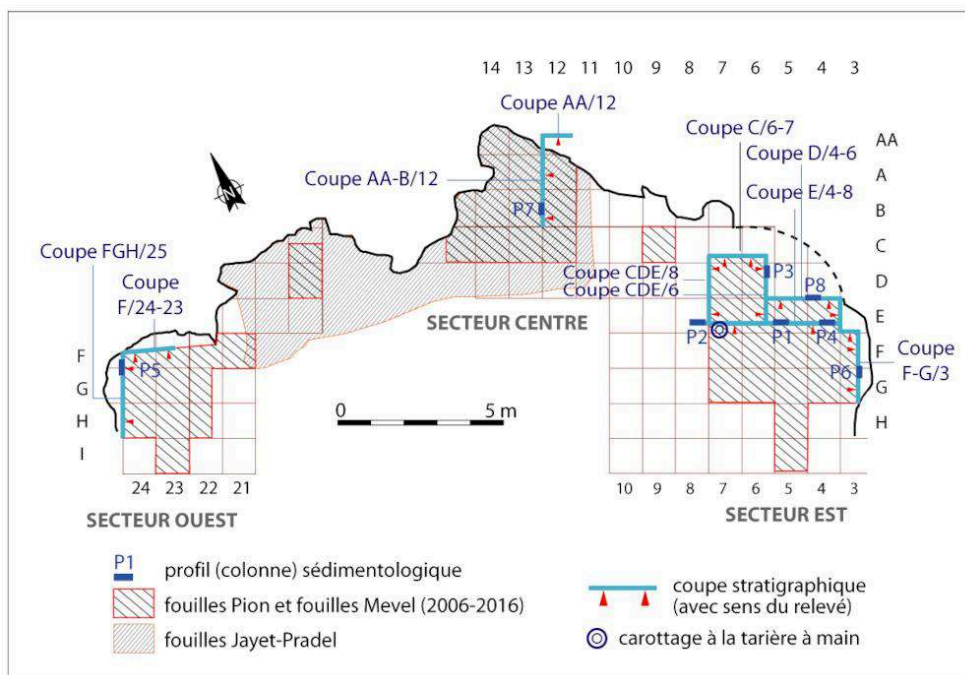
Fond de carte : Géoportail, DAO : B. Moulin

- 5 Cet abri a été découvert puis fouillé entre 1931 et 1933 par A. Jayet (1943). Il a exploré la partie centrale, mettant en évidence au moins deux niveaux sédimentaires contenant des vestiges contemporains du Magdalénien supérieur (couche 6 et 7 ; *ibid.*). La couche 7 constitue un niveau particulièrement riche en vestiges archéologiques (près de 12 000 objets) dont une majorité de silex taillés, mais aussi des éléments de parures et de l'industrie osseuse (Rouch-Zurcher, 2000 ; Mevel dir., 2010). À l'orée des années 2000, G. Pion effectua des sondages aux deux extrémités de l'abri, découvrant ainsi des niveaux conservés pour chacun d'eux. Ces derniers ont fait l'objet de fouilles conduites par L. Mevel entre 2008 et 2016 (Mevel dir., 2010). Des vestiges d'occupations attribués au Magdalénien récent et à l'Azilien y ont été identifiés. Cette contribution se focalisera plus particulièrement sur la partie inférieure de la séquence stratigraphique du secteur est.

B - Méthode

- 6 Le suivi du relevé des coupes stratigraphiques et leur échantillonnage sédimentologique ont permis une documentation en continu du secteur est de l'abri (figures 3, 6). La caractérisation des dépôts a été effectuée par granulométrie, observation à la loupe binoculaire et décompte des composants des fractions sableuses, et enfin chimie des fractions inférieures à 0,5 mm (teneur en carbonates, en carbone organique, valeur en phosphates)¹.

Figure 3 - Plan du site des Douattes



Position des coupes stratigraphiques et des profils par rapport aux surfaces de fouille

DAO : L. Mevel et B. Moulin

- 7 Lors de la dernière campagne, une série de prélèvements en blocs orientés a été réalisée pour des analyses micromorphologiques afin de documenter la variabilité des couches magdaléniennes au sein de trois coupes stratigraphiques du secteur est (figures 3, 6, 7). Les observations micromorphologiques s'assoient sur les critères d'identification et les concepts d'interprétation établis en science du sol et en géoarchéologie (Fedoroff, Courty, 1979 ; Courty *et al.*, 1989 ; Wattez, 1992 ; Gé *et al.*, 1993 ; Bullock *et al.*, 1985 ; Stoops, 2003 ; Nicosia, Stoops dir., 2017). L'étude se fonde sur des indicateurs fonctionnels et environnementaux décrits pour les occupations préhistoriques de plein air et d'abri (Debard, 1997 ; Cammas *et al.*, 1996 ; Gé *et al.*, 1993 ; Goldberg, Sherwood, 2006 ; Karkanas, Goldberg, 2013 ; Mallol, Goldberg, 2017 ; Onfray, 2017 ; 2019 ; Sordoillet, 1997 ; 2009 ; Wattez, 1992 ; 2004 ; 2007). Ceux-ci conduisent à identifier, au sein de chaque organisation sédimentaire, des micro-faciès naturels et anthropiques. Ces derniers sont classés selon la nature et l'intensité des activités (usage du feu, rejet, piétinement...) et les conditions climatiques locales synchrones des activités.
- 8 Le phasage des micro-faciès, à partir de l'analyse microstratigraphique, permet, d'une part, de retracer l'évolution des séquences sédimentaires au cours de l'occupation (variation ou continuité de l'organisation de l'espace) et d'en déterminer les rythmes de fréquentation ; il permet, d'autre part, de proposer des pistes de restitution de la répartition des activités au sein de l'abri.

2 - Résultats

A - Cadre chrono-stratigraphique et dynamique de remplissage

- 9 Les coupes réalisées dans le secteur est de l'abri (figure 3, 4) permettent de restituer la géométrie des dépôts du remplissage (figure 5, 6, 7) et d'en proposer un phasage chrono-stratigraphique (figure 8). La séquence du remplissage qui renferme dans ses deux-tiers inférieurs (phases III à VIII) les vestiges des occupations magdaléniennes puis aziliennes, surmontant les dépôts stériles des phases I et II, n'excède pas 1,50 m (figure 4, 5, 6, 7). Les paragraphes ci-après se proposent de résumer les résultats inédits de l'étude du remplissage (Moulin, 2019).

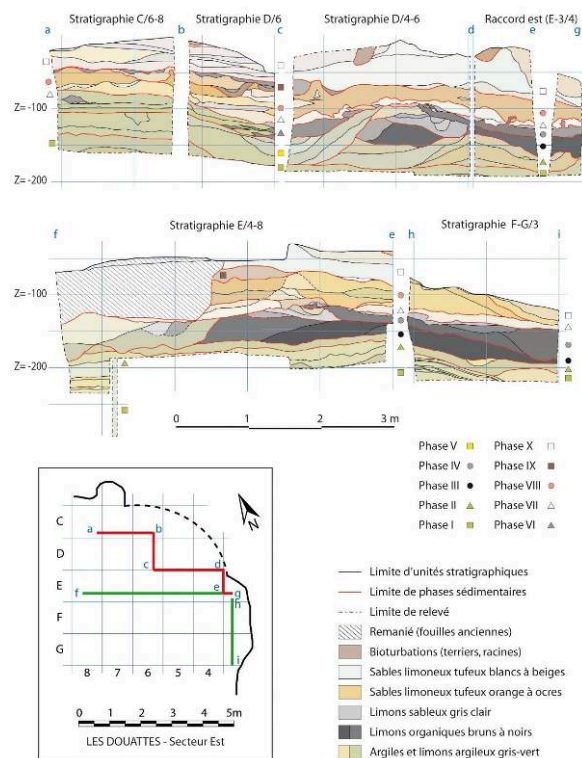
Figure 4 - Coupe stratigraphique E/4-8, partie est montrant la succession des phases identifiées



À la base, phases I et II (argiles et limons olivâtres à cailloux), au-dessus, cailloutis à matrice sombre (phases III, IV et VI), puis cailloutis à matrice tufeuse, blanche, orangée et beige (phases VII à X)

Cliché : B. Moulin

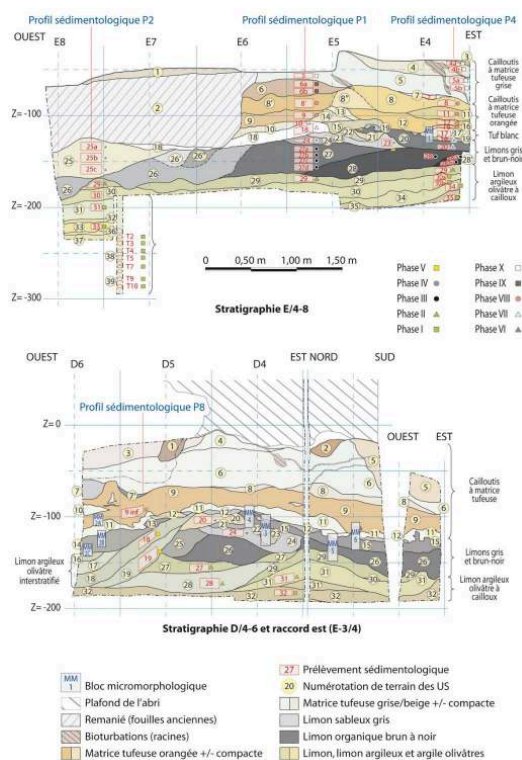
Figure 5 - Secteur est



Géométrie des dépôts, corrélations et phasage des unités stratigraphiques

DAO : B. Moulin

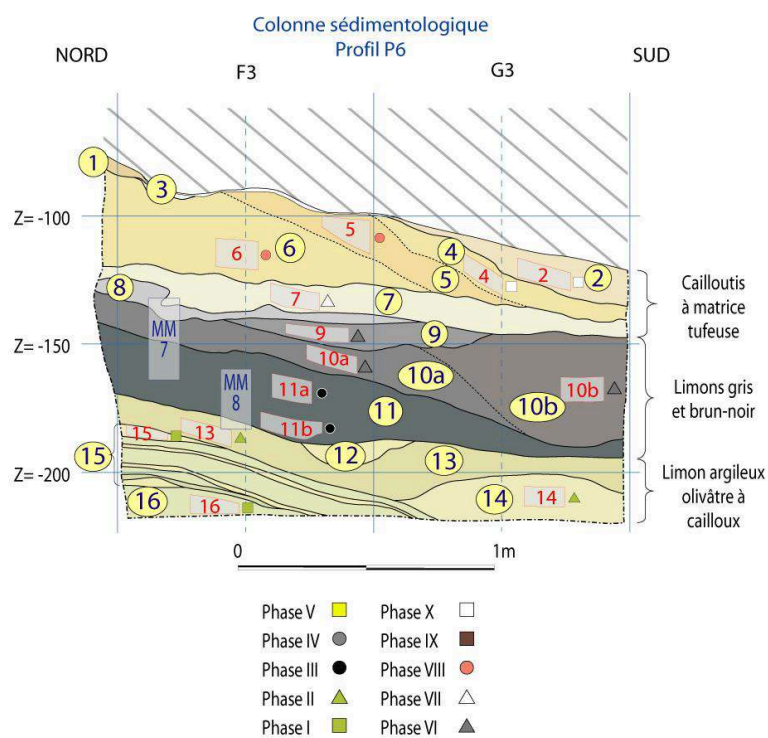
Figure 6 - Coupes de référence : stratigraphies E/4-8 et D/4-6



Géométrie des dépôts, lithologie et position des prélèvements sédimentologiques et micromorphologiques

DAO : B. Moulin

Figure 7 - Coupe de référence : stratigraphie F-G/3



Géométrie des dépôts, lithologie et position des prélèvements sédimentologiques et micromorphologiques

DAO : B. Moulin

Figure 8 - Stratigraphies D/4-6, E/4-8 et F-G/3

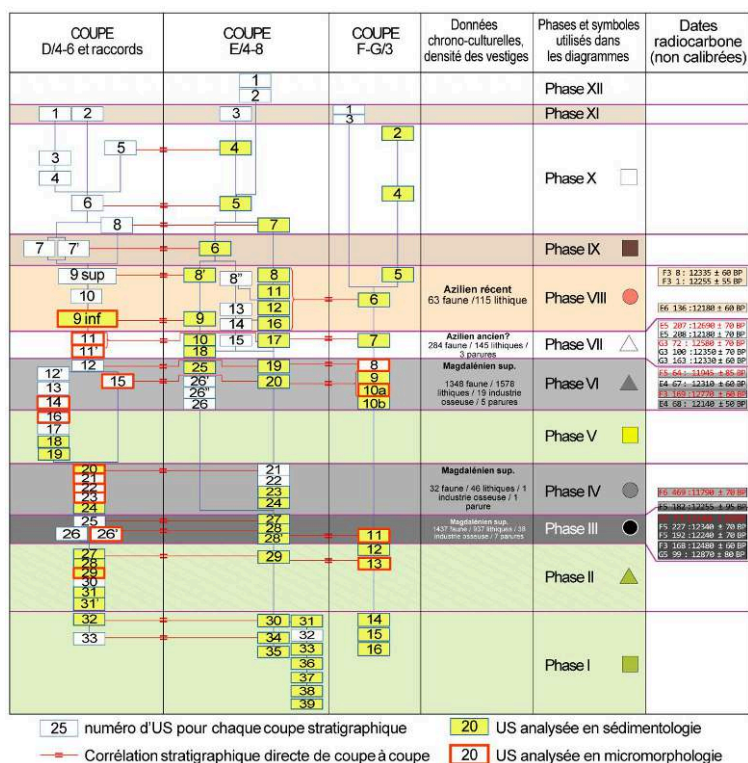
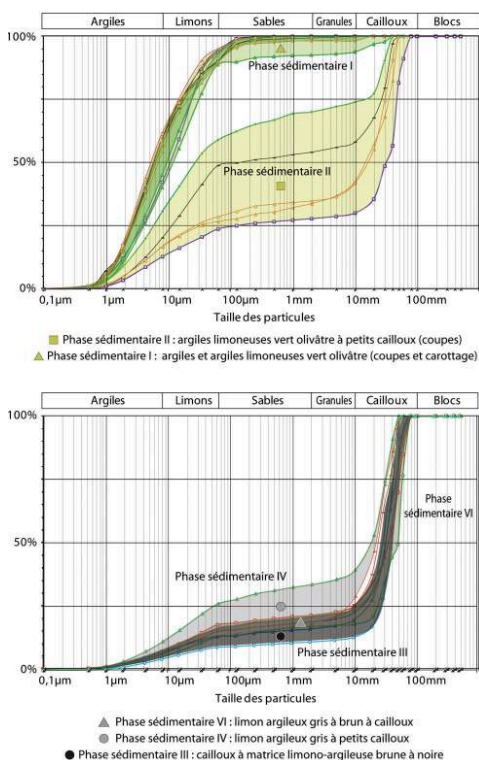


Diagramme de Harris des US, position des prélèvements sédimentologiques et micromorphologiques, sériation chrono-culturelle, phasage sédimentaire et données radiochronologiques. Les dates se situant à l'interface de deux phases ou pour lesquelles il reste une ambiguïté sont mentionnées avec des rectangles de deux couleurs. Les dates en rouge sont en contradiction avec la logique stratigraphique et indiquent sans trop de doute des problèmes taphonomiques. Nous avons exclu la mesure Ly-4305 (F7-27 phase VI) de ce graphique. La mesure renvoie à un âge holocène (7095 ± 40 BP) et indique une pollution par des artefacts plus récents

DAO : L. Mevel et B. Moulin

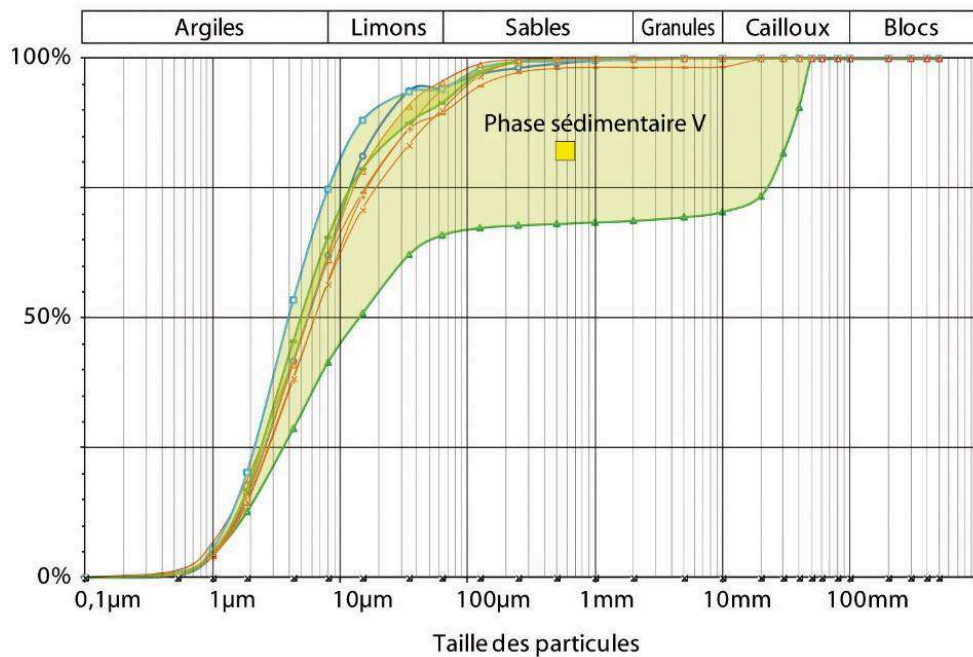
- 10 **Phase I** : argiles et argiles limoneuses (figure 9) olivâtres, parfois oxydées. Ces dépôts, peu carbonatés, se caractérisent par des courbes cumulatives redressées entre 1 µm et 30 µm (figure 10). Le bon classement des particules dans les fractions argilo-limoneuses indique un tri de particules fines sous régime contrôlé par un hydrodynamisme de basse énergie avec décantation dans les flaques. Ces dépôts ont transité par des conduits karstiques situés au nord de la cavité, colmatés et bloqués par la suite par l'accrétion sédimentaire.

Figure 9 - Secteur est : corrélations des teneurs en carbonates des fractions inférieures à 0,5 mm / médiane des fractions < 2 mm et triangle des textures des fractions < 2 mm



DAO : B. Moulin

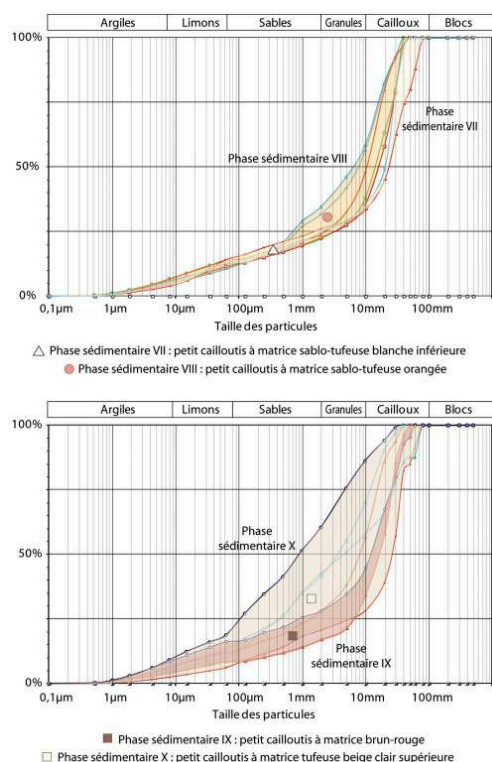
Figure 10 - Secteur est, courbes granulométriques cumulatives du sédiment total des phases I, II, III, IV et VI



DAO : B. Moulin

- 11 **Phase II** : argiles limoneuses (figure 9) olivâtres à cailloux, parfois oxydées. Ces dépôts se discriminent des précédents par la configuration des courbes granulométriques (figure 10) traduisant le mélange de populations de grains : une matrice argilo-limoneuse, de même nature et de même origine que celle constituant le dépôt de la phase précédente, et une population de cailloux bien calibrés. L'origine de ce calibrage est à rechercher dans le débit polyédrique en petit module de la roche-mère ; ces lithoclastes sont incorporés selon des rythmes variables dans les dépôts fins en fonction du délitage du calcaire du plafond et des parois. Les teneurs en carbonates (figure 9) sont en légère hausse, mais une partie de ceux-ci est d'origine post-sédimentaire (rhizolithes, etc.).
- 12 **Phases III et IV** : cailloutis à matrice limono-argileuse (figure 9) brun foncé à noire, à vestiges magdaléniens puis cailloutis à matrice limono-argileuse grise à beige, à vestiges magdaléniens. Dans les phases III et IV, les courbes granulométriques montrent la très faible représentativité des sables et des granules (figure 10). Le bon calibrage des lithoclastes (figure 10) est attribué au débit préférentiel du matériau constitutif de l'abri. La relativement faible représentativité de la matrice fine illustre un contexte de « diamicton à support clastique » (Bertran, Texier, 2004) et non plus « à support matriciel » comme lors de la phase II : le dépôt résulte pour l'essentiel de l'accumulation au sol de cailloux détachés du plafond, entre lesquels de la matrice vient s'infiltrer. Les carbonates montrent, dans la phase III, des teneurs plus élevées que précédemment (figure 9), à mettre en relation avec des illuviations de carbonates post-sédimentaires (encroûtements carbonatés observés autour des cailloux, rhizolithes), vraisemblablement bloquées par la faible perméabilité des dépôts argileux sous-jacents. Une nette hausse de teneur en carbonates se marque entre les phases III et IV : la teneur atteint alors 50 % – 60 % (figure 9). La matière organique (carbone organique par perte au feu) présente des teneurs élevées dans la phase III (jusqu'à 7,5 %) ; la matière humique offre les valeurs les plus élevées du site (6 u.c. à 11 u.c.). Les strates de la phase IV sont, par contre, relativement pauvres (4 % de matière organique par perte au feu) ; cependant les valeurs en phosphates, les micro-esquilles d'os et les fragments de roches silicatées témoignent d'un important impact anthropique dans les constituants de la matrice. Les dépôts sont attribués au Magdalénien supérieur.
- 13 **Phase V** : argiles et argiles limoneuses (figure 9) beige olivâtre interstratifiées, à rares cailloux, fréquemment oxydées. Ces dépôts, intercalés entre deux formations de caractéristiques très différentes, évoquent un contexte de mise en place déjà mentionné lors de la phase I : les courbes redressées entre 1 μm et 20 μm et la médiane autour de 5 μm (figures 9, 11) indiquent que les apports argilo-limoneux sont réactivés durant cette phase, avec des teneurs en carbonates basses (figure 9). La géométrie des dépôts montre un fort pendage des strates vers le sud-ouest, tronquant les séquences anthropiques précédentes (figure 6) : un conduit situé au nord-est de ce secteur a pu se désobstruer et permettre une troncature érosive, puis le dépôt de matériaux fins.

Figure 11 - Secteur est, courbes granulométriques cumulatives du sédiment total de la phase V

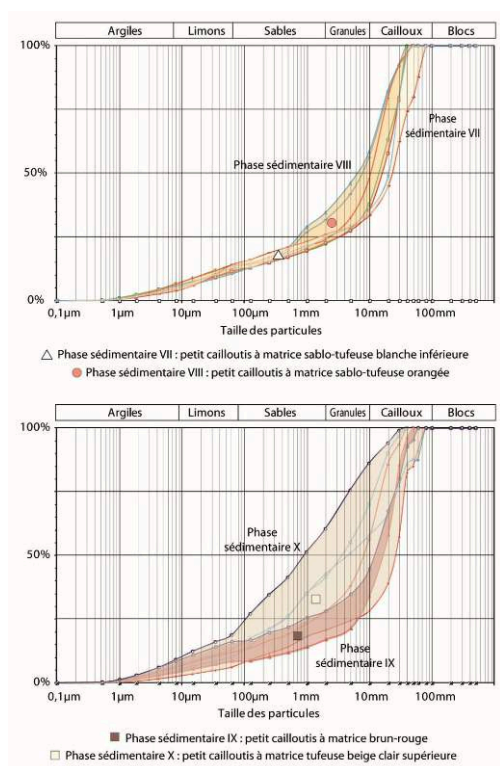


DAO : B. Moulin

- 14 **Phase VI** : limons argileux gris à bruns, à cailloux, à vestiges magdaléniens. Les teneurs en carbonates, comprises entre 50 % et 70 % (figure 9) sont en nette hausse par rapport à la phase précédente, une partie non négligeable de ces carbonates pouvant être attribuée à des processus post-sédimentaires (rhizolithes dans les fractions sableuses). L'impact anthropique est fortement marqué. Cette phase sédimentaire correspond à une nouvelle occupation, également du Magdalénien supérieur, qui se différencie des occupations précédentes (phases III-IV) par une stratification mieux individualisée.
- 15 **Phase VII** : cailloutis à matrice sablo-limoneuse tufeuse inférieure blanche à beige, à vestiges aziliens. Dans ce premier faciès à matrice tufeuse, la forme des courbes granulométriques (figure 12) change nettement et restera d'un type assez similaire pour les phases suivantes (VIII, IX et X). Les tronçons supérieurs des courbes, toujours fortement redressés dans les fractions grossières, montrent que le plafond et la paroi de l'abri continuent à libérer assez régulièrement un stock de lithoclastes de module bien calibré. La portion inférieure de la courbe ne présente plus aucune similitude avec ce que nous avons rencontré dans les phases précédentes : le « stock » argileux fait totalement défaut et aucune classe granulométrique préférentielle ne se dessine entre 1 µm et 10 mm. Le second changement important concerne la teneur en carbonates. Celle-ci présente une forte hausse et avoisine désormais 90 % (figure 9). Les concrétions tubulaires et les agglomérats de grains liés par un ciment carbonaté font leur apparition. À partir de cette phase, les apports carbonatés, en quantité importante, sont la conséquence de nouveaux processus ; les apports de carbonates liés au fonctionnement de la cavité (apports par le plafond de l'abri, désagrégation d'encroûtements de mousses sur la voûte) supplantent ceux qui affectaient de façon

plus modeste les strates sous-jacentes. Les vestiges (lithique, faune), rares dans les US de cette phase, sont attribuables à l'Azilien (Azilien ancien ?).

Figure 12 - Secteur est, courbes granulométriques cumulatives du sédiment total des phases VII, VIII, IX et X



DAO : B. Moulin

- 16 **Phase VIII** : cailloutis à matrice sablo-limono-argileuse tufeuse brun orangé, à vestiges aziliens. Les courbes restent du même type que pour la phase précédente (figure 12), avec quelques variations spatiales. La granulométrie de la matrice est sensiblement plus fine que dans les sédiments sous- et sus-jacents, avec un assez mauvais tri des particules. Les teneurs en carbonates, comprises entre 60 % et 80 % (figure 9), sont moins élevées que dans les cailloux à matrice tufeuse blanche sous-jacente. Les vestiges (lithique, faune) sont rares et sont attribuables à l'Azilien récent.
- 17 **Phase IX** : cailloutis à matrice limono-sableuse brune à brun-rouge. Les courbes cumulatives du sédiment total (figure 12) restent du même type, traduisant un dépôt mal classé entre 0,5 µm et 5 mm, avec des éléments bien calibrés entre 8 mm et 6 cm.
- 18 **Phase X** : cailloutis à matrice sablo-limoneuse (figure 12) tufeuse supérieure blanche à beige. Les courbes granulométriques du sédiment montrent, pour une partie des échantillons, un sédiment très mal classé (figure 12), dans lequel aucun mode ne ressort véritablement, y compris dans les fractions caillouteuses. La matrice de ce faciès (sableux à sablo-limoneux) correspond au faciès le plus grossier du site. Dans la fraction sableuse grossière, les carbonates d'origine post-sédimentaire agglomèrent des grains détritiques plus fins et contribuent ainsi à augmenter la granularité apparente de la matrice. Les encroûtements tubulaires participent également à la texture plus grossière de celle-ci. Les disparités spatiales de granularité sont à mettre en relation avec la

répartition des gouttières sur la voûte, entraînant ainsi une répartition très localisée des apports en carbonates. La teneur en carbonates avoisine 90 % (figure 9).

- 19 **Phase XI** : limons bruns modernes et bioturbations (racines, terriers). Cette phase, n'affectant que la tranche superficielle des dépôts, correspond aux processus sédimentaires et pédologiques modernes : strates sommitales localement enrichies en matière organique, bioturbations (racines, terriers).
- 20 **Phase XII** : dépôts remaniés (fouilles anciennes). Ces accumulations sédimentaires récentes résultent d'excavations et de remblaiements.
- 21 Les dates radiocarbone non calibrées obtenues sur du matériel osseux provenant des niveaux archéologiques des phases III (Magdalénien supérieur) à VIII (Azilien récent) s'échelonnent entre 12 870 +/- 80 BP et 11 790 +/- 70 BP (figure 8). Les dates calibrées avec le logiciel ChronoModel 2.0 (Lanos, Dufresne, 2019) à partir de la courbe de calibration intcal13 se répartissent entre 13 900 calBP et 11 500 calBP (figure 13). Replacées dans leur contexte stratigraphique, plusieurs mesures paraissent aberrantes par rapport à leur position et à leur ordonnancement dans la séquence : une date de la phase III pourrait être trop jeune (F5 73) ; une date de la phase IV (F4 169) est trop récente ; une date de la phase VI (F3 169) semble trop ancienne et s'approche plutôt des mesures les plus anciennes obtenues dans l'abri et une autre pourrait être trop récente (F5 64) ; pour la phase VII une date se rapporte aux mesures les plus anciennes (E5 207) et une seconde pourrait, aussi, être trop ancienne (G3 72). Si ces mesures traduisent dans l'ensemble une chronologie assez resserrée de l'occupation humaine de l'abri, elles mettent aussi en avant les phénomènes post-dépositionnels qui ont affecté l'intégrité des dépôts.

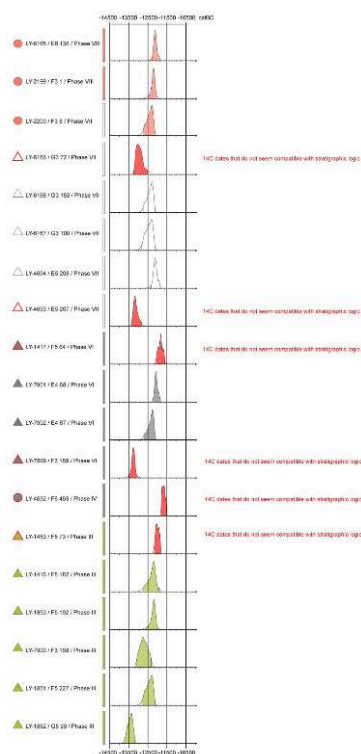


Figure 13 - Dates radiocarbone effectuées pour le secteur est de l'abri des Douattes

Les datations ont été calibrées avec le logiciel ChronoModel 2.0 (Lanos, Dufresne 2019) à partir de la courbe de calibration intcal13. Nous avons exclu la mesure Ly-4305 (F7-27 phase VI) de ce graphique pour laquelle la mesure donne un âge holocène (7095 ±40 BP) et indique une pollution par des artefacts plus récents

Crédits : L. Mevel et B. Moulin

B - Processus de formation des couches magdaléniennes : l'exemple de la phase III

- 22 La première occupation magdalénienne est identifiée dans les coupes D/4-6 et FG/3, respectivement dans les US 26' et 11 constituées de limons argilo-sableux brun noir à gris noir avec une proportion variable de cailloux calcaires (figure 6, 7). Ces US au caractère homogène et dont l'épaisseur est comprise entre 11,5 et 33 cm sont installées sur des dépôts naturels de limons argileux jaune beige moutarde (US 29 et 13) mis en place au cours de la phase II. À partir de ces deux coupes, on constate qu'une variation importante du relief à l'intérieur de l'abri existe au moment de cette première occupation qui s'explique par une succession des dépôts naturels plus épais au fond de l'abri et qui conduit à la formation d'une petite butte. Les dépôts sont recouverts par ceux de la phase VI correspondant à la deuxième occupation magdalénienne de l'abri. Les trois prélèvements micromorphologiques enregistrent l'épaisseur du dépôt et ses transitions inférieures et supérieures (figure 6, 7 ; tableau 1).

Tableau 1 - Listing des prélèvements étudiés dans le cadre de cet article : localisation et description des unités stratigraphiques échantillonnées

Éch.	Carré	X (cm)	Z (cm)	US (description Bernard Moulin)	Phase
MM5	E4 Nord	22-34	Lecture à 100 -17 à -43	Sup. US 11' : strate blanche, assez irrégulière, limite diffuse au sommet ; elle a été subdivisée en 11' au mètre 3, plus franchement blanche ; cailloux (2-4 cm) abondants, quelques cailloux (4-6 cm), matrice tufeuse carbonatée blanche, peu indurée.	VII
				US 15 : limon gris-noir, un peu sableux, emballant des cailloux (1-4 cm) et des granules ; cailloux plus abondants dans la coupe est, assez émoussés.	
				US 26' : cailloux denses (3-6 cm), dans matrice de limon argilo-sableux brun-noir, moyennement compacte.	
				Inf. US 29 : limon argileux jaune beige moutarde, emballant des cailloux (2-6 cm), assez anguleux.	II
MM7	F3 Nord	12- 24	Lecture à 150 +17 à -14	Sup. US 8 : limon sableux gris moyen, cailloux 1-3 cm peu abondants ; limites diffuses entre US 7, US 8 et US 9 dans la partie centrale de la coupe.	VI
				US 10 a : limon un peu sableux, brun foncé (plus foncé à la limite E/F, s'éclaircit au milieu de F), cailloux 2-5 cm assez abondants.	
				Inf. US 11 : limon sableux gris-noir, cailloux avec enduits gris en surface, traces de pseudomycelium diffuses ; tronqué en G par l'US 10 b qui s'épaissit vers l'aval.	III
MM8	F3 Nord	40-52	Lecture à 150 -10 à -34	Sup. US 11 : limon sableux gris-noir, cailloux avec enduits gris en surface, traces de pseudomycelium diffuses ; tronqué en G par l'US 10 b qui s'épaissit vers l'aval.	III
				Inf. US 13 : limon argileux compact, avec nombreux cailloux 2-4 cm.	

Crédits : M. Onfray

a - Condition de préservation des enregistrements sédimentaires

- 23 Les US 26' et 11 sont affectées par deux processus post-dépositionnels principaux : l'activité biologique et les processus de dissolution-précipitation des carbonates de calcium liés à l'infiltration et à la circulation des eaux (tableau 2, figure 14a, b, c, d). Ces altérations restent limitées, ce qui n'altère que partiellement la lecture des enregistrements sédimentaires.

Tableau 2 - Synthèse des processus post-dépositionnels affectant les séquences étudiées

Séq.	US	Ums	Caractéristiques des perturbations biologiques
MM8	11	8, 4, 3, 2, 1	Nombreux chenaux biologiques, passages de faune, cavités importantes qui déstructurent l'organisation sédimentaire.
MM7		5, 6, 7, 8, 9, 10	Très large chenaux (1,5 à 2 mm) et cavités (+ de 1 cm), porosité racinaire fine fortement développée, microstructure canaliculaire très développée.
Séq.	US	Ums	Traits pédologiques d'origine bio-chimique
MM8		3	Quelques biocalcifications et hyporevêtements carbonatés.
		1	Revêtements et hyporevêtements carbonatés.
MM7	11	2, 1	Très forte proportion d'encroûtements carbonatés successifs (succession de lits carbonatés gris-gris foncé), épais (150-600 µm).
		4	Caillou calcaire en cours d'altération (fine porosité à l'intérieur).
		5, 4, 3	Nombreux et épais hyporevêtements et revêtements carbonatés (type micritique et sparitique) dans la porosité.
		7, 8, 6	Nombreux hyporevêtements et revêtements carbonatés (type micritique et sparitique) dans la porosité.
MM5	26'	16, 15, 14, 13	Nombreux hyporevêtements carbonatés dans la porosité vésiculaire.
		20, 18, 19, 17	Nombreux encroûtements carbonatés autour des grains.

Crédits : M. Onfray

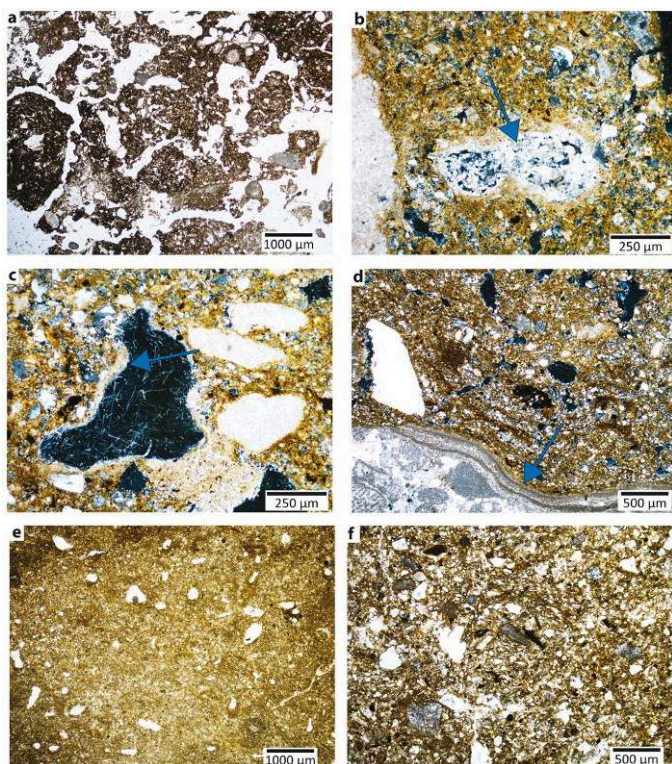


Figure 14 – Analyse micromorphologique

a : nombreuses et larges cavités et chenaux conduisant à une microstructure canaliculaire associée à quelques plages excrémentielles (MM8, US 11, Ums 1, MPol, LPNA) ; b : biocalcification partiellement altérée (MM3bs, US 23, MPol ; LPA) ; c : revêtements carbonatés aciculaires dans la porosité (MM3bs, US 23, MPol ; LPA) ; d : succession d'encroûtements carbonatés : lits gris clairs et gris foncé (MM5, US 29, Ums 28, MPol, LPA) ; e : apports colluvio-alluviaux d'argile limoneuse, couleur brun jaune avec une faible proportion de sables très fins (MM8, US 13, Ums 10, MPol, LPNA) ; f : apports colluvio-alluviaux de limons argileux quartzes plus chargés en particules sableuses et enrichies en microparticules organiques (MM3 bs, US 23, MPol, LPNA)

Crédits : M. Onfray

b - Caractérisation des micro-faciès

- 24 La description des traits texturaux et structuraux contribue à l'identification de micro-faciès, qui résultent de l'interaction entre les processus naturels et les activités humaines. Ils constituent des unités microstratigraphiques (*Ums*)² continues à l'échelle de l'observation dont l'épaisseur varie entre 0,5 et 6,5 cm.
- 25 Les micro-faciès naturels sont principalement contrôlés par la dynamique sédimentaire liée au fonctionnement du système endokarstique. Ils peuvent être également remobilisés à certains moments lors d'épisodes de ruissellements superficiels. Trois types d'apports colluviaux et colluvio-alluviaux ont pu être distingués (tableau 3 ; figure 14 e, f).

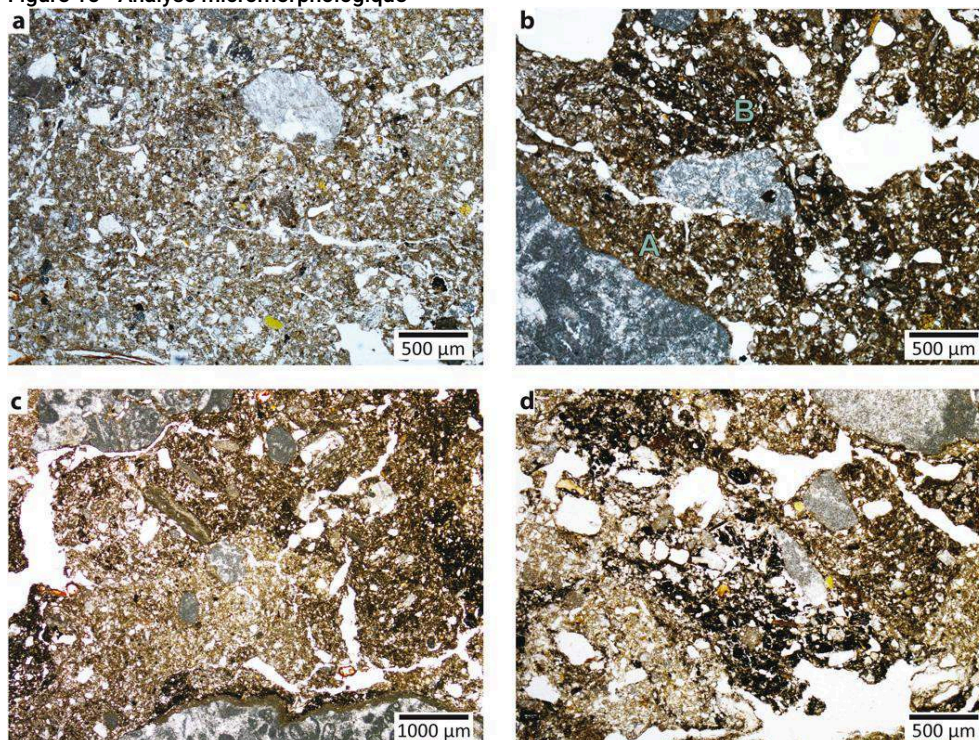
Tableau 3 - Micro-faciès pédo-sédimentaires naturels

Type	Caractères structuraux et texturaux	Mode de formation	Interprétation
I.1	Entassement d'agrégats arrondis argilo-limoneux, décarbonatés, de couleur brun jaune (500 µm de section en moyenne), matériaux hétérogènes : intégration d'agrégats enrichis en limons et petits sables issus d'apports morainiques extérieurs à l'abri (2-5 % de sables très fins de quartz et de micas [muscovite]).	Apports d'origine colluvio-alluviale Transports par ruissellement de courtes distances	Sol peu évolué
I.2	Limons argileux quartzeux avec 5-10 % de sables fins de quartz ou de calcaire, porosité inter-agrégat nulle : formation de grandes plages sédimentaires avec seulement quelques petites vésicules. Présence de fines imprégnations ferrugineuses, intercalations limono-argileuses poussiéreuses et intégration de fragments de croûtes structurales argileuses cassées. Apports rythmés par des croûtes argileuses.	Apports boueux d'origine colluvio-alluviale Condition humide Transports par ruissellement de courtes distances	Sol peu évolué Engorgement temporaire
I.3	Colluvions naturelles se distinguant par l'intégration de nombreux vestiges anthropiques : agrégats brunifiés, quelques micro-artefacts (charbons de bois, os peu brûlés). Faible accommodation entre les constituants et nombreuses intercalations limono-argileuses.	Apports colluviaux boueux intégrant des éléments d'origine anthropique	Sol peu évolué Reprise des sols d'occupation

Crédits : M. Onfray

- 26 Les formations naturelles ont subi des transformations structurales de nature et d'intensité variées selon les effets des activités humaines, conduisant à la formation de micro-faciès d'aménagement et de fonctionnement.
- 27 Le micro-faciès d'aménagement relève d'un creusement qui correspond à des transformations mécaniques des organisations pédo-sédimentaires naturelles. Il s'exprime par une limite latérale nette marquée par un cailloutis calcaire et une fine porosité fissurale irrégulière formant une dépression concave de 3,5 cm de profondeur environ (figure 15a).

Figure 15 - Analyse micromorphologique



a : fine porosité fissurale subhorizontale (MM5, US 26', Ums 25, MPol, LPNA) ; b : gradient d'altération thermique à la base du foyer, (A) brunification modérée de la masse sédimentaire et (B) brunification homogène (MM 5, US 26', Ums 22, MPol, LPNA) ; c et d : distribution aléatoire de fragments brûlés et non brûlés bien accommodés (MM5, US 26', Ums 19, MPol, LPNA)

Crédits : M. Onfray

- 28 Les micro-faciès de fonctionnement relèvent des activités pratiquées lors de l'occupation du site, usage du feu et piétinement (passage), qui s'expriment selon des organisations sédimentaires propres.
- 29 Trois groupes d'organisations sédimentaires liées à l'usage du feu sont reconnus (tableau 4) :
- *Le micro-faciès de combustion en place* est installé sur le sol naturel correspondant à l'unité inférieure de la sole, caractérisée par une matrice sédimentaire brunifiée (< 300 °C) (figure 15b).
 - *Les micro-faciès d'usage et d'entretien* correspondent à des grattages et des nettoyages entre deux utilisations qui s'expriment par une désagrégation de la sole, des incisions en V et une distribution aléatoire de fragments brûlés et non brûlés (figure 15c, d).
 - *Les sols en périphérie* contemporains du fonctionnement du foyer correspondent à des rejets de combustion piétinés constitués de matériaux brunifiés intégrant des charbons de bois et des os brûlés marqués au sommet par un lit fin argileux poussiéreux et gris carbonaté.

Tableau 4 - Micro-faciès de combustion

Type	Séquence	Caractères morpho-sédimentaires	Mode de formation	Interprétation
Combustion en place (II.1.1)	US 26' <i>Ums 5.22</i>	Unité inférieure : Microstructure ouverte, porosité canaliculaire et cavitaire modérée, rares fragments de petites tailles d'os de couleur jaune faible température (< 300 ° C), matrice brunifiée.	Altération thermique Combustion d'intensité modérée	Sole de combustion
Usage et entretien (II.1.2)	US 26' <i>Ums 5.20, 5.19, 5.18, 5.17</i>	Désagrégation de la sole et de l'unité active, distribution aléatoire de fragments brûlés et non brûlés et quelques fragments d'os brûlés et charbons de bois, incisions en V.	Remaniements mécaniques liés à l'utilisation, accumulation de matériaux hétérogènes	Grattage et réfections
	US 26' <i>Ums 5.21</i>	Plages hétérogènes : Limons peu argileux brun gris, un peu chargés en microparticules organiques. Limons argileux carbonatés brun gris fortement chargés en microparticules organiques brunes. Limons argileux bruns chargés en microparticules organiques sombres ; agrégats subanguleux à arrondis de 1000 µm de section partiellement accommodés ; 5-10 % de graviers calcaires. Microstructure complexe, porosité canaliculaire et cavitaire développée.	Accumulation de matériaux issus de la structure de combustion et des sols environnants	Aménagement/Entretien de la structure
Sol périphérique (II.1.3)	US 26' <i>Ums 5.16, 5.15, 5.14, 5</i>	Plages hétérogènes associées à des esquilles de silex, des os peu brûlés, des charbons de bois et des plages cendreuses, quelques croûtes massives de surface basculées. Au sommet : lit fin argileux poussiéreux et gris carbonaté.	Entassement d'agrégats hétérogènes Microstructure ouverte	Rejets piétinés

Crédits : M. Onfray

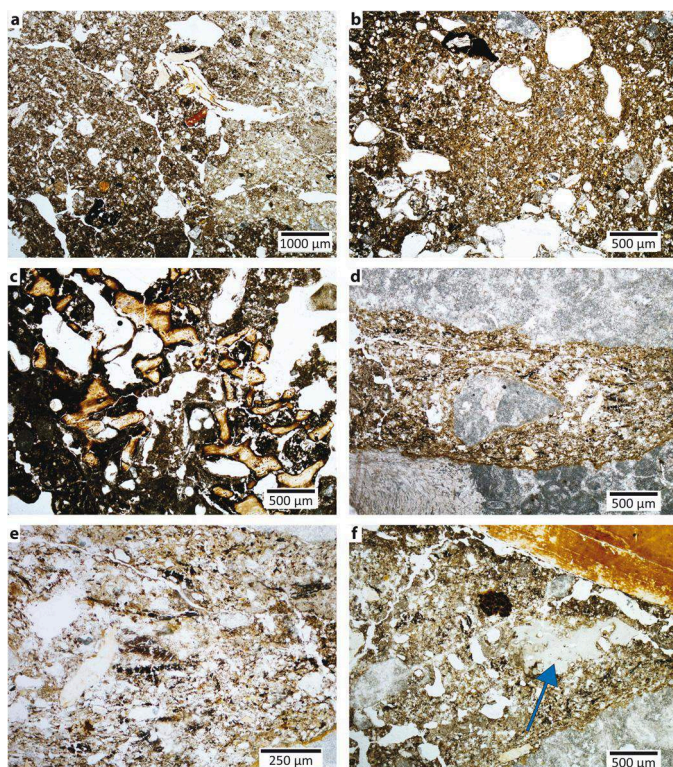
- 30 Les rejets sont constitués d'accumulations de résidus de combustion plus ou moins brûlés d'une épaisseur comprise entre 5 et 15 mm. Selon la nature des rejets et leur organisation, trois types (A, B, C) se dégagent (tableau 5, figure 16).

Tableau 5 - Micro-faciès de rejet

Type	Séquence	Caractères morpho-sédimentaires	Mode de formation
II.2.1 (A)	US 11 <i>Ums 8.3</i>	Masse semi-continue, un gravier et deux-trois cailloux calcaires à bioclastes anguleux pris dans une masse fine de limons argileux carbonatés avec 10 % de sables fins de quartz et de muscovites couleur brun foncé et quelques sables grossiers de calcaires en cours d'altération ; + 15 % de microparticules organiques ; peu riches en restes de combustion : plages cristallines jaunes à blanches avec de fines microparticules brune, masses crypto-cristallines grises contenant des fibres végétales brunifiées organisées, plages cristallines brunes, inclusions de rares micro-fragments d'os dont certains sont peu brûlés (couleur jaune à blanc : < 300 °C) et rares micro-charbons de bois.	Redistribution de quelques éléments de résidus de combustion
II.2.2 (B)	US 11 <i>Ums 8.6, 8.7 et 8.8</i>	Masse fine hétérogène riche en micro-rejets répartis aléatoirement : esquilles osseuses brûlées ou fragments de plus grandes tailles, plages de cendres ?, charbons de bois (300 µm) en proportion variable ; quelques graviers de calcaires à oolithe ; porosité cavitaire.	Redistribution de résidus de combustion et d'activité compactés ou non compactés
II.2.3 (C)	US 11 <i>Ums 8.4</i> <i>Ums 7.10</i>	Masse fine hétérogène très riche en restes de combustion : masses crypto-cristallines grises contenant des fibres végétales brunifiées organisées ; plages cristallines brunes et quelques plages cristallines jaunes à blanches avec de fines microparticules brunes intégrant des esquilles d'os de couleur blanc gris ou jaune brun orangé (2-4 mm) et des esquilles de silex voire un silex taillé ; porosité cavitaire.	Témoins de combustion à forte température entre 400 et 500 °C voire dans certains cas 600 ° C.

Crédits : M. Onfray

Figure 16 - Analyse micromorphologique. Rejet de type B



a : agrégat de limons argileux carbonaté très empoussiéré avec des plages brunifiées (MM8b Ums 7, US 11, MPol, LPNA) ; Rejet de type C. b : matrice sédimentaire limono-argileuse très riche en microparticules organiques (MM5ht, US 15, Ums 10, MPol, LPNA) ; c : intégration d'os brûlés fracturés sous les effets de la compaction (MM5ht, US 15 Ums 7, MPol, LPNA) ; d, e et f : masses cryptocrystallines grises contenant des fibres végétales brunifiées organisées, des plages cristallines brunes et quelques plages cristallines jaunes à blanches avec de fines microparticules brunes intégrant des esquilles d'os de couleur brune à blanc gris (MM8bs, US 11, Ums4, MPol, LPNA)

Crédits : M. Onfray

- 31 Les surfaces d'activité peuvent se développer sur des apports colluvio-alluviaux liés à l'endokarst ou des rejets de combustion. Deux types d'organisations sédimentaires se distinguent selon l'expression des effets mécaniques du piétinement contrôlé par les processus de redistribution et d'accumulation de micro-vestiges (tableau 6).

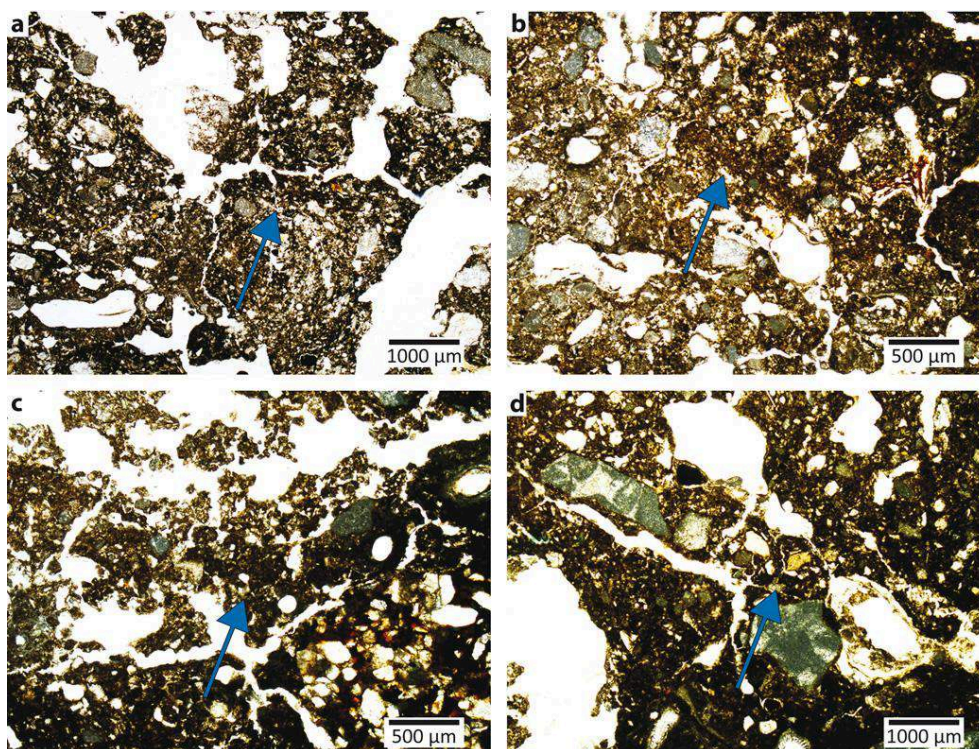
- *Les surfaces d'activité peu piétinées* sont marquées par une faible réorganisation : croûtes structurales argilo-poussiéreuses parfois discontinues et absence de micro-vestiges (figure 17a).
- *Les surfaces d'activité modérément piétinées* sont exprimées par des croûtes structurales, une réorganisation subhorizontale de la microstructure (figure 17b, c) et quelques micro-artefacts : fines esquilles osseuses dont certaines sont brûlées, fragments de charbons de bois (300-500 µm) et esquilles de silex (750 µm) (figure 17d).

Tableau 6 - Micro-faciès de surface d'occupation

Type	Séquence	Caractères morpho-sédimentaires	Constituants anthropiques
II.3.1. <i>Intensité faible</i>	MM8 US 11 <i>Ums 8.3</i>	Rejets Type A Fragments de croûte structurale argilo-poussiéreuse.	Absent
	MM7 US 11 <i>Ums 7.10, 7,9</i>	Rejets Type C Fragment de croûte structurale en place (argilo-poussiéreuse), parfois croûtes texturales (lit argilo-poussiéreux).	Absent
Faible réorganisation et absence de micro-artefacts			
II.3.2. <i>Intensité modérée</i>	MM8 US 11 <i>Ums 8.7, 8.8 et 8.9</i>	Rejets Type B Porosité fissurale subparallèle et horizontale, tend à une microstructure prismatique fine, localement croûtes structurales de surface (argilo-poussiéreuse) dont certaines sont cassées et légèrement basculée.	- Fragment d'os de couleur brun/orangé (brûlé vers 300 °C) -Esquille de silex (750 µm)
	MM8 US 11 <i>Ums 8.4</i> MM5 US 15 <i>Ums 5.12, 5.11, 5.10, 5.9, 5.8, 5.7</i>	Rejets Type C Fragment de croûte structurale discontinue voire basculée, enrichie en argile et en microparticules organiques sombres associée à de très fines et courtes fissures horizontales et verticales associées à des agrégats arrondis gris carbonatés avec des microparticules organiques, orientation subhorizontale des constituants.	- Gravier calcaire en position subhorizontale - Intégration de fragments d'os
Réorganisation modérée et rares micro-artefacts			

Crédits : M. Onfray

Figure 17 - Analyse micromorphologique. Surface d'activité peu piétinée



a : croûte structurale argilo-limoneuse (MM7, US 11, Ums 10, MPol, LPNA) ; b : croûte structurale basculée (MM5ht, US 15, Ums 11, MPol, LPNA) ; c : croûte structurale discontinue (MM5ht, US 15, Ums 10, MPol, LPNA) ; d : sables grossiers et esquilles d'os au sommet de rejet (MM5ht, US 15, Ums 7, MPol, LPNA)

Crédits : M. Onfray

c - Analyse microstratigraphique

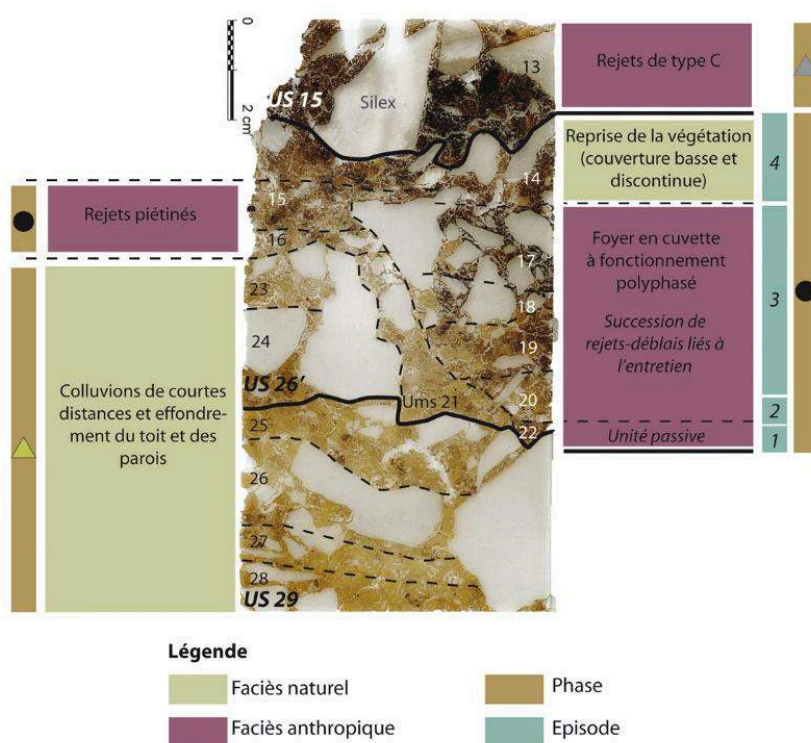
- 32 La mise en séquence et les corrélations microstratigraphiques contribuent à préciser le contexte d'installation de la première occupation magdalénienne (figure 18, 19, 20). Celle-ci s'établit sur de fins apports colluviaux dont la rythmicité est marquée par le développement d'un couvert végétal bas et discontinu (activité racinaire et de faune de subsurface) et par le délitement progressif du toit de l'abri, souligné par des petits cailloux calcaires. La séquence F-G/3 enregistre localement, à son sommet, un épisode de délitage du toit, avec la présence d'une pierre calcaire anguleuse.
- 33 La mise en séquence des US 26' et 11 témoigne de variations latérales dans les processus de formation de cette couche qui relèvent d'activités différentes au sein de l'abri.

Un foyer polyphasé

- 34 L'analyse microstratigraphique de la séquence D/4 met en évidence un foyer à fonctionnement polyphasé (épisode 1, figure 18). Son aménagement est exprimé par le creusement de la fosse dans des apports colluviaux sous-jacents (Ums 5.23 et 5.24). La sole n'a fait l'objet d'aucune préparation et les transformations thermiques qu'elle enregistre (Ums 5.22) apparaissent relativement modérées, comme le souligne la couleur brune des matériaux liée à la brunification de la matière organique (figure 15b). Les activités de curage, suite à son utilisation, ne permettent pas de conserver l'unité

active. L'arrêt momentané d'utilisation du dispositif est marqué par des traits de ruissellements de surface au sommet des résidus. Un réaménagement de la structure (épisode 2) est ensuite enregistré à partir de l'entretien des parois. Il s'exprime par des apports volontaires de matériaux hétérogènes issus des sols environnants et du fonctionnement du foyer (*Ums 5.21*). Son utilisation répétée (épisode 3) est caractérisée par une succession d'accumulations de 1 cm environ de matériaux hétérogènes brûlés et non brûlés, mêlés à des fragments de charbons de bois et d'os brûlés. Elles sont parfois associées à des incisions en V qui témoignent de remaniements mécaniques liés aux activités de curage et de réfection du foyer après chaque utilisation (*Ums 5.20, 5.19, 5.18, 5.17*). Hors de la structure, les sols sont caractérisés par des rejets de résidus de combustion liés à son usage, la partie supérieure étant structurée par le piétinement (*Ums 5.16 et 5.15*). L'abandon de la structure (épisode 4) s'observe par la colonisation du couvert végétal bas discontinu marqué par une porosité racinaire mêlée à des plages excrémentielles d'enchytréides (faune de subsurface ; *Ums 5.14*).

Figure 18 - Microstratigraphie de la séquence MM5



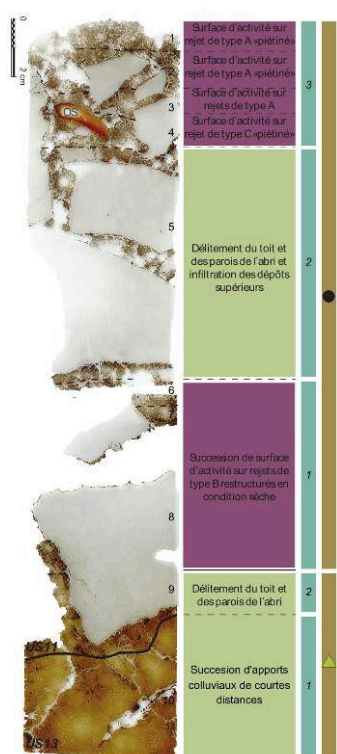
Crédits : M. Onfray

Une zone de rejet

- 35 En revanche, la séquence F-G/3 enregistre plusieurs successions d'apports de rejets entre lesquels s'intercalent des pierres issues du délitage du toit, témoignant ainsi de trois périodes d'occupation de l'US 11 (figure 19, 20). Le premier épisode est constitué de deux apports peu épais de type B (tableau 5 ; *Ums 8,8 à Ums 8.6*). La porosité fissurale fine traduit une structuration en ambiance sèche. La partie supérieure de ces rejets enregistre des phénomènes de type compaction/redistribution compatibles avec les effets du piétinement d'une intensité modérée. Cependant, la localisation de cette

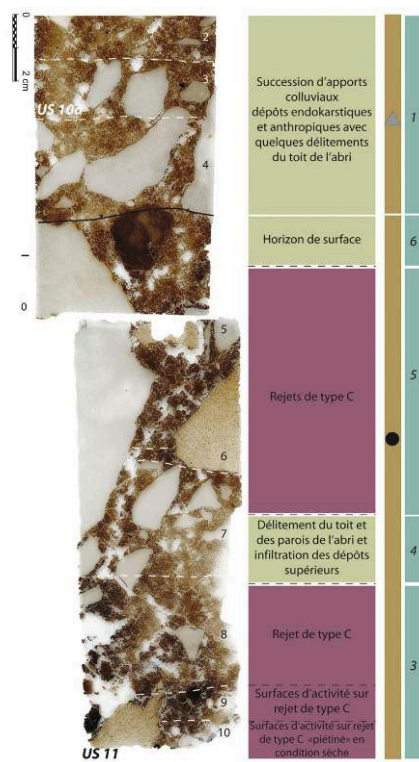
séquence le long de la paroi dans un secteur où la hauteur sous plafond est réduite interroge. Il faut y voir, sans doute, une compaction des rejets à la suite des dépôts. S'ensuit un dépôt de cailloux calcaires résultant de la gélifraction (épisode 2, *Ums 8.5*). Il témoigne d'une période où l'abri est très probablement inoccupé. La porosité d'entassement est ensuite comblée par l'infiltration des rejets de combustion supérieurs. La réoccupation de l'abri (épisode 3) est matérialisée par une succession de quatre rejets de combustion de 1 cm d'épaisseur environ (*Ums 8.4, 8.3, 8.2, 7.10, 7.9 et 7.8*). Des variations dans la nature des rejets sont à noter selon la proportion de résidus de combustion : charbons de bois millimétriques, esquilles osseuses brûlées, agrégats issus du démantèlement de la sole de foyer (agrégats brunifiés riches en microparticules charbonneuses) et plus rarement cailloux de grès molassique brûlés. L'altération thermique des sédiments et du caillou de grès (pigmentation rougeâtre du ciment siliceux, rares fissures et perte partielle du ciment entre les grains) témoigne d'une combustion de forte intensité, comprise entre 400-500 °C et qui peut même atteindre 600 °C, comme le montre un fragment d'os de couleur blanche. Ces rejets évoluent tantôt en condition sèche (développement de la fine porosité fissurale), tantôt en condition plus humide (traits de redistribution argilo-poussiéreuse en surface). La partie supérieure de ces rejets présente également une structuration typique de celles des piétinements suggérant des phénomènes de compaction/redistribution. De nouveaux délitements (*Ums 7.7*) du toit de l'abri sont enregistrés, que l'on peut corréliser à un nouvel épisode d'inoccupation de l'abri. La dernière période d'occupation enregistrée pour cette phase présente une succession de deux rejets de combustion de type C (tableau 5), particulièrement riches en résidus de combustion et en agrégats de sole brunifiés (*Ums 7.6 et 7.5*). L'abandon de l'abri (épisode 6) se traduit ici par le développement d'un horizon de surface au sommet de ces rejets, caractérisé par la colonisation d'un couvert végétal bas discontinu.

Figure 19 - Microstratigraphie de la séquence MM7



Crédits : M. Onfray

Figure 20 - Microstratigraphie de la séquence MM8



Crédits : M. Onfray

3 - Discussion-conclusion

- 36 La démarche géoarchéologique engagée sur le site des Douattes met en lumière le potentiel d'étude des enregistrements sédimentaires à différentes échelles de lecture. Cette résolution permet de mieux apprécier l'interaction entre les activités humaines et les agents naturels dans la constitution des archives sédimentaires.
- 37 En première instance, l'étude de la géométrie des dépôts et les analyses sédimentologiques ont permis de poser le cadre chrono-stratigraphique et de discriminer dix phases de sédimentation dans lesquelles s'insèrent, à plusieurs reprises, les vestiges magdaléniens (phases sédimentaires III, IV, VI) et aziliens (phases sédimentaires VII, VIII). Le contexte sédimentaire naturel du remplissage montre le passage d'une sédimentation argilo-limoneuse, peu carbonatée (phase I), enrichie en lithoclastes (diamicton à support matriciel) issus du plafond et des parois (phase II), à une sédimentation très fortement carbonatée (phases VII, VIII, IX, X; cailloutis à matrice tufeuse, diamicton à support clastique). La mise en parallèle entre le gradient d'augmentation des teneurs en carbonates et les dates radiocarbone nous incite à penser que le passage de la sédimentation à dominante argileuse faiblement carbonatée et la sédimentation à matrice sablo-limoneuse tufeuse pourrait être le corollaire du réchauffement climatique entre le Dryas ancien inférieur et le Bølling, bien que la corrélation avec d'autres paramètres fasse défaut pour pouvoir l'affirmer. L'absence de données palynologiques et les assemblages fauniques trop restreints ne permettent pas d'apporter des éléments pour statuer.
- 38 En deuxième instance, la lecture anthropologique des enregistrements sédimentaires de la première occupation magdalénienne (phase III) apporte plusieurs éléments pour discuter de l'organisation de l'espace et des périodes de fréquentation de l'abri.
- 39 Le caractère sombre et relativement homogène des dépôts (US 26' et 11) révèle de processus de formation complexes. La couleur brun-noir des sédiments s'explique par la présence de produits issus de l'usage du feu : charbons de bois et surtout de micro-charbons de bois (2-5 % de particules de la taille des limons grossiers) qui produit un fond poussiéreux de la masse fine et des plages sédimentaires brunifiées. Ces éléments sont retrouvés au sein et à proximité de la structure de combustion, dans les rejets de combustion, mais aussi en proportion plus ou moins importante dans les apports colluvio-alluviaux mis en place entre les périodes de non-occupation de l'abri. Il ne faut cependant pas sous-estimer la présence de matière organique non carbonneuse, mise en évidence par les analyses chimiques, pour expliquer la teinte sombre du sédiment de certaines US de la phase III, surtout à l'angle sud-ouest de l'abri. Cette matière organique, vraisemblablement issue de la dégradation de débris végétaux divers libère des tannins (Selosse, 2019) qui, liés ou non à des ions métalliques, contribue à la teinte sombre de ces horizons. La question se pose alors de son origine, naturelle ou apports anthropiques (litières ?), dans l'abri.
- 40 La diversité et l'organisation des microfaciès reconnus sembleraient mettre en évidence une partition des espaces. Un foyer est identifié au sommet d'une petite élévation tandis que la partie basse enregistre uniquement des rejets de combustion. On peut ainsi s'interroger dans quelle mesure le foyer a été volontairement installé sur un « point haut » de l'abri.

- 41 Si les dépôts de la phase III correspondent à une première occupation magdalénienne, l'analyse microstratigraphique des rejets de combustion permet de révéler trois épisodes de fréquentation de l'abri. La diversité des provenances géographiques des ressources lithiques utilisées par les Magdaléniens de ce niveau (Mevel *et al.*, en préparation) nous incitait en effet à percevoir cet assemblage comme le résultat d'occupations multiples. Par ailleurs, même si ces données doivent être maniées avec précaution, les datations de la phase III (figure 13) s'échelonnent dans un temps assez long qui ne contredit pas le séquençage proposé par la micromorphologie. L'étude des assemblages – en cours – en tiendra compte au moment des interprétations sur le fonctionnement de ce niveau.
- 42 Pour sa part, le fonctionnement de la structure de combustion se rapproche de celui décrit pour les foyers en cuvette à fonctionnement polyphasé mentionné sur le site de Monruz (Wattez, 2007). Il reste néanmoins difficile de rattacher l'usage de ce foyer à un ou plusieurs épisodes de rejets de la coupe F-G/3. Les périodes d'inoccupation de l'abri sont marquées soit par des délitements de toit et des parois calcaires, soit par le développement d'horizons de surface liés à la reprise de la pédogénèse. On peut s'interroger si les différents passages correspondent à la fréquentation d'un ou de plusieurs groupes humains. Néanmoins, il est possible de retenir l'idée d'une persistance de la perception de l'espace dans le temps. En effet, les effondrements de pierres ne couvrent pas complètement les couches d'occupation, laissant visible la couleur noire du sol ; ainsi, dans le secteur F-G/3 la succession des rejets, pour chacune des occupations, témoigne d'une continuité d'une activité au sein du même espace.
- 43 Ces premiers résultats seront enrichis par ceux acquis à partir des analyses réalisées sur les ensembles sédimentaires plus récents de l'abri. Ils nous permettront de percevoir les variations dans le degré d'anthropisation des unités sédimentaires. Par exemple, si des structures de combustion ont été identifiées dans des ensembles plus récents (phase IV/US 22), les matrices sédimentaires n'ont pas été affectées de la même manière. Il conviendra, ainsi, d'interroger les raisons de ces variations qui pourraient être liées à l'intensité de l'usage de ces structures ou à des fonctions différentes.
- 44 Enfin, ces premiers résultats devraient nous encourager à développer ces analyses à haute-résolution de manière systématique dans ces contextes. En effet, si l'intégrité des ensembles sédimentaires entre eux est fréquemment interrogée (Bordes, 2002 ; Klaric, 2003 ; Mevel, 2017), une lecture plus fine à l'échelle de chacun des ensembles permet de raffiner la périodisation à l'échelle de l'unité sédimentaire et, a minima, d'obtenir une perception plus objective de la fréquence des occupations qu'elles renferment. On pourrait ainsi obtenir un nombre minimal d'occupations qui permettrait, en corollaire, d'appréhender avec plus de finesse les corpus archéologiques conservés au sein de ces ensembles et à une plus large échelle, les dynamiques d'occupation de ces espaces.

BIBLIOGRAPHIE

- Affolter J., 2009 – Les Douattes (Musièges – Haute-Savoie) : les séries magdaléniennes et aziliennes des fouilles Jayet et Pion (1999-2002) in Pion G. et Mevel L. (coord.), *La fin du Paléolithique supérieur dans les alpes du nord, le jura méridional et les régions limitrophes. Approches culturelles et environnementales*, Paris, Mémoire de la Société préhistorique française, 50, p. 161-172.
- Angelucci D., 2003 – Geoarchaeology and micromorphology of Abric de la Cativera (Catalonia, Spain), *Catena*, 54, 573-601.
- Bergadà M.M., Villaverde V., Román D., 2013 - Microstratigraphy of the Magdalenian sequence at Cendres Cave (Teulada-Moraira, Alicante, Spain) : Formation and diagenesis, *Quaternary International*, 315, 56-75.
- Bertran P., Texier J.-P., 2004 - Caractérisation des dépôts. in : Bertran P. (sous la direction de). *Dépôts de pente continentaux. Dynamique et faciès*. Quaternaire, hors-série n° 1, p. 7-18.
- Blondel T., 1988 – La montagne du Vuache (Jura méridional) : un exemple de structure géologique d'apparence simple mais de formation complexe. *Le Globe, Revue genevoise de Géographie*, 128, 16-38.
- Bordes J.-G., 2002 – *les interstratifications Châtelperronien/Aurignacien du Roc-de-Combe et du Piage (Lot, France) : analyse taphonomique des industries lithiques, conséquences archéologiques*, Thèse de doctorat, Université de Bordeaux 1, 364 p.
- Boschian, G., 1997 – Sedimentology and soil micromorphology of the late Pleistocene and early Holocene deposits of Grotta dell'Edera (Trieste Karst, NE Italy), *Geoarchaeology*, 12, 227-249.
- Bullock P., Fedoroff N., Jonguerius A., Stoops G., Tursina T., Babel U., 1985 - *Handbook for soil thin section description*, Albrighton, Waine Research, 152 p.
- Cammis C., Wattez J., Courty M.-A., 1996 - L'enregistrement sédimentaire des modes d'occupation de l'espace, *Paleoecology*, 3, 81-86.
- Campy M., 1989 – Étude sédimentologique du remplissage, *Gallia Préhistoire*, Suppl. 27, 27-48.
- Charollais J., Wernli R., Mastrangelo B., Metzger J., Busnardo R., Clavel B., Conrad M., Davaud E., Granier B., Saint Martin M., Weidmann M., 2013 – Présentation d'une nouvelle carte géologique du Vuache et du Mont de Musièges (Haute-Savoie, France). Stratigraphie et tectonique. Genève, *Archive des Sciences*, 66, 1-64.
- Courty M.-A., Goldberg P., Macphail R., 1989 - *Soils and micromorphology in archaeology*, Cambridge, New York, Cambridge University Press, 344 p.
- Debard E., 1997 - Géoarchéologie des grottes : contexte et sédiments, in Bravard J.-P., Prestreau M. (dir.), *Dynamique du paysage, entretiens de géoarchéologie, table ronde tenue à Lyon, 17-18 novembre 1995*, Lyon, Alpara, 11-22.
- Enay R., Donze P., 1972 – Carte géologique à 1 : 50 000, feuille de Seyssel, XXXIII – 30 et notice explicative, Orléans, *Bureau des Recherches Géologiques et Minières*, 16 p.
- Farrand W., 1975 - Sediment analysis of a prehistoric rockshelter: The Abri Pataud. *Quaternary Research*, 5, 1-26.

- Fedoroff N., Courty M.-A., 1979 - Organisation du sol aux échelles microscopiques, in Bonneau M., Souchier B. (dir.), *Pédologie, 2 - Constituants et propriétés des sols*, Paris, Masson, 349-375.
- Ferrier C., 2002 - Les dépôts d'entrée de grotte, in Miskovsky J.-C. (dir.), *Géologie de la préhistoire : méthodes, techniques, applications*, Paris, Géopré. Association pour l'Étude de l'Environnement Géologique de la Préhistoire, 189-205.
- Gé T., Courty M.-A., Matthews W., Wattez J., 1993 - Sedimentary formation processes of occupation surfaces, in Goldberg P., Péraglia M. D. (dir.), *Formation processes in archaeological context*, Madison, Prehistory press (*Monographs in world archaeology*, 17), 149-163.
- Gignoux M., Moret L., 1939 - L'Oligocène du bassin du Rhône entre Genève et Seyssel, *Les Études rhodaniennes* 15 (1-3), 139-144.
- Goldberg P., 2001 - Some micromorphological aspects of prehistoric cave deposits, *Cahiers d'Archéologie du CELAT* 10, 161-175.
- Goldberg P., Sherwood S.C., 2006 - Deciphering human prehistory through the geoarchaeological study of cave sediments, *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews*, 15, 1, 20-36.
- Jayet A., 1943 - Le Paléolithique de la région de Genève, *Le Globe*, Organe SOC. GEO. GENEVE, 82, 71 p., 19 fig.
- Karkanis P., Goldberg P., 2013 - Micromorphology of cave sediments, in Shroder J. F. (dir.), *Treatise on Geomorphology*, San Diego, Academic Press (*Karst Geomorphology*), 286-297.
- Klaric L., 2003 - *L'unité technique des industries à burins du Raysse dans leur contexte diachronique. Réflexions sur la diversité culturelle au Gravettien à partir des données de la Picardie, d'Arcy-sur-Cure, de Brasempouy et du Cirque de la Patrie*, Thèse de doctorat de l'Université de Paris I, 419 p.
- Lanos Ph., Dufresne Ph., 2019 - ChronoModel version 2.0: Software for Chronological Modelling of Archaeological Data using Bayesian Statistics. Available from <https://chronomodel.com/>
- Laville H., 1976 - Deposits in calcareous rock shelters: analytical methods and climatic interpretation, in Davidson, D. A., Shackley, M. L. (dir.) *Geoarchaeology*, Duckworth, London 137-155.
- Le Fillâtre V., 2002 - Les remplissages de l'endokarst. Signification et diversité, in Miskovsky J.-C., (dir.), *Géologie de la préhistoire : méthodes, techniques, applications*, Paris, Géopré. Association pour l'Étude de l'Environnement Géologique de la Préhistoire, 207-232.
- Macphail R. I., Hather J., Hillson S., 1994 - The Upper Pleistocene Deposits at Arene Candide: Soil Micromorphology of Some Samples from the Cardini 1940-42 Excavation. *Quaternaria Nova* IV, 79-100.
- Mallol C., Goldberg P., 2017 - Cave and Rock Shelter Sediments, in Nicosia C., Stoops G. (dir.), *Archaeological Soil & Sediment Micromorphology*, Hoboken, NJ Chichester, West Sussex, Ed. Wiley-Blackwell, 359-381.
- Mével L., 2017 - *Des sociétés en mouvement. Évolution des sociétés magdaléniennes et aziliennes des Alpes du nord françaises*, Paris, éditions du CTHS, 329 p.
- Mével L. (dir.), 2010 - Rapport de la campagne de fouilles 2010 de l'abri des Douattes (Musièges, Haute-Savoie), Lyon, SRA Rhône-Alpes, 172 p.
- Moulin B., 2019 - Étude sédimentologique du remplissage de l'abri des Douattes. Bilan d'ensemble des campagnes 2006-2016 (rapport interne, inédit).

- Nicosia C., Stoops G. (dir.). 2017 - *Archaeological Soil & Sediment Micromorphology, First edition*, Hoboken, NJ Chichester, West Sussex, Ed. Wiley-Blackwell, 496 p.
- Onfray M., 2017 — *Du sol à la reconstitution de l'espace habité : géoarchéologie des modes d'occupation de la fin du Néolithique (3600-2250 av. n.-è.) dans le Sud-Ouest du Bassin parisien*, Thèse de doctorat, Paris, université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 673 p.
- Onfray M., 2019 - Revisiter le paradigme du « sol néolithique disparu » : géoarchéologie des modes d'occupation de la fin du Néolithique dans le sud-ouest du Bassin parisien, le cas du site « les Grands Noyers » à Gas (Eure-et-Loir), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 116, 1, 41-72.
- Rouch-Zurcher M., 2000 – *Paléolithique et Mésolithique du Bassin supérieur du Rhône*, Diplôme de l'École du Louvre, Paris, 3 tomes.
- Selosse M.-A., 2019 – *Les goûts et les couleurs du monde. Une histoire naturelle des tannins, de l'écologie à la santé*. Actes Sud, 351 p.
- Sordoillet D., 1997 - Formation des dépôts archéologiques en Grotte, in Bravard J.-P., Prestreau M., (dir.), *Dynamique du paysage, entretiens de géoarchéologie, table ronde tenue à Lyon, 17-18 novembre 1995*, Lyon, Alpara, 39-57.
- Sordoillet D., 2009 - *Géoarchéologie de sites préhistoriques le Gardon, Ain, Montou, Pyrénées-Orientales et Saint-Alban, Isère*, Paris, Éd. de la Maison des sciences de l'homme (Documents d'archéologie française, 103), 188 p.
- Stoops G., 2003 - *Guidelines for analysis and description of soil and regolith thin sections*, Madison, Soil Science Soc. of America, 184 p.
- Verrecchia E., 2002 – Géodynamique du carbonate de calcium à la surface des continents, in Miskovsky, J.-C. (Ed.), *Géologie de la préhistoire : méthodes, techniques, applications*, Paris, GéoPré. Association pour l'Étude de l'Environnement Géologique de la Préhistoire, 233-258.
- Wattez J., 1992 - *Dynamique de formation des structures de combustion de la fin du Paléolithique au Néolithique moyen : approche méthodologique et implications culturelles*, Thèse de doctorat, Paris, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 442 p.
- Wattez J., 2004 - Enregistrement sédimentaire des structures de combustion et fonctionnement de l'espace dans les campements de la fin du Paléolithique : exemples des sites magdaléniens de Monruz (Neuchâtel, Suisse) et d'Étiolles (Soisy-sur-Seine, France) et du site azilien du Closeau (Rueil-Malmaison, Hauts-de-Seine, France), in Bodu P., Constantin C. (dir.), *Approches fonctionnelles en préhistoire, XXVe Congrès Préhistorique de France - Nanterre 24-26 novembre 2000*, Paris, Société préhistorique française, 225-237.
- Wattez J., 2007 - Étude microstratigraphique des structures de combustion et des sols d'occupation, in Plumettaz N. (dir.) *Le Site magdalénien de Monruz ; 2 : Étude des foyers à partir de l'analyse des pierres et de leurs remontages*, Neuchâtel, Office et musée cantonal d'archéologie, 211-255.

NOTES

1. Nous remercions Philippe Rentzel et Mme Beatrix Ritter pour les analyses effectuées par l'IPNA (Université de Bâle, CH).
2. Le numéro d'Ums est constitué du numéro du bloc et d'une numérotation continue de haut en bas par séquence.

RÉSUMÉS

La dynamique de remplissage d'un abri-sous-roche, occupé au cours du Paléolithique récent-final, résulte de l'interaction de processus naturels liés au fonctionnement intrinsèque de l'abri et des activités humaines. L'occupation temporaire et répétée conduit ainsi à la formation de stratigraphie complexe. C'est pourquoi, pour dépasser les premières questions d'ordre taphonomique, une enquête géoarchéologique fondée sur une lecture multi-scalaire de la stratigraphie archéologique a été engagée sur le site des « Douattes », à Musièges, afin de documenter la nature des activités et les rythmes d'occupation. La synthèse des données permet de proposer un cadre morpho-sédimentaire et chronostratigraphique rigoureux. Ainsi, trois grandes phases d'occupation de l'abri au cours du Magdalénien supérieur sont reconnues, entre lesquelles s'intercale une reprise de la dynamique karstique. Les dépôts sédimentaires contenant les premiers vestiges magdaléniens sont en réalité constitués d'une succession d'épisodes d'occupations. Au sein de ces dépôts, un foyer en cuvette et une zone de rejet de combustions le long de la paroi ont pu être mis en évidence grâce à l'analyse micromorphologique.

INDEX

Mots-clés : Abri-sous-roche, Jura méridional, Magdalénien, Géoarchéologie, Sédimentologie, Micromorphologie, sol d'habitat, structure de combustion, rythmes d'occupation

AUTEURS

BERNARD MOULIN

chercheur indépendant / bernard.moulin88@sfr.fr

MARYLISE ONFRAY

chargée d'opération et de recherche, Inrap Bretagne, UMR 6554 LETG-Brest / marylise.onfray@univ-brest.fr

LUDOVIC MEVEL

chargé de recherche CNRS, UMR 8068 TEMPS / ludovic.mevel@cnrs.fr

Géoarchéologie de « l’habiter » de la fin du Néolithique : approche palethnologique des enregistrements sédimentaires. L’exemple du site peu stratifié à concentration de mobilier de Poupry – Vers Artenay (Bassin parisien)

Marylise Onfray

L’auteure tient à remercier Julia Wattez pour son encadrement tout au long du doctorat ainsi que Gabriel Chamaux et toute son équipe pour son accueil et sa disponibilité lors de la fouille et l’étude du site de Poupry – Vers Artenay, ainsi que les deux relectrices pour leurs remarques pertinentes.

Introduction

- 1 La période néolithique est marquée par la sédentarisation des communautés humaines et le développement d’une architecture pérenne. L’habitat, défini comme un « ensemble et arrangement des habitations dans un espace donné » (Brunet *et al.*, 2013 ; 249), est alors au cœur des problématiques de recherche pour documenter les modes d’occupation des sols et le fonctionnement socio-économique des sociétés néolithiques (Coudart, 1998 ; Allison, 1999). En France, la reconnaissance et la compréhension des habitats ont été très tôt un domaine de recherche en archéologie préhistorique

(Bailloud, 1964 ; Leroi-Gourhan, 1978) et le demeure actuellement (Lemerrier *et al.* dir., 2018).

- 2 Depuis la fin des années 1980, les enregistrements sédimentaires sont considérés comme de véritables documents archéologiques et culturels (Brochier, 1988 ; 1994 ; Cammas, Wattez, 2009). Le développement des recherches géoarchéologiques sur les relations sociétés-sols apporte des données fondamentales pour aborder l'aménagement et le fonctionnement de l'espace, alimenter les réflexions concernant la forme et la fonction des occupations et préciser les conditions environnementales de leur implantation (Courty *et al.* 1989 ; Cammas, Wattez, 2009). Pour cela, la micromorphologie des sols est un outil performant pour étudier les archives sédimentaires des sites archéologiques. Différents travaux de recherche à l'échelle internationale ont conduit à la mise en place de référentiels et de modèles qualitatifs des modes de formation des sols et des structures archéologiques, en particulier pour la Préhistoire, selon plusieurs types d'activités : activités liées au feu (combustion, rejets, piétinements ; Wattez, 1992), activités agricoles (travail du sol ; Gebhardt, 1991). D'une part, ils ont permis d'aborder la question du sol d'occupation (Gé *et al.*, 1993 ; Wattez, 1992 ; 2004) et de délimiter son fonctionnement selon les activités, la nature des espaces et les rythmes d'occupation pour les sols paléolithiques et urbains. Ainsi ces recherches ont été menées en contexte spécifique : grotte (Karkanas, 2006 ; Karkanas, Goldberg, 2013 ; Sordoillet, 2009), tells protohistoriques (Matthews 1992 ; Matthews *et al.*, 1997 ; Stordeur et Wattez, 1998 ; Matthews, 2001 ; Shahack-Gross *et al.*, 2005 ; Shillito *et al.*, 2011 ; Shillito, Matthews, 2013 ; Shillito, Ryan, 2013) et occupations de plein air (Wattez et Onfray, 2014 ; Wattez, 2014 ; Walicka *et al.*, 2012). D'autre part, le développement de l'approche technologique des matériaux de construction en terre a permis d'aborder les questions d'aménagement de l'espace en précisant, d'une part, l'origine des matériaux et les modalités de leur exploitation et, d'autre part, les techniques constructives employées (mur, sol, toiture... ; Friesem *et al.*, 2011 ; 2014 ; Love, 2012 ; Wattez, 2003, 2009 ; Wattez *et al.*, 2018).
- 3 Néanmoins, ces recherches n'ont eu que peu l'occasion (Matthews, 2012) d'aborder dans le même temps les murs, les sols, les structures, limitant par conséquent l'implication de la géoarchéologie dans la restitution du fonctionnement de l'habitat. En prenant appui sur les concepts portés par les géographes et les anthropologues autour de la question de l'habiter et l'habitat et sur l'approche palethnographique développée par les préhistoriens sur les campements des sociétés chasseurs-cueilleurs à partir de la répartition des vestiges (Leroi-Gourhan et Brézillon, 1972 ; La Motta, Schiffer, 1999), l'objectif de cet article est de présenter le potentiel de la démarche géoarchéologique de l'habiter appliquée dans un contexte où les connaissances sur l'habitat sont limitées et les sites difficiles à lire : le sud-ouest du Bassin parisien au Néolithique final avec pour exemple le site peu stratifié à concentration de mobilier de Poupry – Vers Artenay.

1 - De l'habiter à l'approche palethnologique de l'habitat

- 4 Cette première partie d'article s'attache à présenter le cadre théorique interdisciplinaire dans laquelle s'inscrit la démarche géoarchéologique de l'habiter que nous souhaitons engager.
- 5 Habiter est certes un terme usuel, mais il renvoie en réalité à une notion complexe qui traverse les sciences sociales de la philosophie à la géographie, en passant par l'anthropologie, l'architecture ou la sociologie (Lazzarotti, 2006). Si deux approches se distinguent, l'une métaphysique (voir les travaux d'A. Berque ou T. Paquot) et l'autre pragmatique, nous retiendrons ici la seconde qui est en écho avec notre démarche géoarchéologique. Pour Mathis Stock, géographe, « habiter c'est pratiquer des lieux géographiques » (2004). Autrement dit le rapport aux lieux n'est pas intrinsèque, mais forcément relié à des pratiques et à un projet de vie (*ibid.*). Ainsi, la prise en compte des pratiques dans leurs dimensions à la fois spatiale et temporelle transforme le lieu en espace selon les philosophes, M. de Certeau et M. Stock (Certeau de, 2010 ; Stock, 2004).
- 6 Habiter se traduit par l'inscription de lignes et de surfaces sur et dans le sol, « c'est écrire sur la terre parfois en puissants caractères, et y laisser des images... » (Besse, 2013 : 10). Le rôle imputé à l'architecture est alors de créer des limites qui permettent de clarifier et de maintenir les espaces et les relations entre les groupes humains et l'espace (Guidoni et Yvoire, 1995). Comme le souligne A. Rapoport, « [the boundaries] may be merely know, or marked more or less clearly, or defined physically by walls, fences, hedges, doors, gates, etc. » (Rapoport, 1994 : 472). Cela conduit à identifier trois types de marqueurs pour délimiter l'espace : les éléments fixes (murs), les éléments semi-fixes (foyer, banquette...) et les éléments non fixes (Rapoport, 1999). À l'intérieur même des espaces construits/architecturés, d'autres espaces se forment et développent ainsi des espaces de vies (Besse, 2013). Si l'architecture établit des limites, et donc, des espaces limités, cela n'empêche pas la présence d'espaces qui sont sans limites physiques, mais qui peuvent être organisés (Kent, 1993). A. Rapoport rappelle également que les limites visent à différencier des espaces physiques, mais également « enclose social, cognitive, symbolic or other domains » (Rapoport, 1994 : 472). Ainsi, le fait d'habiter produit un « built environment (espace construit) » (Rapoport, 1983 ; 1994) soumis par quatre éléments : l'espace, le temps, la signification et la communication (Rapoport, 1994). Si celui-ci est l'expression physique de l'organisation de l'espace, il inclut *de facto* l'organisation temporelle (Rapoport, 1994). Cela rejoint alors l'idée de J.-M. Besse pour qui la notion d'entretien de cet espace habité (Besse, 2013 ; 153 et 32) est encore plus essentielle que de construire son environnement.
- 7 Par ailleurs, l'organisation spatiale des espaces produits est influencée par des choix d'ordre matériel, écologique, symbolique ou culturel (Rapoport, 1994). Ceci conduit à différencier des espaces : intérieurs/extérieurs, publics/privés, sacrés/profanes, « à nous/à eux » et ainsi à leur conférer des statuts intrinsèques (Kent, 1993 ; Houssay-Holzschuch, 2005 ; Coudart, 1993, 1998).
- 8 Les géographes établissent clairement un lien entre l'espace et la culture, défini comme réciproque (Claval, 1995 ; Houssay-Holzschuch, 2005). L'espace est un produit social qui revêt l'empreinte de la culture et la culture intègre des aspects spatiaux. À partir de cette idée, la question de la part de la culture dans la manière de construire et

d'aménager son espace de vie peut se poser. A. Rapoport exprime l'idée que la manière de vivre l'habitat, à savoir pratiquer des activités dans un espace donné, relève du mode de vie (*lifestyle*), qui lui-même, est un des éléments définissant la culture (Rapoport, 1994).

- 9 Ainsi, la manière dont les populations habitent l'espace relève de leur mode de vie et permet d'appréhender un des aspects de leur culture. Face aux vestiges d'habitats néolithiques, l'objectif est d'identifier les limites fixes et semi-fixes qui ont été posées dans l'espace, mais aussi le ou les espaces dans lesquels s'établit le système d'activité. Outre l'étude des plans au sol, l'étude de la répartition des artefacts établie est le principal outil utilisé encore à ce jour pour caractériser les espaces de vie des populations passées (Leroi-Gourhan et Brézillon, 1972 ; La Motta et Schiffer, 1999). L'emploi de ces outils méthodologiques selon une approche palethnographique de l'habitat permet ainsi de mettre en évidence la présence et la succession de sols d'occupation en vue de mener une étude palethnologique des sociétés humaines visant à restituer l'organisation de l'espace en un temps t. De même, l'analyse de l'organisation spatiale contribue à dépasser ces appréciations factuelles pour questionner qualitativement ces espaces, en premier lieu via les artefacts qui permettent d'identifier des structures latentes, reflets « des aires de couchages, des aires de travail plus ou moins spécialisées, des aires de préparation et des aires de consommation de la nourriture et des aires de stockage » (Gallay, 1982 : 1.2). Pour autant, la compréhension de la formation et du fonctionnement de ces espaces passe nécessairement par la prise en compte du sédiment qui contient ces artefacts : les enregistrements sédimentaires, qui sont l'objet d'étude du géoarchéologue.

2 - Démarche de l'étude et méthode d'analyse appliquée à une séquence sédimentaire peu stratifiée

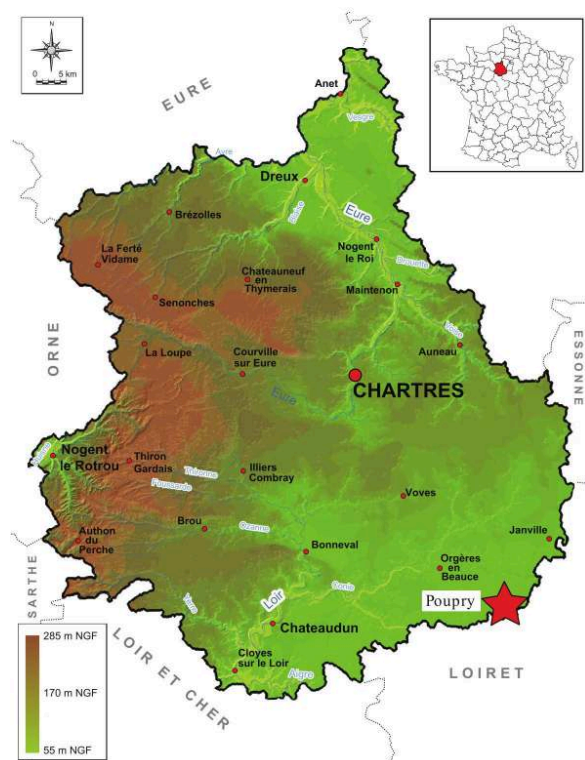
- 10 Cette démarche géoarchéologique prend pleinement appui sur les réflexions d'A. Gallay qui considère l'habitat comme un « fait social total » dans le sens où il est exprimé par M. Mauss comme ce qui relève de tous les niveaux de la culture (Mauss, 1934 ; Gallay, 1982). Elle s'inscrit dans une perspective de restitution palethnologique de l'habitat néolithique dans son cadre paysager. En intégrant le sédiment archéologique comme un proxy d'analyse au même titre que le mobilier archéologique, l'objectif est de mener une étude complète, documentant à la fois les limites posées par les Hommes et les espaces qu'elles dessinent. Il s'agit d'une part de l'architecture du bâtiment (mur, cloison, sol, toiture) tant sur les aspects de formes que des techniques constructives engagées (Leroi-Gourhan, 1945). D'autre part, il est question des sols d'occupation dont la diversité morpho-fonctionnelle et la structuration témoignent de la nature et de la répartition des activités pratiquées et permettent d'aborder la fonction de l'occupation (Bourdieu, 1972 ; Rapoport, 1994).

A - L'exemple de l'occupation du Néolithique final de Poupry

- 11 Pour illustrer cette démarche et la manière dont elle peut être conduite, nous nous appuyons sur le site de Poupry – Vers Artenay qui se caractérise par des stratigraphies peu épaisses et peu différenciées rendant difficile la lecture de terrain. L'occupation est localisée dans le sud de la Beauce, en rebord de la cuvette de Poupry

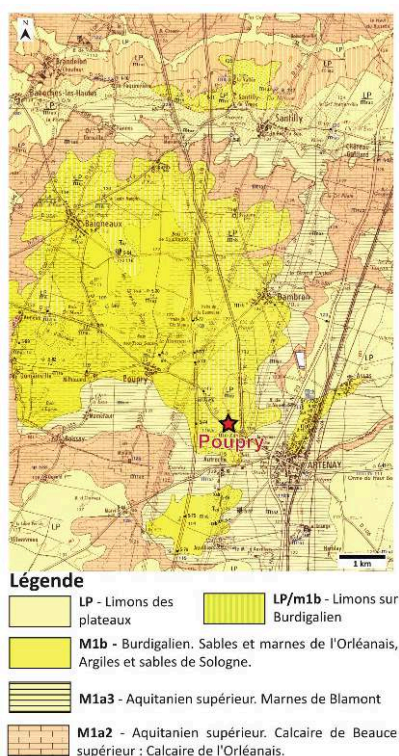
(figure 1 et 2). Cette cuvette est comblée par les marnes burdigaliennes recouvertes par des placages de limons des plateaux sur lequel se développent des calcisols (figure 2).

Figure 1 - Localisation géographique du site de Poupry « Vers Artenay »



G. Chamaux

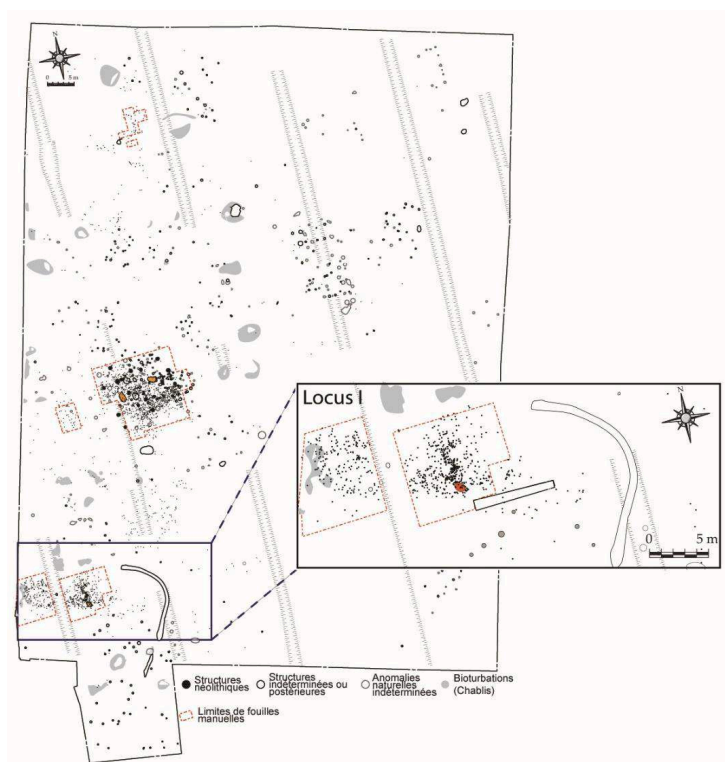
Figure 2 - Extrait de la carte géologique de Neuville-aux-bois avec localisation du site de Poupry



Modifié d'après Ligouis et Gigot, 1978

- 12 L'occupation présente quatre concentrations de mobilier et nous nous attacherons dans cet article à l'une d'entre elles (Locus 1) (figure 3 ; Chamaux dir. 2016 ; Chamaux et Noël, 2016). De forme ovale et d'une surface de 120 m², elle se caractérise par une couche de 20 cm d'épaisseur (US 10004) contenant une forte densité de mobilier céramique, lithique et de faune (762 isolats). Le mobilier est distribué dans une couche de faible épaisseur installée directement au-dessus des marnes de l'Orléanais. Plusieurs indices sur le terrain suggèrent la présence d'un sol d'occupation mais sa nature et sa fonction ne sont pas déterminées. En effet, le mobilier est essentiellement à plat, très faiblement dilaté dans la stratigraphie avec une dispersion lâche et certains des tessons sont de grandes tailles aux cassures fraîches. Une zone ovale de 1 m² environ présente un sédiment de couleur brun rouge conduisant à l'interpréter comme une « zone rubéfiée ». La répartition du mobilier semblerait produire un « effet de paroi » au sud, formant une limite rectiligne de 9 m de longueur. Aucun trou de poteau n'est identifié et la question de la nature de cette concentration de mobilier demeure (figure 3).

Figure 3 - Plan masse et localisation des vestiges néolithiques ; zoom sur le locus 1



G. Chamaux, A. Louis

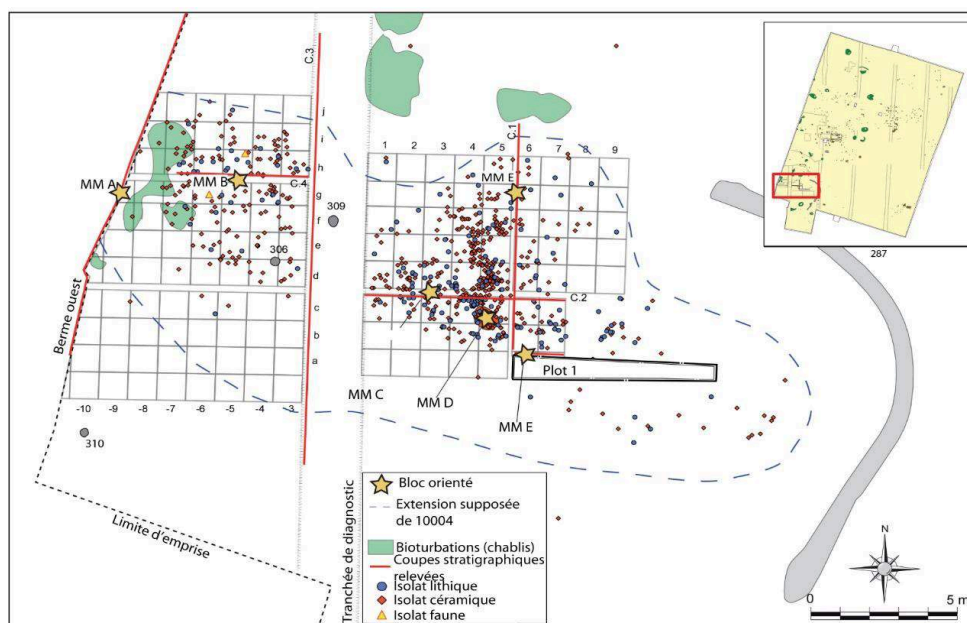
B - Méthode

- 13 Elle s'appuie sur l'étude de plusieurs sites à concentration de mobiliers aux stratigraphies peu développées, entre 0.10 et 0.30 cm, difficiles à lire et où les caractéristiques sédimentaires typiques des sols d'occupation, comme la présence de petits agrégats hétérogènes et une induration des surfaces, ne sont pas reconnues (Onfray 2017 ; 2019 ; 2022). Dans le cas du site de Poupry, en plus de la coupe de limite d'emprise (berme ouest), une berme témoin conservant le niveau de labour est installée au cours du décapage (figure 4 ; figure 5). Ces coupes sont complétées par la mise en place d'une berme en croix au cœur de la concentration de mobilier jusqu'à sa périphérie proche (figure 4 ; figure 5) et permettent ainsi le suivi régulier des enregistrements sédimentaires et leurs variations spatiales. L'étude des séquences sédimentaires est fondée sur une lecture fine et détaillée des attributs morphologiques des sédiments pour identifier des faciès sédimentaires (appelées US). Les critères descriptifs s'appuient à la fois sur les critères archéologiques et pédo-sédimentaires (Baize et Jabiol, 1995). Elle est complétée par la mise en place d'une stratégie d'échantillonnage spatial de blocs orientés pour des analyses micromorphologiques qui vise à comprendre les processus de formation de ces couches selon la densité du matériel : deux prélèvements sont réalisés au cœur de la concentration, un troisième est installé au sein de la zone rubéfiée et trois prélèvements sont effectués en limite de concentration (figure 4). L'ensemble de la stratigraphie depuis le décapage jusqu'à la transition avec le substrat naturel est échantillonné. L'analyse micromorphologique offre un continuum d'observation de la stratigraphie depuis le terrain à l'œil nu,

jusqu'aux échelles microscopiques, en lames minces. Elle propose de restituer les processus de formation des sols d'occupation et des architectures de terre pour documenter les gestes et les pratiques des communautés humaines (Courty *et al.*, 1989 ; Wattez, 1992 ; Gé *et al.*, 1993 ; Cammas et Wattez, 2009). Les observations micromorphologiques s'assoient sur les critères d'identification et les concepts d'interprétation établis en science du sol et en géoarchéologie (Fedoroff, Courty 1979 ; Baize, Jabiol 1995 ; Courty *et al.* 1989 ; Wattez, 1992 ; Gé *et al.*, 1993 ; Sordoillet 2009) fondés sur la description des constituants élémentaires et leur assemblage, la microstructure et les traits sédimentaires et pédologiques (Bullock *et al.*, 1985 ; Stoops, 2003 ; Stoops *et al.* dir. 2010 ; Nicosia et Stoops dir. 2017). L'analyse en lame mince est orientée sur trois focus :

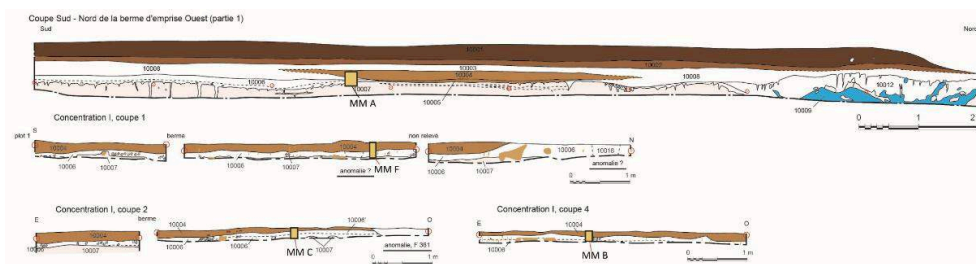
- taphonomique, pour préciser le degré et les modalités de préservation des enregistrements sédimentaires ;
 - technologique, pour déterminer les chaînes opératoires des constructions en terre (Mylona 2018 ; Wattez, 2003 ; 2009 ; Wattez *et al.*, 2018)
 - fonctionnelle, pour identifier la nature des activités et les conditions de milieu (Gé *et al.*, 1993 ; Cammas *et al.*, 1996 ; Matthews *et al.*, 1997 ; Wattez, 1992 et 2004).
- 14 Elle conduit à identifier, au sein de chaque faciès décrit sur le terrain, des micro-faciès naturels et anthropiques présentant des organisations sédimentaires cohérentes à l'échelle des lames minces (Onfray, 2017 ; 2019). Ils sont classés selon la nature et l'intensité des activités (terrassement, architecture, usage du feu, rejet, piétinement...) et les conditions de milieu (conditions climatiques locales) synchrone des activités relatives à l'aménagement, au fonctionnement et à l'abandon de l'habitat. Le phasage des micro-faciès, à partir de l'analyse microstratigraphique permet, d'une part, de retracer l'évolution des séquences sédimentaires au cours de l'occupation (variation ou continuité de l'organisation de l'espace) et d'autre part, de proposer des pistes de restitution de la répartition des activités.

Figure 4 - Plan général du Locus I avec localisation des prélèvements en blocs orientés



G. Chamaux, A. Louis, M. Onfray

Figure 5 - Relevé stratigraphique la coupe de la berme ouest et des coupes des bermes de fouille du Locus 1 avec localisation des prélèvements en bloc orienté

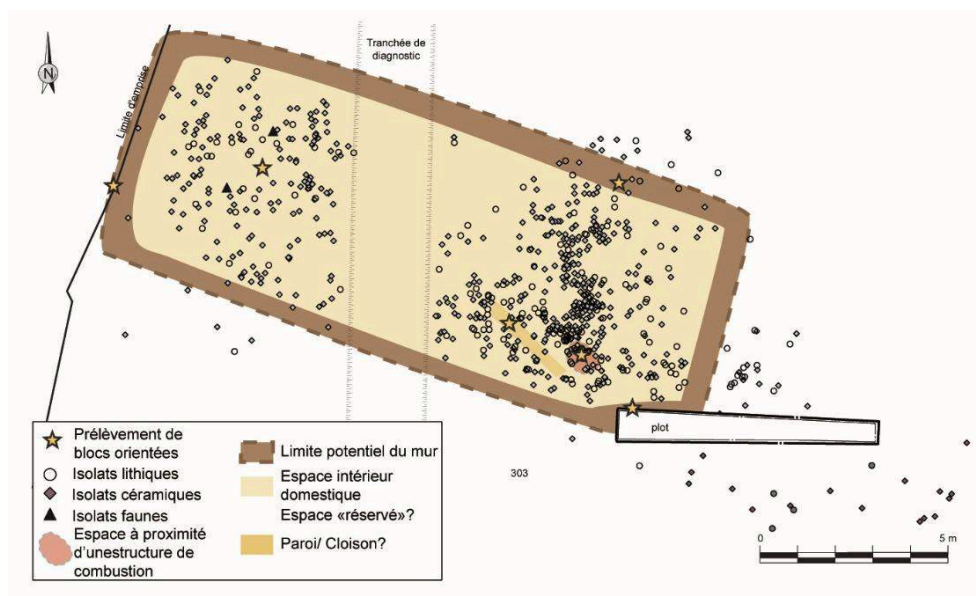


Relevé : Q. Borderie et M. Onfray, DAO : M.-A. Rodot et M. Onfray

3 - De l'implantation à l'abandon d'un bâtiment de terre crue

- 15 Le mobilier archéologique du Locus 1 est contenu dans une couche (US 10004) de couleur brun foncé, de texture limono-argileuse, à structure polyédrique, avec de rares sables calcaires et siliceux carbonatés et quelques agrégats aux revêtements de surface argileux et orangés et des plages localement carbonatées (figure 5). Cette couche de mobilier est installée sur une fine couche de couleur blanche à beige, de texture limono-argileuse, avec des inclusions de limons argileux bruns (US 10006) qui, elle-même, prend place sur la marne blanche à jaunâtre (US 10007). Localement cette fine US 10006 laisse place à une couche (US 10017) de couleur orangée, compacte, de texture limoneuse et peu argileuse, à structure massive avec des taches plus brunes et des re-précipitations carbonatées.
- 16 Lors de la fouille, les sillons réguliers liés à l'usage d'engins agricoles (labour) sont reconnus ainsi que des perturbations biologiques importantes (terriers) conduisant à concentrer les observations sur les secteurs moins perturbés.
- 17 L'échantillonnage spatial (figure 4) a conduit à l'identification de plusieurs micro-faciès anthropiques relevant de l'aménagement (terrassment et construction) et de fonctionnement (surface d'activité) d'un bâtiment contribuant à la reconstitution de son histoire fonctionnelle (figure 6).

Figure 6 - Proposition d'interprétation du locus 1 à partir des données micromorphologiques et du mobilier



G. Chamaux, A. Louis, M. Onfray

A - Travaux préparatoires : terrassement et nivellement du terrain d'assiette

- 18 Cette étape d'implantation est peu abordée dans les réflexions sur la construction d'un bâtiment bien qu'elle soit essentielle. Elle a pour objectif de préparer le terrain en vue de l'assainir et de le stabiliser. L'analyse stratigraphique et microstratigraphique de la transition entre les formations naturelles et la stratigraphie archéologique permet de pister les anomalies de la séquence pédologique et ainsi d'identifier des troncatures résultant de travaux de terrassement. À Poupry, ils s'expriment par une troncature de l'horizon C calcaire qui se caractérise sur plusieurs points observés (MM A, MM B et MM C) par une limite nette et irrégulière formée d'indentations de 1 cm de profondeur environ (tableaux 1 et 2). Elle s'accompagne d'apports de type « colluvions fines » issus des sédiments décaissés. Les irrégularités sont comblées par des agrégats issus des marnes de l'horizon C dans lesquels sont mêlés des agrégats correspondant aux horizons supérieurs d'un calcisol (Po A, Po C et Po D ; figure 7). Ceci explique les caractères de l'US 10006, inclusions limono-argileuses brunes dans un sédiment de couleur blanche située à la base de la couche à concentration de mobilier. La topographie, plane ici, ne semble pas exiger de travaux de nivellement à la différence de ce qui a pu être identifié sur le site de Gas installé sur le replat d'un versant (Onfray, 2019).

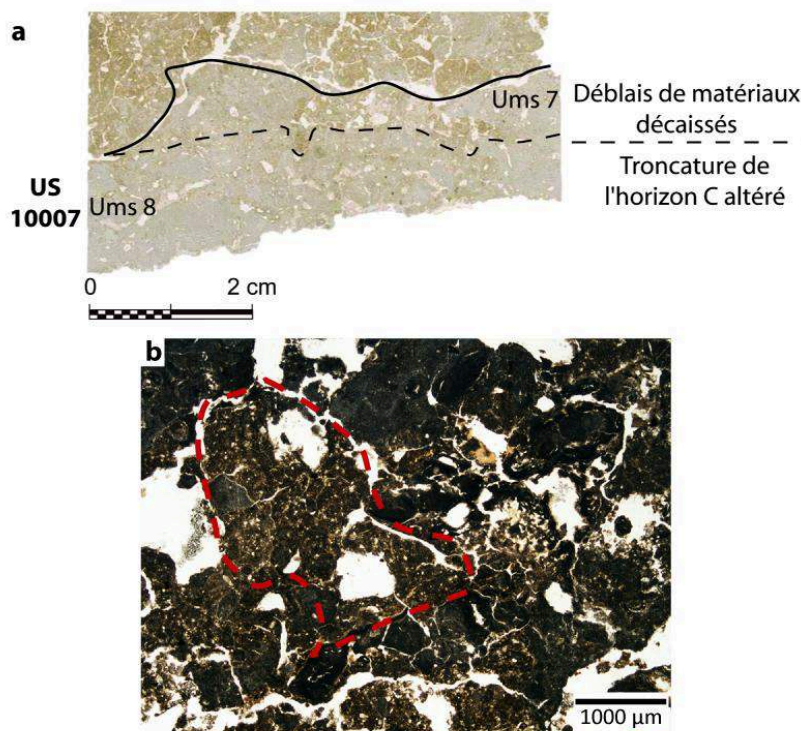
Tableau 1 : Description des faciès pédo-sédimentaires hérités

Type	Caractéristiques pédo-sédimentaires	Origine
Po A	Marne carbonatée de couleur grise	Horizon C Marnes de l'Orléanais (m1b) du Burdigalien
Po B	Argile-limoneuse, de couleur grise à tendance jaune, microstructure massive, 5 % de sables très fins de quartz, 5-10 % de sables moyens de calcaire, chargée en microparticules organiques. Matrice partiellement décarbonatée, carbonates de couleur jaune.	Transition Horizon S calcaire (Sca) / Horizon A Calcisol
Po C	Argile-limoneuse de couleur grise, microstructure massive, avec < 2 % de sables très fins de quartz, 2-5 % de sables fins à moyens de calcaires arrondis et chargé en microparticules organiques	Horizon S calcique (Sci) Calcisol
Po D	Limons-argileux de couleur brun clair, microstructure massive, répartition de quelques sables, 2-5 % de sables très fins à fins de quartz, 2 % de sables moyens de quartz, 5 % de sables fins et moyens de calcaires. Matrice sédimentaire partiellement décarbonatée.	Horizon en cours de décarbonatation développé sur des limons des plateaux
Po E	Limons-sableux, de couleur brun grise, microstructure grumeleuse, décarbonatée, 10-15 % de sables très fins de quartz esquillés. Argile jaune chargée en microparticules organiques.	Horizon S Brunisol
Po F	Limons argileux de couleur grise, carbonatés, plus fins que les faciès D et E, 2-5 % de sables très fins à fins de quartz, 2-5 % de sables moyens à grossiers de calcaires, très rares paillettes de muscovites.	Horizon inférieur carbonaté développé sur des limons des plateaux

Tableau 2 : Description des micro-faciès de terrassement

Séquences observées	Forme des incisions	Taille des incisions	Fond des incisions		Interprétation
MM A, MMB, MM E (US 10007)	Limite nette très irrégulière et ondulée	1 cm	Fissure horizontale		Troncature
	Fragments de l'horizon C (Po A) et agrégats argilo-limoneux de couleur grise à tendance jaune, partiellement décarbonatés, chargés en microparticules organiques (Po B), des agrégats plus rares argilo-limoneux de couleur grise, chargés en microparticules organiques (Po C) ou des limons-argileux de couleur brun clair partiellement décarbonatés (Po D) issus d'horizons pédologiques plus ou moins évolués. 30-40 % de sables grossiers à petits graviers de calcaires	Condition humide et dans certains cas boueuse : forte coalescence entre les agrégats et présence d'intercalations sous forme de lits fins entre les agrégats, associés à une porosité spongieuse et des traits de fluage	1 à 2,7 cm d'épaisseur	Conditions postérieures aux dépôts La partie supérieure de ces déblais est restructurée par les effets mécaniques du piétinement : biocalcifications effondrées, agrégats basculés et microstructure prismatique fine (Figure 135 b et Figure 136 c)	Redistribution

Figure 7 - a : Microstratigraphie de la base de la séquence du Locus 1 (MM A) ; b : Matériaux hétérogènes, microstructure ouverte, agrégat anguleux basculé de marne (MM A, Ums 7, MPol, LPNA)



B - Bâtir en terre

- 19 La périphérie de la concentration de mobilier est le témoin d'une limite fixe. Les trois séquences sédimentaires (MM A, MM E et MM F) présentent les caractéristiques d'aménagement en terre crue que l'on peut interpréter comme des bases de murs. Ils sont installés sur une semelle de fondation de 6 cm d'épaisseur caractérisée par une couche de matériaux hétérogènes issus de sédiments décaissés lors du terrassement (Po C, horizon Sci du calcisol) et de sédiments locaux (Po E, horizon S d'un brunisol) puis, mis en œuvre à la suite d'un mélange modéré à fin sous la forme d'une succession d'apports de 2 cm fortement compactés (tableau 2 et 3 ; figure 8 a et b). Les élévations sont construites en bauge. Les matériaux homogènes sont issus d'un horizon S d'un brunisol (Po E) et font l'objet d'un mélange modéré à fin à l'état très humide à localement boueux. Deux procédés de mises en œuvre se distinguent : la bauge litée et la bauge en motte (tableau 3). La première est reconnue au niveau de l'extension ouest de la concentration de mobilier. Les matériaux sont ici mis en œuvre sous la forme de lit de 5 à 6 cm d'épaisseur déposés à l'état humide compacté par la suite, comme le souligne le développement de la porosité fissurale de chaque lit (figure 8 c et d). Cet aménagement est conservé sur une dizaine de centimètres d'épaisseur. L'installation de la berme ayant sectionné le mur en écharpe ceci explique la forme de l'US 10004 dont les extrémités sont biseautées. La deuxième technique, la bauge en motte, est observée pour l'échantillon localisé en limite sud de la concentration de mobilier, là où était suggéré un « effet de paroi ». Il s'agit ici d'une accumulation de moellons composés d'un emboîtement de plages prismatiques à anguleuses (figure 8 e et f). Cette base de

mur est constituée d'une succession d'assises de 6-6,5 cm de hauteur, conservées sur une hauteur d'environ 24 cm. Dans cette séquence, l'US 10004 correspond à une élévation en terre crue, mais l'US 10002/10003 qui n'avait pas été déterminée sur le terrain présente également des moellons de terre en place (figure 9 a). La reprise de la lecture de la coupe sur photographie, en s'appuyant sur les données micromorphologiques, a permis d'identifier ces moellons de terre (figure 9 b et c). Pour la périphérie nord de la concentration de mobilier, des plages de matériaux travaillés similaires aux autres séquences sont bien identifiées, mais les perturbations post-dépositionnelles (passage de faune) ne permettent pas de préciser les techniques de mise en œuvre (figure 10 c). Ainsi ces limites fixes correspondent à celle d'un bâtiment dont les bases de murs sont en terre crue (figure 6). Il est orienté ouest-est et pourrait mesurer, hors tout, 24 m de long environ pour 7 m de large environ. Il reste néanmoins difficile d'apprécier la largeur des murs.

Tableau 3 - Description des micro-faciès d'aménagement

Stratigraphie	Matériau	Caractéristiques morphologiques	Caractéristiques des surfaces	Ep.	Interprétation
US 10001	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10002	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10003	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10004	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10005	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10006	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10007	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10008	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10009	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10010	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10011	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10012	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10013	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10014	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10015	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10016	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10017	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10018	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10019	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10020	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10021	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10022	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10023	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10024	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10025	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10026	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10027	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10028	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10029	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10030	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10031	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10032	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10033	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10034	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10035	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10036	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10037	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10038	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10039	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10040	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10041	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10042	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10043	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10044	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10045	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10046	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10047	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10048	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10049	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10050	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10051	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10052	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10053	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10054	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10055	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10056	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10057	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10058	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10059	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10060	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10061	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10062	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10063	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10064	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10065	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10066	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10067	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10068	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10069	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10070	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10071	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10072	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10073	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10074	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10075	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10076	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10077	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10078	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10079	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10080	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10081	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10082	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10083	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10084	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10085	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10086	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10087	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10088	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10089	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10090	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10091	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10092	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10093	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10094	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10095	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10096	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10097	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10098	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10099	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	
US 10100	Terre crue	Surface lisse, homogène	Surface lisse, homogène	5-7 cm	

Figure 8 : a - Matériaux hétérogènes issus de l'altération des marnes (MM C, Ums 2) ; b : Plages hétérogènes plus ou moins accommodées, traits de fluage (MM C, Ums 2). c : Plages de redistribution des particules, à porosité spongieuse, liées à l'état semi-saturé des matériaux (MM A, Ums 1) ; d : Limite entre deux apports de matériaux façonnés : porosité fissurale, agrégats anguleux (MM A, Ums 1) ; e : Apport massif compacté à l'état humide : agrégats arrondis (500-1000 μm de section) bien accommodés, fine porosité spongieuse (MM E, Ums 1) ; f : Limite entre deux mottes : développement de la porosité fissurale subparallèle (MM E, Ums 1). Tous les clichés sont MPol, LPNA

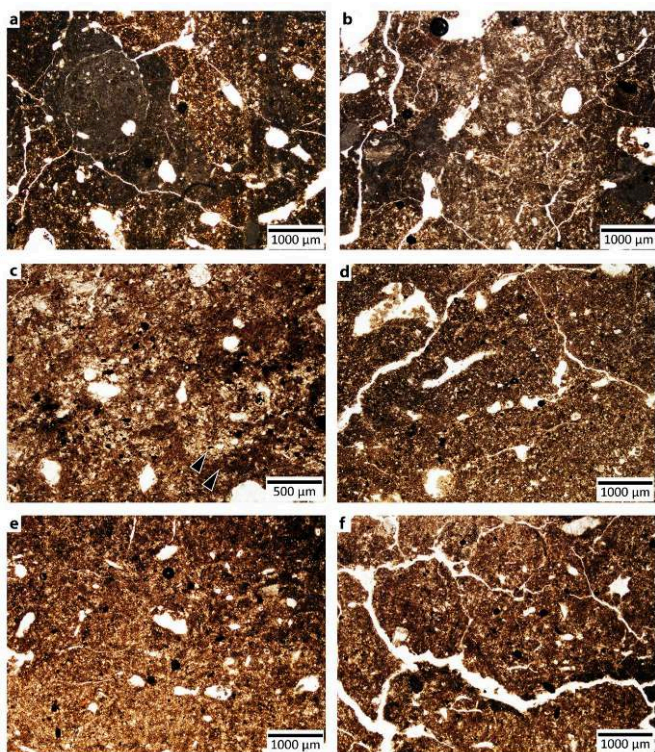
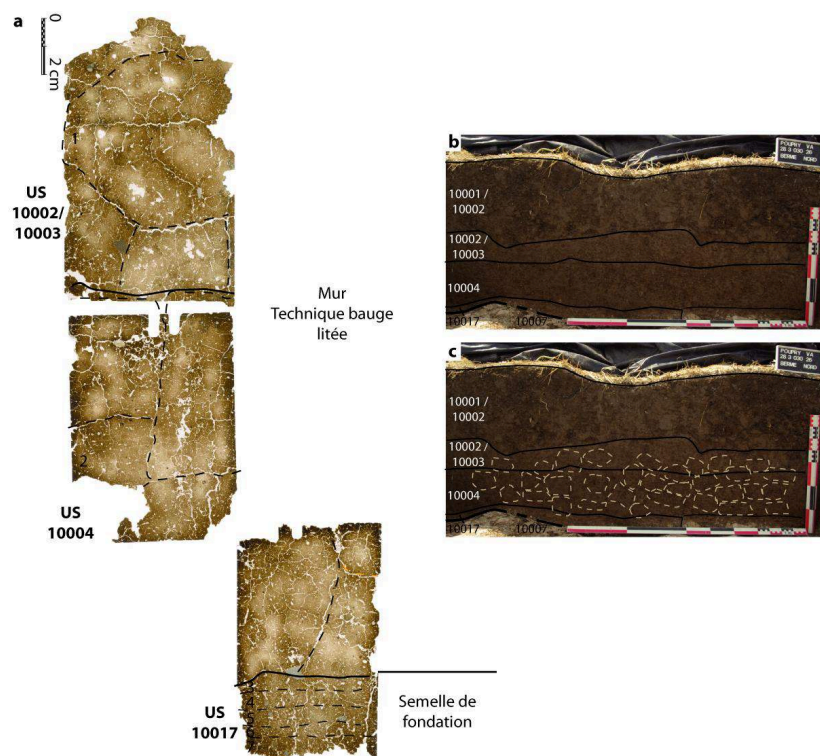
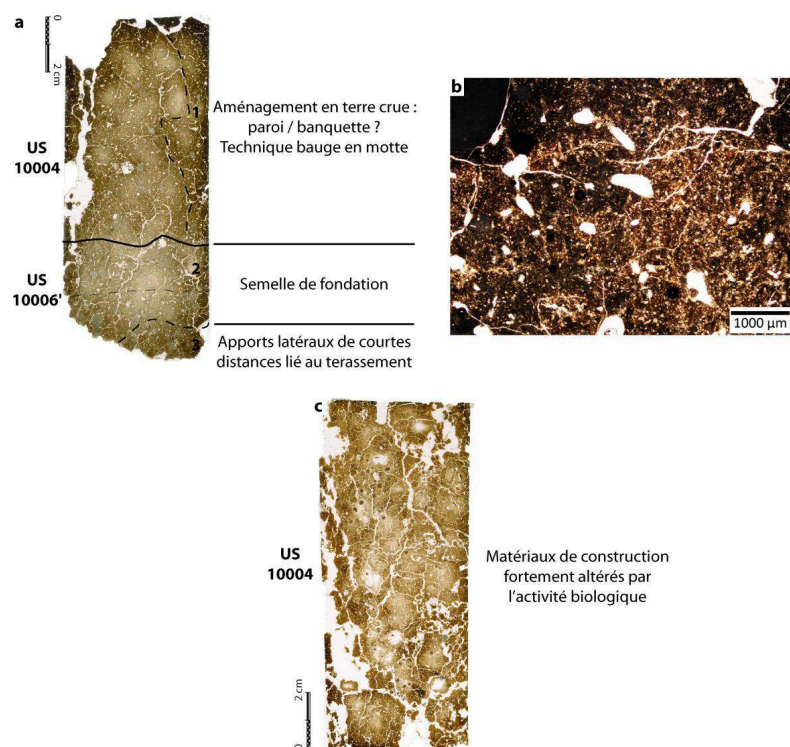


Figure 9 - a : Microstratigraphie de la séquence sédimentaire MM E (Scans de lames minces) ; b : cliché de la coupe du plot avec reprise des limites de terrain (M. Onfray) c : Reprise de lecture de la coupe à partir de la photographie de terrain et identification des mottes de terre constitutive de l'élévation en terre crue après l'analyse micromorphologique de l'échantillon MM E



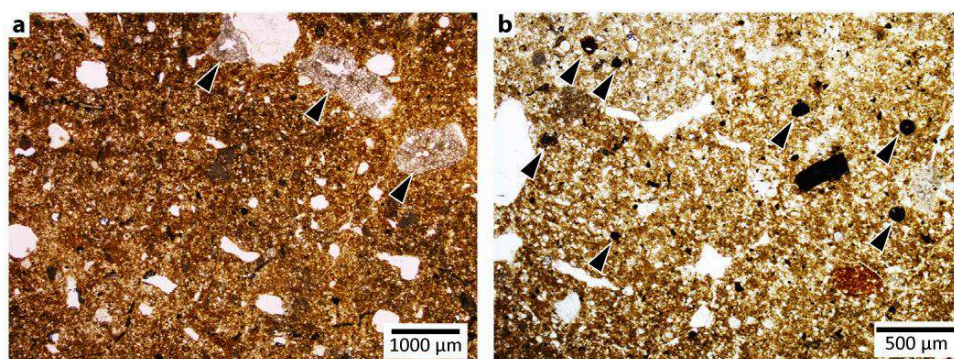
- 20 La terre crue est également employée pour poser des limites fixes à l'intérieur même de l'espace bâti. Les caractéristiques microstratigraphiques témoignent d'un aménagement constitué d'un soubassement et d'une élévation en bauge en motte conservée sur 10 cm environ (MM C) (figure 10). À la différence des murs, les sédiments employés sont uniquement issus des formations de l'altération des marnes. Quelques charbons de bois et coquilles se trouvent intégrés au cours de la préparation, soulignant leur caractère anthropisé. Cet aménagement est localisé au cœur même du Locus 1, dans la zone la plus dense en mobilier. L'analyse fine de la répartition du mobilier permet de discerner deux limites orientées nord-ouest sud-est. D'une largeur de 30 cm et d'une longueur minimale de 5 m, ce vide pourrait correspondre à une paroi/cloison voire une banquette (figure 6). Elle pourrait être un élément structurant des activités pratiquées au sein de ce bâtiment expliquant ainsi la forte concentration en mobilier.

Figure 10 - a : Microstratigraphie de la séquence sédimentaire MMC (Scan de lame mince) ; b : Zone de compression entre deux mottes : fissures planes et subparallèles (Ums 1, MPol, LPNA) ; c : Scan de lame mince de la séquence MMF présentant de fortes altérations de l'activité biologique



- 21 L'espace intérieur est aménagé avec des sols construits de type chape de terre étalée installé directement sur les déblais résultants des activités de terrassement. Ce sol monolithique est caractérisé par une chape de 0.5 cm d'épaisseur constituée d'un mélange de terre et végétaux (tableau 3, figure 11 a). Des variations spatiales dans la composition des matériaux employés avec une proportion plus ou moins importante de plages issues de l'horizon S d'un brunisol enrichi en microparticules de fer (tableau 1) peuvent expliquer en partie les différences de couleur observées pour la structure 303 (figure 6) sur une surface de 1 m² environ, dite « zone rubéfiée » (figure 11 b). Le fond matriciel argileux ne présente pas d'altérations thermiques, excluant de fait l'hypothèse d'une « zone rubéfiée » (figure 12 a et b).
- 22 Ainsi, l'homogénéité des matériaux employés à la fois pour la construction des murs, des sols et des aménagements intérieurs explique la complexité de lecture sur le terrain.

Figure 11 - Chape de terre



a : Masse continue avec porosité vésiculaire continue et fibres végétales conservées sous la forme de biocalcifications (MM D, Ums 3) ; b : Enrichissement en ségrégations ferrugineuses dans le fond matriciel lié aux processus de brunification des sols (MM D, Ums 3). Tous les clichés sont MPol, LPNA

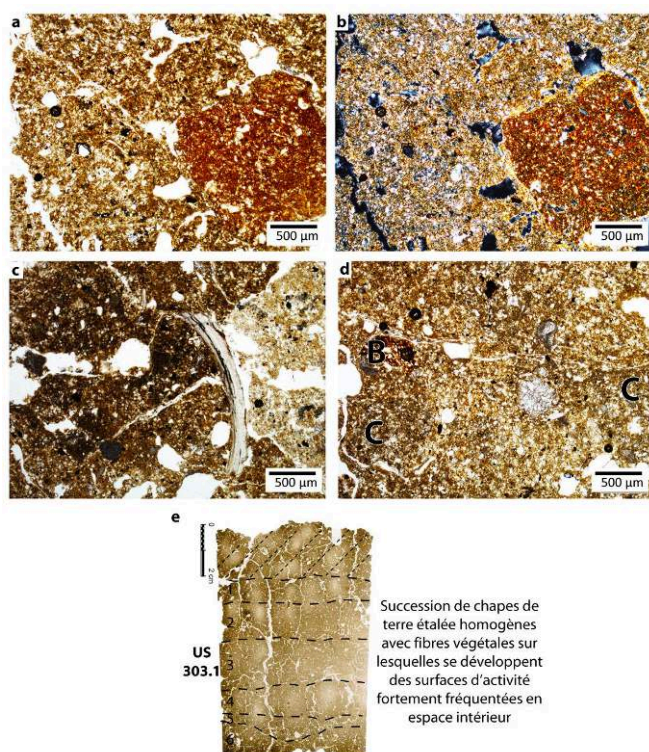
C - Fonctionnement d'un bâtiment domestique

- 23 L'approche fonctionnelle des sols d'occupation s'inscrit en complémentarité de l'analyse spatiale de la répartition des artefacts pour mieux en comprendre ses usages. La nature du mobilier du Locus 1 confère à cet espace une fonction domestique (Chameaux dir., 2016). Des éléments de mouture, une industrie lithique peu abondante et largement dominée par l'outillage, la rareté des déchets de débitage, la présence de céramiques dédiées au stockage, à la préparation et à la présentation des denrées, sont reconnus sur l'ensemble de la concentration. La partie supérieure des chapes de terre évolue comme une surface d'activité qui enregistre un piétinement intense témoin d'un espace fortement fréquenté (tableau 4, figure 12 c et d). Des variations dans la proportion des micro-rejets soulignent une partition des espaces qui restent difficiles à analyser avec précision. Le secteur ouest est relativement pauvre en micro-rejets et présente une surreprésentation de la céramique de stockage (Noël, 2016) pouvant suggérer un espace de type « réserve ». En revanche, dans le secteur est, au niveau de la structure 303 (figure 6), des micro-rejets sont régulièrement identifiés, en particulier des agrégats brûlés à différents degrés qui accentuent la couleur brun rouge du sol (figure 12 a et b). Quelques microcharbons de bois et un fragment d'os brûlé sont par ailleurs identifiés. L'ensemble des vestiges archéologiques confirme un espace intérieur domestique qui pourrait être à proximité directe d'activités de préparation culinaire dont la nature de la structure de combustion reste indéterminée.
- 24 Le fonctionnement de cet espace est aussi caractérisé par son entretien exprimé à travers la réfection des sols construits (rechapage ; figure 12 e). L'analyse microstratigraphique met en évidence pour les deux séquences étudiées, une succession de six chapes de terre. Néanmoins, la rythmicité des opérations d'entretien reste difficile à apprécier. Pour cela, les recherches en géo-ethnoarchéologiques peuvent nous apporter de nouveaux éléments de discussions pour apprécier plus finement la temporalité de l'usage des sols construits (Boivin, 2000 ; Lisa, 2020).

Tableau 4 : Description des micro-faciès de fonctionnement

Séquences observés	Caractères morpho-sédimentaires	Constituants anthropiques	Interprétation
MM B (US 10004)	Localement croûtes massives de surface. Porosité fissurale entraînant une microstructure plus agrégée, voire litée Certains agrégats anguleux et croûtes peuvent être basculés Organisation subhorizontale des sables grossiers de quartz	Quelques agrégats arrondis décarbonatés et exogènes sont intégrés. Quelques charbons de bois, un tesson de céramique, quelques micro-fragments de céramique arrondis, un os brûlé	Fréquentation forte de type A
	Forte réorganisation et quelques micro-artefacts		
MM D (US 10004)	Porosité fissurale développée associée à des fissures verticales fines et courtes pouvant former une microstructure lamellaire ou prismatique, organisation litée des sables grossiers arrondis	Intégration de plages carbonatées exogènes, agrégats plus ou moins brûlés et charbons de bois en moyenne proportion ; un fragment d'os légèrement chauffé	Fréquentation forte de type B
	Réorganisation plus ou moins exprimée et micro-artefacts nombreux		

Figure 12 - Surface d'activité



a et b : Agrégats subaronds affectés par une combustion de forte intensité, les particules de fer amorphes se colorent en rouge orangé pris dans une masse limono-argileuse non brûlée (MM D, Ums 1 ; LPNA à gauche et LPA à droite) ; c : Surface d'activité piétinée marquée par une croûte structurale limono-argileuse avec un fragment de coquille en position verticale (MM B, Ums 5, MPol, LPNA) ; Surface d'activité marquée par un agrégat brûlé (B), l'intégration d'agrégats carbonatés (C) et une porosité fissurale subparallèle (MM D, Ums 3, MPol, LPNA) ; e : Microstratigraphie de la séquence sédimentaire MM D (Scan de lame mince)

4 - Conclusion

- 25 L'habitat néolithique est un objet complexe dont la lecture sur le terrain et sa compréhension restent parfois difficiles. Aussi les concepts et notions développées par les géographes et les anthropologues constituent des éléments pertinents pour la construction d'une recherche géoarchéologique de « l'habiter ». Pour documenter la « pratique des espaces », la démarche géoarchéologique s'appuie sur une analyse spatiale et palethnographique qui piste les limites, fixes, semi-fixes et non fixes inscrites dans les sols mais également une analyse temporelle qui tient compte de l'usage des espaces, de leur entretien et/ou réaménagement.
- 26 Ces fondements théoriques ont ainsi contribué à dépasser les difficultés de caractérisation des sites peu stratifiés à concentration de mobilier du Néolithique final à l'instar du site de Poupry-Vers Artenay présenté comme cas d'étude. Ces difficultés s'expliquent par deux éléments principaux : 1) l'usage de la terre crue pour la construction des bases de murs et des sols construits à partir de matériaux sources prélevés dans l'environnement proche du site (Wattez, 2009) 2/ l'absence de structures de combustion évidentes. Néanmoins, ces écueils ont pu être dépassés en adoptant une lecture anthropologique des archives sédimentaires à différentes échelles, de l'œil nu

sur le terrain à l'échelle microscopique grâce à la micromorphologie des sols. Elle a permis d'identifier la diversité des processus anthropiques en jeu dans la formation des concentrations de mobilier pour mieux appréhender la matérialité de l'habitat de ces sociétés de la fin du Néolithique. Ils résultent dans le cas présenté des gestes et des techniques relatifs à la construction et au fonctionnement d'un espace bâti en terre crue. Toutefois, si cette concentration de mobilier matérialise un espace intérieur, cela n'est pas toujours le cas, comme l'illustre l'occupation de Gas « les Grands Noyers » (Onfray, 2017 ; 2019), avec la présence d'un espace extérieur de cour. C'est la récurrence des observations en plusieurs points qui rend alors possible la proposition d'une restitution de l'histoire fonctionnelle de cet espace. Cependant, si les différentes étapes de la construction du bâtiment ont pu être mises en lumière, le manque de prélèvements au sein de l'espace bâti et à l'extérieur limite la compréhension fine de l'organisation de l'espace à l'intérieur du bâtiment, mais également les relations avec l'extérieur de ce bâtiment. Si l'analyse micromorphologique permet une caractérisation quasi *in situ* et à haute résolution temporelle de l'organisation interne de ces formations, offrant ainsi une restitution fine des modes d'occupation des sols par les sociétés anciennes, la multiplication des prélèvements conduit de fait à une augmentation des coûts de préparation des échantillons et des temps d'analyse. C'est pour pallier cela que se développe actuellement en géoarchéologie le recours à l'imagerie de la tomographie, en complément de l'analyse micromorphologique qui offre la possibilité de multiplier les points d'observation pour affiner la compréhension de l'usage des sols (Onfray *et al.*, 2020).

- 27 Cette thématique de recherche géoarchéologique sur l'habiter néolithique doit poursuivre sa construction en abordant différentes formes d'occupation du sol typique de la période néolithique, par exemple les bâtiments LBK des premières communautés du Néolithique ancien du nord de la France (Gomart *et al.*, 2015) ou les enceintes fossoyées/palissadées du Néolithique moyen et récent-final (e.g. Joussaume *et al.* dir. 2014). En documentant les pratiques constructives et l'organisation spatiale des activités, la géoarchéologie apportera de nouvelles données pour mieux évaluer l'identité culturelle des sociétés néolithiques à travers leur manière d'habiter et permettra d'appréhender dans leur complexité les transformations que les sociétés d'Europe de l'Ouest connaissent tout au long de la période néolithique.

BIBLIOGRAPHIE

- Allison P. M., (dir.) 1999 - *The archaeology of household activities*, London ; New York, Routledge, 206 p.
- Bailloud G., 1964 - *Le Néolithique dans le Bassin parisien*, Paris, CNRS Éditions, 394 p.
- Baize D., Jabiol B., 1995 - *Guide pour la description des sols*, Paris, INRA, 375 p.
- Besse J.-M., 2013 - *Habiter un monde à mon image*, Paris, Flammarion, 250 p.

- Bourdieu P., 1972, éd. 2015 - *Esquisse d'une théorie de la pratique ; précédé de Trois études d'ethnologie kabyle*, Paris, Éditions Points, 448 p.
- Boivin, N., 2000 - Life rhythms and floor sequences: excavating time in rural Rajasthan and Neolithic Catalhoyuk, *World Archaeology*, 31, 367-388.
- Brochier J.-L., 1988 - Les sédiments : documents archéologiques, *Les nouvelles de l'archéologie*, 31, 15-17.
- Brochier J.-L. 1994 - Étude de la sédimentation anthropique. La stratégie des ethnofaciès sédimentaires en milieu de constructions en terre, *Bulletin de correspondance hellénique*, 118, 2, p. 619-645.
- Brunet R., Ferras R., Théry H., 1993 - *Les mots de la géographie dictionnaire critique*, Montpellier, Paris, RECLUS, la Documentation française, 470 p.
- Bullock P., Fedoroff N., Jonguerius A., Stoops G., Tursina T., Babel U., 1985 - *Handbook for soil thin section description*, Albrighton, Waine Research, 152 p.
- Cammas C., Wattez J., Courty M.-A., 1996 - L'enregistrement sédimentaire des modes d'occupation de l'espace, *Paleoecology*, 3, 81-86.
- Cammas C., Wattez J., 2009 - Approche micromorphologique : Méthodes et applications aux stratigraphies archéologiques, in Ferdières A. (dir.), *La géologie, les sciences de la Terre*, Paris, Errance (Archéologiques), 181-218.
- Certeau M. de, Giard L., 2010 - *Arts de faire*, Nouvelle éd, Paris, Gallimard, (L'invention du quotidien, Michel de Certeau, 1), 349 p.
- Chamaux G., (dir.) 2016 - *Poupry (Centre-Val-de-Loire - Eure-et-Loir) Lieu-dit « Vers Artenay », Un habitat du Néolithique final en Beauce*, Rapport d'opération de fouille préventive, Conseil général 28, Orléans, SRA Centre-Val de Loire, 360 p.
- Chamaux G., Noël J.-Y., 2016 - L'habitat du Néolithique final de Poupry 'Vers Artenay', in Billard C., Denaire A., Renard C. (dir.), *INTERNEO 11, Journée d'Information du 26 novembre 2016*, Joué-les-Tours, Association pour les Études Interrégionale sur le Néolithique (INTERNÉO) et la Société préhistorique française, 157-168.
- Claval P., 1995 - *La géographie culturelle*, Paris, Nathan (Fac Série « Géographie »), 384 p.
- Coudart A., 1993 - De l'usage de l'architecture domestique et de l'anthropologie sociale dans l'approche des sociétés néolithiques : l'exemple du Néolithique danubien, *Documents d'Archéologie Française*, 41, 114-135.
- Coudart A., 1998 - Maisons d'hier ou maisons d'aujourd'hui : l'espace domestique fabrique et donne à voir la société, in Bremer F., Cleuziou S., Coudart A. (dir.), *Habitat et société*, actes des XIX^e Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes, 22-23-24 octobre 1998, Antibes, Éditions APDCA, 535-548.
- Courty M.-A., Goldberg P., Macphail R., 1989 - *Soils and micromorphology in archaeology*, Cambridge ; New York, Cambridge University Press (Cambridge manuals in archaeology), 344 p.
- Fedoroff N., Courty M.-A., 1979 - Organisation du sol aux échelles microscopiques, in Bonneau M., Souchier B. (dir.), *Pédologie, 2 - Constituants et propriétés des sols*, Paris, Masson, p. 349-375.
- Friesem D., Boaretto E., Eliyahubehar A., Shahack-Gross R., 2011 - Degradation of mud brick houses in an arid environment: a geoarchaeological model, *Journal of Archaeological Science*, 38, 5, 1135-1147.

- Friesem D., Karkanas P., Tsartsidou G., Shahack-Gross R., 2014 - Sedimentary processes involved in mud brick degradation in temperate environments: a micromorphological approach in an ethnoarchaeological context in northern Greece, *Journal of Archaeological Science*, 41, 556- 567.
- Joussaume R., Large J.-M., Corson S., Le Meur N., Tortuaux J.-P. dir., 2014 - *Enceintes Néolithiques de l'Ouest de la France de la Seine à la Gironde*, Les Lucs-sur Boulogne, 19-21 septembre 2012, Association des Publications chauvinoises, Chauvigny (Mémoire XLVIII), p. 321-334.
- Gallay A., 1982 - Habitat et habitation préhistorique : quelle problématique ?, in *Habitat et habitation*, Cours d'initiation à la Préhistoire et Archéologie de la Suisse ; 2, Genève, Société suisse de Préhistoire et d'Archéologie, 10 p.
- Gé T., Courty M.-A., Matthews W., Wattez J., 1993 - Sedimentary formation processes of occupation surfaces, in Goldberg P., Nash M., Pétraglia D., (dir.), *Formation processes in archaeological context*, Madison, Prehistory press (*Monographs in world archaeology*, 17), 149-163.
- Gebhardt A., 1991 - *Évolution du paléo-paysage dans le Nord-Ouest de la France : apport de la micromorphologie*, Thèse de doctorat, Rennes, Université de Rennes 1, 223 p.
- Gomart L. Hachem L., Hamon C., Giligny F., Ilett M. (2015) — Household integration in Neolithic villages: A new model for the Linear Pottery Culture in west-central Europe, *Journal of Anthropological Archaeology*, 40, p. 230–249.
- Guidoni E., Yvoire J. d', 1995 - *Architecture primitive*, Paris, Gallimard-Electa, 233p.
- Houssay-Holzschuch M., 2005 - La géographie culturelle, émergence et enjeux, in Martin L., Venayre S. (dir.), *L'Histoire culturelle du contemporain*, Paris, Nouveau Monde éditions, 237–247. Consultable à <http://hal-ujm.ccsd.cnrs.fr/hal-00185709/> [Accédé le 8 janvier 2014].
- Karkanas P., 2006 - Late Neolithic household activities in marginal areas: the micromorphological evidence from the Kouveleiki caves, Peloponnese, Greece, *Journal of Archaeological Science*, 33, 11, 1628- 1641.
- Karkanas P., Goldberg P., 2013 - Micromorphology of Cave Sediments, in J. F. Shroder (dir.), *Treatise on Geomorphology*, Karst Geomorphology, San Diego, Academic Press, p. 286- 297. Consultable à <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780123747396001202> [Accédé le 25 avril 2016].
- Kent S., 1993 - Activity areas and architecture : an interdisciplinary view of the relationship between use of space and domestic built environments, in Kent S. (dir.), *Domestic architecture and the use of space : an interdisciplinary cross-cultural study*, Cambridge, Cambridge University Press, 1- 8.
- La Motta V., Schiffer M.B., 1999 - Formation processes of house floor assemblages, in Allison P. M. (dir.), *The archaeology of household activities*, London ; New York, Routledge, 19-29.
- Lazarrotti O., 2006 - *Habiter : la condition géographique*, Paris, Belin, 297 p.
- Lemerrier O., Sénépart I., Besse M., Mordant C., (dir.) 2018 - *Habitations et habitat du Néolithique à l'âge du Bronze en France et ses marges*, actes des secondes Rencontres Nord/Sud de Préhistoire récente, Dijon, 19-21 nov. 2015, Toulouse, Éditions Archives d'Écologie Préhistorique, 715 p.
- Leroi-Gourhan A., 1945, éd. 2012 - *Milieu et techniques*, Paris, Ed. Albin Michel, (Sciences d'aujourd'hui, 2), 475 p.
- Leroi-Gourhan A., Brézillon M., 1972 - *Fouilles de Pincevent. Essai d'analyse ethnographique d'un habitat magdalénien (la section 36)*, Paris, CNRS Éditions, 331 p.
- Leroi-Gourhan A., 1978 - *Séminaire sur les structures d'habitat. Plan au sol, parois, couverture*, Paris, Collège de France, 1978, 59 p.

- Ligouis B., Gigot C. 1978 - Carte géologique de la France à 1/50 000e. feuille 327, Neuville-aux-Bois.
- Lisá, L., Kočár, P., Bajer, A., Kočárová, R., Syrová, Z., Syrový, J., Porubčanová, M., Lisý, P., Peška, M., Ježková, M., 2020 - The floor: a voice of human lifeways—a geo-ethnographical study of historical and recent floors at Dolní Němčí Mill, Czech Republic, *Archaeological and Anthropological Sciences*, 12. <https://doi.org/10.1007/s12520-020-01060-y>
- Love S., 2012 - The geoaarchaeology of mudbricks in architecture: A methodological study from Çatal Höyük, Turkey, *Geoarchaeology*, 27, 140-156.
- Ligouis B., Gigot C., 1978 - Carte géologique de la France à 1/50 000°. feuille 327, Neuville-aux-Bois.
- Matthews W. 1992 - *The micromorphology of occupational sequences and the use of space in a Sumerian city*, Thèse de doctorat, Université de Cambridge.
- Matthews W., 2001 - Microstratigraphic sequences: Indications of uses and concepts of space, in Matthews R. (dir.), *Excavations at Tell Brak; vol. 4, exploring an Upper Mesopotamian regional centre, 1994-1996*, London /Cambridge, British School of archaeology in Iraq / McDonald Institute for archaeological research, 377-388.
- Matthews W., 2012 - Defining households: micro-contextual analysis of early Neolithic households in the Zagros, Iran, in Parker B. J., Foster, C. P., (dir.) *Household archaeology: new perspectives from the Near East and beyond*, Eisenbrauns, Winona Lake, 183-216.
- Matthews W., French C., Lawrence T., Cutler D.F., Jones M.K., 1997 - Microstratigraphic traces of site formation processes and human activities, *World Archaeology*, 29, 2, 281-308.
- Mauss M., 1934 - « Les techniques du corps » : Article originalement publié *Journal de Psychologie*, XXXII, ne, 3-4, 15 mars - 15 avril 1936. Communication présentée à la Société de Psychologie le 17 mai 1934.
- Mylona P., 2018 - *L'approche géoarchéologique des systèmes d'occupation au PPNA à Chypre : le cas du site de Klimonas à Ayios Tychonas*, Thèse de doctorat, Paris, Muséum nationale d'Histoire naturelle, 404p.
- Nicosia C., Stoops G., (dir.) 2017 - *Archaeological Soil & Sediment Micromorphology, First edition*, Hoboken, NJ Chichester, West Sussex, Ed. Wiley-Blackwell, 496 p.
- Noël J.-Y. 2016 - Étude du mobilier céramique, in *Poupry (Centre-Val-de-Loire - Eure-et-Loir) Lieu-dit « Vers Artenay », Un habitat du Néolithique final en Beauce*, Rapport d'opération de fouille préventive, Conseil général 28, Orléans, SRA Centre-Val de Loire, p. 147-222.
- Onfray M., 2017 - *Du sol à la reconstitution de l'espace habité : géoarchéologie des modes d'occupation de la fin du Néolithique (3600-2250 av. n.-è.) dans le Sud-Ouest du Bassin parisien*, Thèse de doctorat, Paris, université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 673 p.
- Onfray M., 2019 - Revisiter le paradigme du « sol néolithique disparu » : géoarchéologie des modes d'occupation de la fin du Néolithique dans le sud-ouest du Bassin parisien, le cas du site « les Grands Noyers » à Gas (Eure-et-Loir), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 116, 1, 41-72.
- Onfray M., 2022 - Identification and characterisation of Late Neolithic (3600-2150 Cal. BC) living floors in temperate environment: case studies from the southern Paris Basin, *Journal of Archaeological Sciences: report*, volume 41, Février 2022 <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2021.103316>

- Onfray M., Pantelitsa M., Wattez J. 2020 - L'imagerie 3D, de nouvelles perspectives en géoarchéologie, *Les nouvelles de l'archéologie* (numéro spécial : Tomographie en Archéologie Introspection d'artefacts et de micro-sites), 60, 75-78.
- Rapoport A., 1983 - *The meaning of the built environment: a nonverbal communication approach*, Beverly Hills, Sage, 224 p.
- Rapoport A. 1994 - Spatial organization and the built construction, in Ingold T. (dir.), *Companion encyclopedia of anthropology*, London/New York, Routledge, 460- 502.
- Rapoport A., 1999 - Archaeological inference and environment-behavior studies, in Braemer F., S. Cleuziou et A. Coudart (dir.), *Habitat et société*, actes des XIX^e Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes, 22-23-24 octobre 1998, Antibes, Éditions APDCA, p. 13-25.
- Shahack-Gross R., Albert R.-A., Gilboa A., Nagar-Hilman O., Sharon I., Weiner S., 2005 - Geoarchaeology in an urban context: The uses of space in a Phoenician monumental building at Tel Dor, *Journal of Archaeological Science*, 32, 9, 1417-1431.
- Shillito L.-M., Bull I. D., Matthews W., Almond W. J., Williams J. M., Evershed R. P., 2011 - Biomolecular and micromorphological analysis of suspected faecal deposits at Neolithic Çatalhöyük, Turkey, *Journal of Archaeological Science*, 38, 8, 1869-1877.
- Shillito L.-M., Matthews W., 2013 - Geoarchaeological Investigations of Midden-Formation Processes in the Early to Late Ceramic Neolithic Levels at Çatalhöyük, Turkey ca. 8550-8370 cal BP, *Geoarchaeology*, 28, 1, 25-49.
- Shillito L.-M., Ryan P., 2013 - Surfaces and streets: phytoliths, micromorphology and changing use of space at Neolithic Çatalhöyük (Turkey), *Antiquity*, 87, 337, 684-700.
- Sordoillet D., 2009 - *Géoarchéologie de sites préhistoriques le Gardon, Ain, Montou, Pyrénées-Orientales et Saint-Alban, Isère*, Éd. de la Maison des sciences de l'homme, Paris, (Documents d'archéologie française, 103), 188 p.
- Stock M., 2004 - L'habiter comme pratique des lieux géographiques, *EspacesTemps.net, Travaux*, 18 p. Consultable à <http://www.espacestemp.net/articles/habiter-comme-pratique-des-lieuxgeographiques/> [Accédé le 25 avril 2016].
- Stoops G., 2003 - *Guidelines for analysis and description of soil and regolith thin sections*, Madison, Soil Science Soc. of America, 184 p.
- Stoops G., Marcelino V., Mees F., (dir.) 2010 - *Interpretation of micromorphological features of soils and regoliths*, Amsterdam; Oxford, Elsevier, 720 p.
- Stordeur D., Wattez J., 1998 - À la recherche de nouvelles clés. Étude géoarchéologique à Qdeir I, PPNB final, désert syrien, *Cahiers de l'Euphrate*, 8, p. 51-68.
- Walicka H., Wattez J., Jarry M. Perrin T., Viarouge M., 2012 - Nouveaux témoins d'occupation néolithique à Saint-Michel-du-Touch (Toulouse, 31) : une unité d'habitation chasséenne avec des sols aménagés (site de la « Villa Ancely), in Perrin T., Sénépart I., Cauliez J., Thirault E., Bonnardin S. (dir.), *Dynamismes et rythmes évolutifs des sociétés de la Préhistoire récente*, Actes des 9^e Rencontres Méridionales de Préhistoire Récente, Saint-Georges-de-Didonne/Royan, 2010, Toulouse, Archives d'écologie préhistorique, 215-230.
- Wattez J., 1992 - *Dynamique de formation des structures de combustion de la fin du Paléolithique au Néolithique moyen : approche méthodologique et implications culturelles*, Thèse de doctorat, Paris, université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 442 p.

Wattez J. 2003 - Caractérisation micromorphologique des matériaux façonnés en terre crue dans les habitats néolithiques du Sud de la France : exemple des sites de Jacques Coeur (Montpellier, Hérault), du Jas del Biau (Miliou, Aveyron), la Capoulière (Mauguoi, Hérault), in Chazelles C.-A., Klein A. (dir.), *Échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue, 1, Terre modelée, découpée ou coffrée : matériaux et modes de mise en œuvre*, Actes de la table ronde de Montpellier, Montpellier, 2001, Montpellier, Espérou, 21-31.

Wattez J. 2004 - Enregistrement sédimentaire des structures de combustion et fonctionnement de l'espace dans les campements de la fin du Paléolithique : exemples des sites magdaléniens de Monruz (Neuchâtel, Suisse) et d'Étiolles (Soisy-sur-Seine, France) et du site azilien du Closeau (Rueil-Malmaison, Hauts-de-Seine, France), in Bodu P., Constantin C., (dir.) *Approches fonctionnelles en préhistoire*, XXVe Congrès Préhistorique de France, Nanterre, 2000, Paris, Société préhistorique française, (« Congrès préhistorique de France » 25), 225-237.

Wattez J., 2009 - Enregistrement sédimentaire de l'usage de la terre crue dans les établissements néolithiques du Sud de la France : le cas des sites du Néolithique final de La Capoulière 2 et du Mas de Vignoles IV, in Beeching A., Sénépart I. (dir.), *De la maison au village : l'habitat néolithique dans le Sud de la France et le Nord-Ouest méditerranéen*, Actes de la table ronde, 2003, Marseille/ Musée d'Histoire de la Ville de Marseille, Paris, Société préhistorique française, (Mémoire, 48), 199-218.

Wattez J., Onfray M., 2014 - La question des sols d'occupation néolithiques : apports de la géoarchéologie à leur identification et à leur interprétation, in Sénépart I., Billard C., Bostyn F., Praud I., Thirault E., (dir.), *Méthodologie de terrain sur la Préhistoire récente en France, Nouveaux acquis, nouveaux outils, 1987-2012*, Actes des premières Rencontres de Préhistoire Récente Nord/Sud, Marseille, 2012, Toulouse, Éditions Archives d'écologie préhistorique, 317-331.

Wattez J. 2014 - Étude micromorphologique de la couche d'occupation néolithique du Mas de Vignoles X, in Perrin T., Manen C., Séjalon P. (dir.), *Le Néolithique ancien dans la plaine de Nîmes (Gard, France)*, Toulouse, Archives d'écologie préhistorique, 90-97.

Wattez J., Peinetti A., Onfray M., Mylona P., Eddargach W., 2018 — Le second œuvre dans les habitats pré-néolithiques, néolithiques et du début de l'Âge du Bronze en contextes méditerranéen et tempéré : première synthèse géoarchéologique sur les sols construits, in de Chazelles C.-A., Leal E., Klein A. (dir.), *Construire en terre. Torchis, techniques de garnissage et de finition. Architecture et mobilier*, actes de la table ronde de Lattes, 2016, Montpellier, Espérou, 279-292.

RÉSUMÉS

Les récentes recherches géoarchéologiques menées en région Centre-Val de Loire sur des sites peu stratifiés à concentration de mobilier ont permis d'identifier et de caractériser les sols d'occupation de la fin du Néolithique dans un contexte où les connaissances sur l'habitat étaient très limitées. En prenant appui sur l'approche palethnographique développée par les préhistoriens ainsi que sur les concepts portés par les géographes et les anthropologues autour de la question de l'habiter et l'habitat, une étude palethnologique de l'habitat néolithique basée sur la lecture des enregistrements sédimentaires a été engagée sur le site de Poupry -Vers Artenay. Elle a permis de mettre en lumière que la concentration de mobilier Locus I matérialise l'espace intérieur d'un bâtiment aux bases architecturales en bauge. Ainsi en prenant en compte les aspects architecturaux et fonctionnels, il est possible de proposer une restitution de l'histoire de cet habitat depuis son installation (terrassement), sa construction (mur en bauge et chape de

terre) et son fonctionnement (espace piétiné) jusqu'à son abandon (effondrement des architectures de terre).

INDEX

Mots-clés : micromorphologie des sols, Néolithique, habitat, bauge, sol construit, analyse spatiale

AUTEUR

MARYLISE ONFRAY

chargée d'opération et de recherche, Inrap Bretagne, UMR 6554 LETG-Brest /
marylise.onfray@univ-brest.fr

The earthen architecture as a mirror of the Neolithic cultural organization: the case of the PPNA site of Klimonas in Cyprus

Pantelitsa Mylona, Julia Wattez and Jean-Denis Vigne

Introduction

- 1 Schiffer (1983) in his article *Toward the identification of formation processes* considered sediments as artifacts that are modified and deposited as the result of natural and cultural activity, since sediments revealed a part of human activities. Some years later, Brochier (1988) introduced sediments as archaeological documents that can record changes related to environmental factors and human acts. The same year, Courty (1988) proposed three stages of the evolution of sediments, in continuum to the work of Butzer (1982) that highlight cultural aspect of sediments: 1. The natural deposit of sediments which undertook pedo-sedimentary modifications; 2. The record of sedimentary cultural activity; 3. Post-occupation phase where natural factors affect sediments.
- 2 Based on concepts established in the 1980s as well as on the work of Butzer (1982) who placed the bases for geoarchaeology with his book *Archaeology as Human Ecology*, archaeological sediments became the main object of geoarchaeology for characterizing the interaction society-environment in prehistoric and historic sites in order to understand both the paleoenvironment and ancient societies behaviours. A domain of geoarchaeology is oriented towards the paleoenvironmental evolution and the interaction of Man with landforms (Berger *et al.*, 1999; Bravard, 1983; Burnouf *et al.*, 2007). Another domain of geoarchaeology is oriented towards the anthropological aspect of archaeological sedimentary record, in order to understand the ancient mode of occupation of soils and land use (Cammass, Wattez, 2009; Goldberg *et al.*, 1993; Goldberg, Macphail, 2006; Nicosia, Stoops, 2017; Schiffer, 1972). This domain uses soil

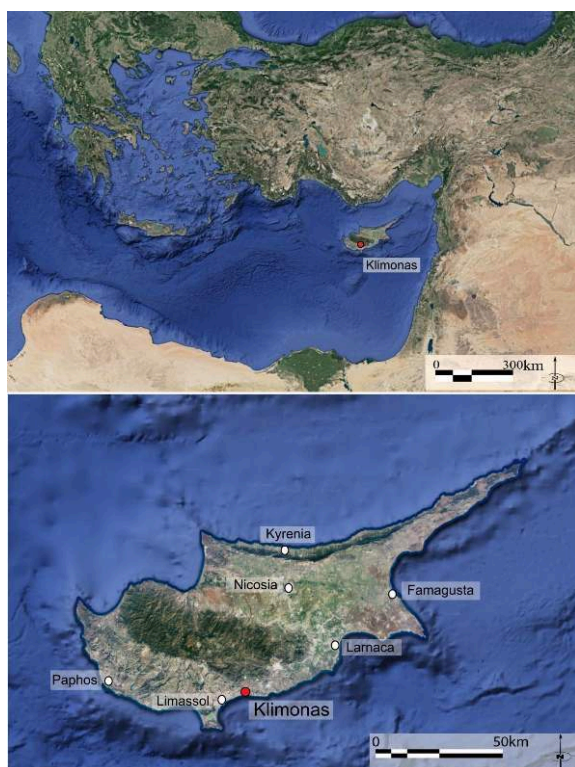
micromorphology as the main tool to bring together macroscopic and microscopic observations in order to characterize sedimentary and pedological processes related to socio-economic activities of ancient societies (*ibid*). Several micromorphological studies carried out on different archaeological sedimentary records like fire activities (Mallol *et al.*, 2017; Wattez, 1992), agricultural practises (Deàk *et al.*, 2017; Gebhardt, 2000), animal husbandry activities (Shahack-Gross, 2017), cave contexts (Karkanas, 2001; 2006; Karkanas *et al.*, 2007) but they also provide new insights on dwellings modalities (*i.e.* Borderie *et al.*, 2014; Cammas, 1994; 1999; Kovacs, 2020; Matthews, 2009; Milek, Robens, 2013; Onfray, 2017). Another field of research, concerning the use of raw earth, has been developed for several years. Micromorphological studies focus on building processes since Neolithic to the contemporary period (Cammass 2003, 2015; 2018; Friesem *et al.*, 2014; Hamard *et al.*, 2020; Karkanas, Eftsратиou, 2009; Macphail, Goldberg, 2018; Wattez, 2003). Some of these studies revealed that earthen materials were used for constructing both walls and floors during Neolithic period in Mediterranean and temperate areas (Gutherz *et al.*, 2011; Onfray, 2017; Sénépart *et al.*, 2015; Wattez, 2009). Technological analysis conducted using soil micromorphology allowed characterizing techniques like the cob technique but also shaped mudbricks and different floor construction techniques. In Neolithic France, geoarchaeological study of earthen constructed materials allowed the identification of activities areas and yards (Onfray, 2019; this volume; Wattez, 2009; Wattez *et al.*, 2018).

- 3 In Neolithic Levant, researches conducted on dwelling occupation surfaces in different contexts and periods, contributed to the identification of construction techniques and use of space (Love, 2013b; Matthews *et al.*, 1997; Shillito, Matthews, 2013; Shillito *et al.*, 2011; Stordeur, Wattez, 1998; Wattez, Courty, 1996). Moreover, degradation modalities of earthen structure and their role in the dynamic of site formation have been also discussed in different contexts (Friesem *et al.*, 2011; 2014a; 2014b; Goodman-Egar, 2008; Wattez, 2009; Wiemann, Rentzel, 2015).
- 4 However, the recent excavation of the Pre-Pottery Neolithic site of Klimonas in Cyprus, where all the structures are entirely constructed by earthen material raised questions of how sedimentary records can provide information on the mode of occupation of sites of successive occupation. Geoarchaeological approach give new insights on the earthen construction processes employed in this period. Micromorphology analysis has been applied to the site communal building named Structure 10 (hereafter St10) in which the sedimentary filling was preserved.
- 5 Only few micromorphological studies in Cypriot prehistoric and protohistoric contexts (Amadio, 2018; Hourani, 2003, 2011) have been done, aiming to identify sediment sources used for the construction. However, none of them discusses the technological aspect of the earthen construction in prehistoric Cyprus. The exclusive use of earthen material for the construction of structures at Klimonas raises questions concerning how the earthen material can record the socio-economic and human behavior of Neolithic societies. Can earthen material reveal the site formation processes? Can we acquire information on the use of space and the environment? The geoarchaeological study using soil micromorphological analysis of earthen material in Klimonas, proposes a model based on qualitative descriptive model of space arrangement, function and abandon established (Cammass, Wattez, 2009) which describes the way that earthen architecture can record and provide information on human acts and degradation modalities.

1 - The site of Klimonas

- 6 Klimonas constitutes the first Neolithic village in Cyprus and is dated at 8800 cal BC, (Pre-Pottery Neolithic A) (Manning, 2014; Vigne *et al.*, 2017). It is located in the south of Cyprus, in the Limassol district, near the modern village of Ayios Tychonas, on a slope oriented towards the south. The site is founded directly on havana bedrock (calcrete formation) and ancient orange colluvial deposits of fersialitic type (Benech *et al.*, 2017). It is located near to Last Glacial and Holocene alluvial deposits (Mylona, 2018; Mylona, *et al.*, 2017a) (figure 1).

Figure 1 - The geographical position of the Neolithic site of Klimonas in Cyprus



Map: Google Earth, CAD: P. Mylona et B. Marquebielle

- 7 The St10 is the biggest building of the site of Klimonas and thanks to its size, was interpreted as a communal building, similar to the ones which have been found in most of the PPNA villages in the Levant (Cauvin, Ibañez, 2008; Flohr *et al.*, 2015; Stordeur *et al.*, 2000; Yartah, 2005). It could be served for stocking cereals or for ritual practices (Stordeur, 2015; Vigne *et al.*, 2017). It is a semi-subterranean circular building ten meters in diameter. Klimonas constitutes, so far, the first example of the exclusive use of earthen material in Neolithic Cyprus (Mylona, 2018; Mylona *et al.*, 2017b; Vigne *et al.*, 2017, 2011). In other cases in prehistoric Cyprus, structures are constructed by a combination of earthen material and stones for foundation (De Chazelles, 2011; Guilaine *et al.*, 2011; Hourani, 2011; Le Brun, 1989, 1984; Simmons, 2012; Todd, 2003) (figure 2).

Figure 2 - The communal building of Klimonas, St10

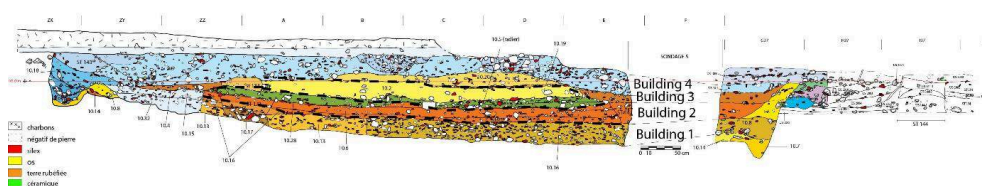


The scale measures 1m and the north is to the left

Photograph: Mission Neolithisation

- 8 The excavations on the southern half of the St10 allowed the study of a stratigraphic section which includes the filling of the St10 as well as the peripheral foundation trench containing wall remains, which in some cases are preserved at 40-50cm high. The profile showed the complexity of the stratigraphy and contains different layers of various texture, color and inclusions. Some earthen features were identified such as peripheral benches or constructed floors (Mylona, 2018; Vigne *et al.*, 2017). The macroscopic study of the stratigraphy showed at least four phases of successive occupation that correspond to four architectural phases. The first phase of occupation corresponds to Building 1, the second phase to Building 2, the third phase of occupation is characterized by the Building 3 and the fourth phase could correspond to Building 4 but its remains are highly eroded due to post-occupation activities and weathering (figure 3).

Figure 3 - West to east stratigraphic section of the filling of the St10



The layers are associated with different occupation phases of the structure

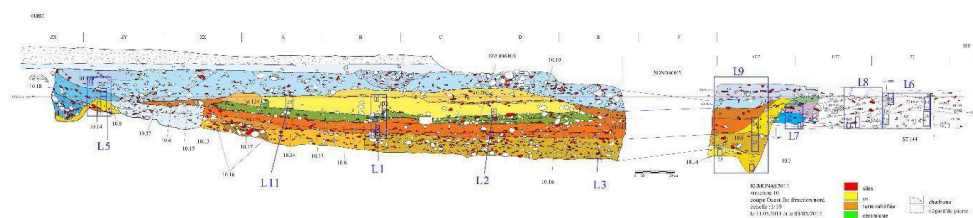
CAD: Y. Fanel, Mission Néolithisation

2 - Materials and methods

- 9 In order to define the mode of occupation and the *chaîne opératoire* of earthen construction, we applied a geoarchaeological study using soil micromorphology (Cammass, Wattez, 2009; Courty *et al.*, 1989). 42 undisturbed and oriented blocs of

sediments were collected in the east-west section, from floors and walls, identified according to field observations and descriptions, for a further micromorphological analysis. During the field work several layers of different color and composition were identified. These layers correspond both to the filling of the structure and to wall remains. Firstly, samples were collected in a column in the center of the section in order to define the use of space diachronically and compare any different building functions during the four phases of occupation. Secondly, a spatial sampling was applied for the Building 3 where a massive earthen layer was uncovered, in order to test if there is any spatial pattern in the distribution of activities within the same phase of occupation (figure 4). Also, some samples come from the entrance way. Following the same protocol, samples have been taken from different heights of the peripheral wall, entrance walls and bench remains. At the same time, small amount of bulk sediments was collected from each layer for phytoliths analysis.

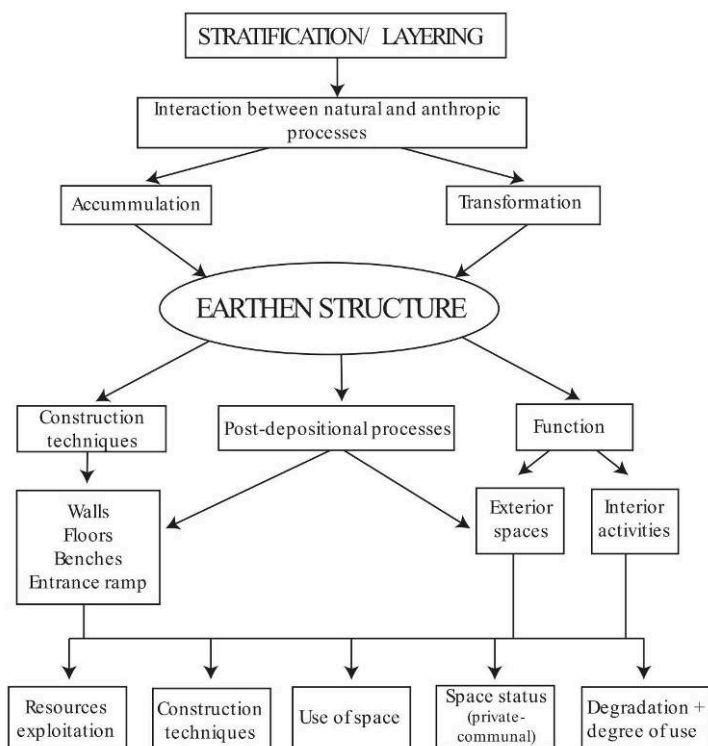
Figure 4 - West to east stratigraphic section of the filling of the St10 showing the position of micromorphological samples



CAD: Y. Franel, Mission Néolithisation

- 10 Block samples were consolidated in resin and cut in 46 thin sections of 139x67 mm and studied under a polarizing microscope according to the guidelines of Bullock *et al.*, (1985), Nicosia and Stoops (2017), Stoops (2003) and Stoops *et al.*, (2010). The study of thin sections allows keeping a continuum of observations at different scales, from field to microscopic scale. During the study of thin sections, we were able to identify some indicators concerning the construction technology, the activities on the floors and the post-depositional processes. The last one is mainly controlled by biological activity of soil worms and insects (Cammass, Wattez, 2009).
- 11 The geoarchaeological study of Klimonas earthen material revealed microfacies of building practices, function and taphonomy of the earthen architecture (Cammass, Wattez, 2009). Those microfacies show that constructed earthen materials contribute to the site formation processes. In the case of Klimonas the infilling of the St10 appears to be related to a continuous occupation as no natural deposits have been observed. The classification of microfacies allows us to set a sedimentary model on the mode of occupation of earthen structures in a semi-arid environment (figure 5) as a methodological continuum on which we based our interpretations (Mylona, 2018). It focuses to describe how earthen material can record activities related to construction techniques, use of space and the degree of use of earthen architectures and could be considered as the previous stage of the model on degradation of earthen architectures proposed by Friesem *et al.* (2011) in semi-arid context.

Figure 5 - Pedo-sedimentary model describing the site formation processes as they are recorded in the earthen material



Earthen structures record information on the construction techniques for walls and floors, its function in exterior and interior space and post-depositional degradation of walls and floors and provide more information on the exploitation of resources for raw material, the different construction techniques, the use of space, the status of the space (domestic, ritual etc) as well as the degree of use and maintenance of the structure.

CAD: P. Mylona

- 12 According to this model, the site formation processes are the result of the interaction between natural and human processes. The human processes are dependent on the construction techniques and the activities in the space. The natural processes are dependent mainly on the biological activity in the floor and walls and environmental conditions. Biological activity contributes also on the degradation of earthen architectures both during the occupation and post-deposition. Thus, this model highlights the technological, functional and post-depositional factors that provide information on construction raw materials, the construction techniques, the use of space and its status. These factors are developed below based on the example of the St10 at Klimonas.

3 - Results

A - Exploitation of the environment

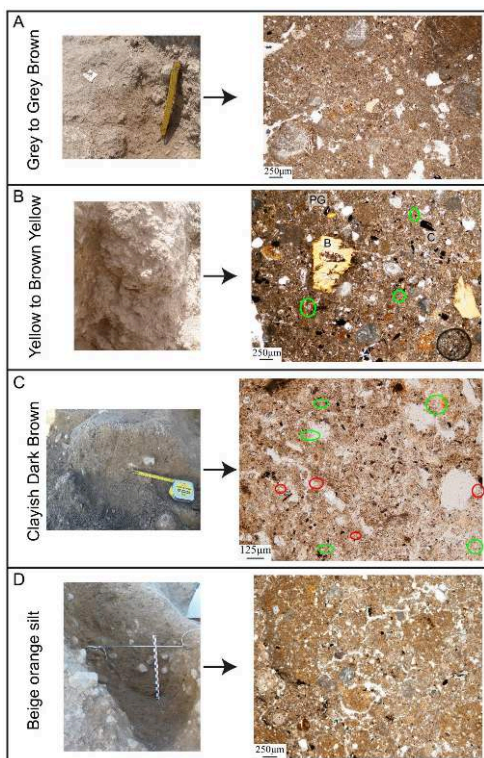
- 13 During the field study of earthen materials used at Klimonas, we were able to distinguish four different facies according to the color of the sediment used for the construction of walls and benches (table 1; figure 6). These are the Grey to Grey Brown identified in the wall foundation trenches, the Yellow to Brown Yellow identified in the

peripheral wall, the Beige Orange Silt for the walls related to the entrance walls and the Clayish Dark Brown for the benches. The micromorphological study of the St10 showed that different colors correspond to different sediment sources.

14 Table 1 - Correlation of field observations and micromorphological observations for construction material

Facies	Origin of sediments	Texture	Inclusions	Structures
GGB	Havara	Grey brown carbonated silt with fine sand.	No inclusions	Lower part of the wall
YBY	Occupation surfaces	Grey to yellow carbonated silt and some fine sand. Dusty matrix	Flakes of bones, phosphate granule, micro-charcoals, small plant debris, flakes of flints	Wall superstructure
CDB	Occupation surfaces	Brown yellow silt with few fine sand. Dusty matrix	Human activity debris inclusions mixed with high amount of plant tempers	Benches
BOS	Colluvium	Clayey silt grey orange, dusty matrix and iron impregnations	Some phytoliths (0-2 %) and humified particles (0-2 %)	Entrance walls

Figure 6 - The correlation of color facies of the field and micromorphological facies for the origin of sediments



A: Grey to Grey Brown facies from the foundation of the peripheral wall, as it was identified on the field on the left and detailed photomicrograph (PPL) on the right of carbonates sediments poor in human micro-debris; B: Yellow to Brown Yellow facies from the upper part of the peripheral wall as it is identified on the field on the left and detailed photomicrograph (PPL) of human inclusions in the sediments: Bones (B), charcoals (C) and phosphate granules (PG). Green circles indicate phytoliths; C: Clayish Dark Brown facies from the benches as it is observed on the field on the left and photomicrograph (PPL) on the right. Green circles show phytoliths and red ones diatoms; D: Beige Orange Silt facies identified only in entrance walls as they have been seen on the field on the left and detailed photomicrograph (PPL) on the left.

- 15 The Grey to Grey White corresponds to carbonated sediments from havara bedrock formation on which the biggest part of the St10 is founded. Havara is a superficial formation (petrocalcic horizon) formed by the carbonatation of sediments (Pantazis, 1967; Schirmer, 1998). For the wall construction a peripheral foundation trench was excavated in the havara. Also, in the interior of the structure earthworks aimed to level havara to install on. The extracted material was used for the construction (figure 6A). The Yellow to Brown Yellow facies corresponds to silty sediments from occupation surfaces containing burnt aggregates (0-2%), bones (2-5%), phosphatic granules (0-2%), micro-charcoals (5-10%), constructed aggregates (0-2%) and plant remains and phytoliths (5-10%) probably as residues of plant mat (figure 6B). The Beige Orange Silt facies comes from ancient colluviosol and it is very poor on human micro-debris (figure 6D). This facie of constructed material is only identified in entrance wall where colluviosol is the substrate. The Clayish Dark Brown is a combination of sediments from occupation floors and organic matter that contains high number of diatoms (20-30%) and phytoliths (10-20%) (figure 6C). According to the preliminary study conducted by Simona Saint Martin (MNHN, CNRS- UMR7207 CR2P), diatoms in constructed material correspond to fresh water species but their bad conservation does not allow the species identification. Thus, diatoms could be transported to the site either by the use of

alluvial sediments from the nearby river of Athiaki, the only fresh water source near the site or by the use of water stocked somewhere on the site. Although archaeological excavation has not revealed any cistern or well on the site.

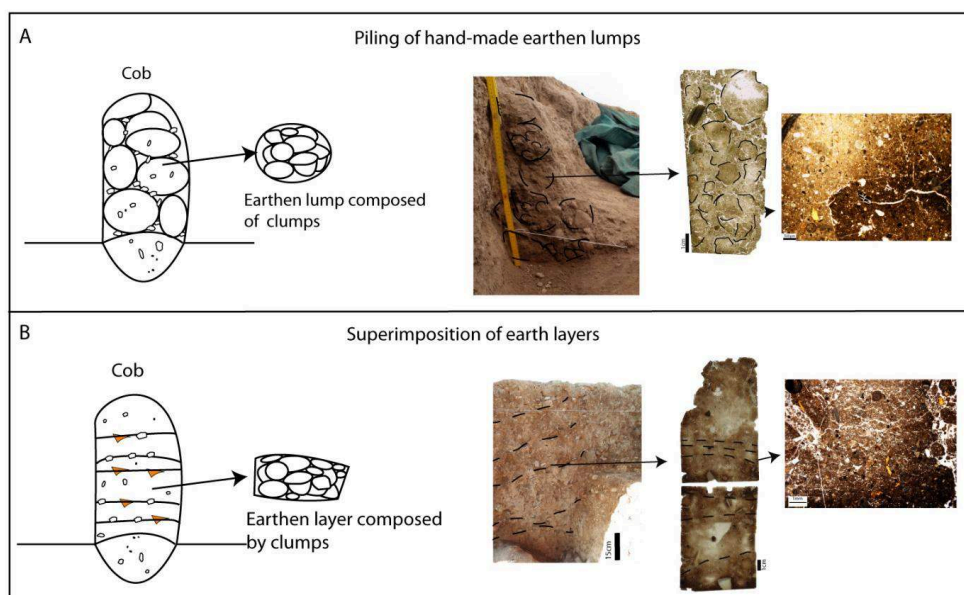
- 16 The macroscopic observations and specific pedofeatures of pedological formations of the site and micromorphological study of earthen material show the appropriation and exploitation of different sources near the site, a pattern which is common in prehistoric societies (Arnold, 2000; Love, 2013a; Onfray 2019, Sillar, Tite, 2000). The use of plants or stagnant water in specific parts of earthen architecture could suggest a good knowledge of the environment and the specific selection of different sources according to the part of the wall.

B - Construction techniques

a - Walls and benches

- 17 Field observations of walls show that they are constructed by superimposed earthen mud lumps and characterize the cob technique (figure 7) (Cammass, 2018; de Chazelle, 2010; Friesem *et al.*, 2017; Hamard *et al.*, 2016; Onfray, 2017; Sénépart *et al.*, 2015). The peripheral wall of the St10 was made of earthen lumps of 10-15cm of diameter composed by smaller coalescent clumps of granular microstructure. The earthen lumps were piled one over the other and they are delineated by small pebbles, flints and curve cracks. All the walls associated with the entrance are made by the superimposition of earthen layers, a variant of cob technique, characterized by horizontal and parallel cracks between layers and related to compaction while the material was wet (de Chazelle, 2010). For both methods, the crumb to massive microstructure of clumps showed a moderate degree of mixing while wet. Then they were kneaded in the same wet condition, without an interval time for drying. Imbricated clumps and closed voids confirm the wet state of the material during the kneading. During the preparation of the mix, plants were added as temper and they were identified by the presence of phytoliths (5-10%). According to preliminary results on phytoliths analysis conducted by Claire Delhon (CNRS - UMR7264 - CEPAM CNRS, Nice University) show the use of poaceae that have some specific cuts that could be related to a special selection or treatment of plants in order to use them for the construction. The preparation and the shaping of earthen materials under the same moisture condition are associated with the direct shaping characterizing the cob technique (figure 7). Benches and later refectation of the wall contain more human activity debris (CDB and YBY facies respectively) than the lower part of the wall (GGB facie). The human presence on the site became stronger during the occupation and the material used for the construction record a gradation of human presence towards the later phases of occupation.

Figure 7 - Drawing and photos in different scales (field, thin section scans and photomicrographs) of the two methods of earthen wall construction



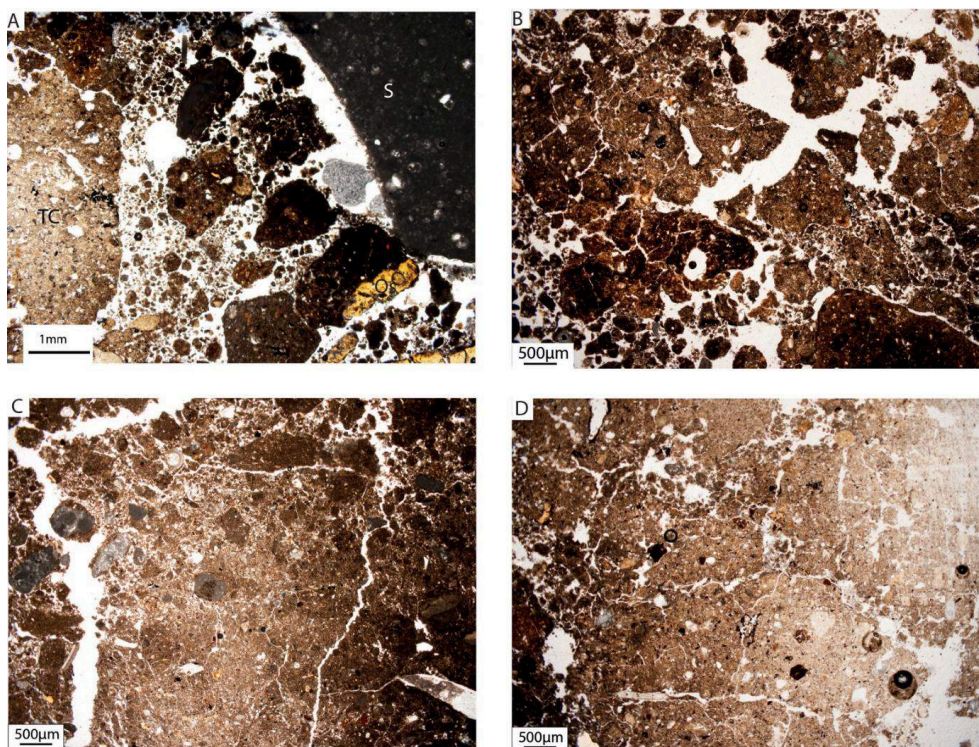
A: piling of earthen lumps and B: superimposition of earthen layers. Orange triangles on the drawing correspond to flint flakes

- 18 Benches, found in the Building 2 and Building 3, correspond to the Clayish Dark Brown facies and they are constructed according to the cob technique as for the walls. The sediments are from occupation layers but they contain higher amounts of phytoliths and plant particles comparing to the walls that correspond to plant temper added in the mix. Benches are the only case that diatoms are used in the mixture.

b - Floors and their use

- 19 Earthen floors have been identified only in the interior of the structure. Foundation floors have been worked before their implementation. They can be distinguished in two types: the stony floor and the embankment. Embankments are related to the flattening of the space in order to install a new construction level associated with each main phase of occupation (Building 1, 2, 3 and 4). They are composed by material of various sizes (millimeters to centimeters) and origins (man-made or natural) lightly mixed with some water. The heterogeneous distribution of materials and the poor coalescent is the result of the absence of mixing. The dry material set up in massive layers of 2-5cm of thickness (figure 8A). On the other hand, stony floors are identified in the transition from one occupation episode to another during the same occupation phase. They are made of coarser elements than the fine one mixed with sediments from occupation layers containing some constructed and burnt aggregates, flakes of bones and microcharcoals. Coarse elements like pebbles and flint are added in the mix. Some coatings around inclusions showed that sediments were mixed while wet in order to achieve the cohesion of the material. Stony floors have various thicknesses from 3 cm to 9 cm (figure 8B).

Figure 8 - Photomicrographs of foundation floors and constructed floors



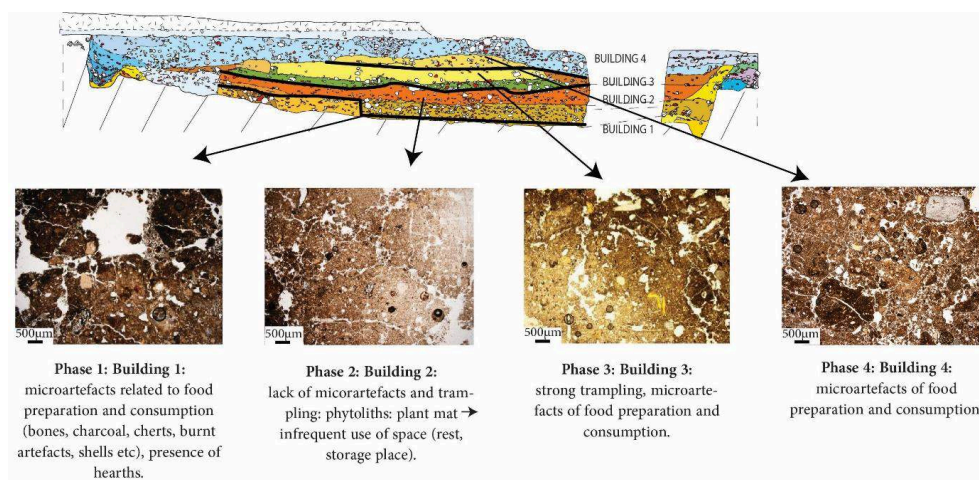
A: stony floor containing constructed aggregates (TC), bones (O) and flints (S) from occupation layers (PPL); B: embankment constituting by aggregates of different origins (PPL); C: Formal floor. Aggregates are delineated by fine curve cracks (PPL); D: Informal floor. Sequence of informal floors distinguished by horizontal cracks (PPL).

- 20 Constructed floors are distinguished in formal and informal floors based on the terminology proposed by Karkanas and Efstratiou (2009: 956). Both are made of fine sediments but they have different *chaîne opératoire*. Formal floors were made of fine sediments without coarse inclusions which could be the result of a careful selection of material. Massive to crumb microstructure is related to the mixing of sediments with high quantity of water in order to obtain a muddy mixing. During the preparation, plants have been added as temper and they are observed as phytoliths remains. Then, the material was kneaded in less wet state. The kneading created a particular microstructure of rounded aggregates delineated by curved fine cracks (Wattez *et al.*, 2018). Small vughs and vesicles and some fine sub-horizontal cracks are associated with the compaction during the floor implementation. Formal floors are usually 2-4cm in thickness (figure 8C). For the construction of informal floors, only fine sediments poor in human micro-residues were used. The fine size of sediments could be related to the sieving of sediments before preparation (Wattez *et al.*, 2018). Sediments were mixed with plants. Informal floors were prepared and set up in dry conditions by spreading the mix on the floor. Each layer is about 0.5cm to 1cm of thickness (figure 8D).
- 21 Micromorphological study did not revealed any evidence of surface cleaning like sweeping or scratching traces (Benerjea *et al.*, 2015; Miller *et al.*, 2010). However, the successive set of informal floors within an occupation phase, show regular maintenance of the space (Karkanas, Efstratiou, 2009; Karkanas, Van de Moortel, 2014).
- 22 Formal floors have been identified for the first, third and fourth occupation phase while the second one is characterized only by informal floors. Formal floors are less

common than informal floors, which were identified throughout the entire sequence of St10. Formal floors are associated mainly with activities of domestic character and record better trampling effects due to their compactness (Gé *et al.*, 1993) while the informal floors have been associated to both a domestic character activities and less frequently used spaces such as in the case of the second occupation phase (Building 2).

- 23 Formal floors can also record different intensities of activity of the same character. This is the case of the Building 1 that corresponds to a communal building, on which two occupation episodes of formal floor have been installed. Both episodes present hearth installations and record activities of domestic character expressed by micro-charcoals, bone flakes and flints but their density and frequency are different (figure 9).

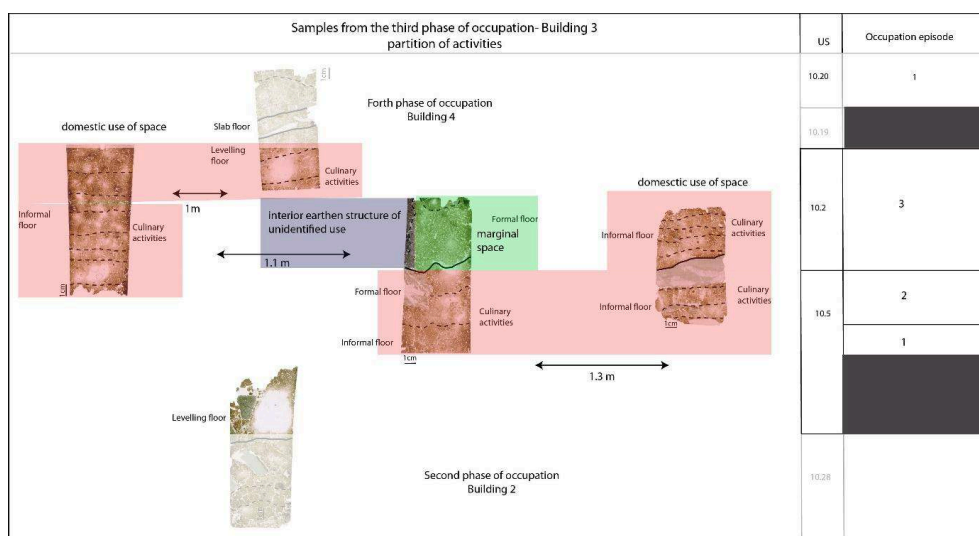
Figure 9 - The use of space of different buildings of structure 10 according to micromorphological data



The activities are quite similar between the phases with activities related to food preparation and consumption for the first, third and fourth phase of occupation and a more infrequent use of space for the second one.

- 24 A spatial analysis applied to the third phase of occupation showed different partitioning of the types of constructed floors that correspond to different kinds and densities of activities (figure 10). The space of Building 3 seems to be restricted than the previous occupations while private/ family character attributed to this occupation. In the centre of the Building 3 there is an earthen constructed feature of unidentified use, which was only identified in thin section, in relation to irregularly frequent used surfaces on formal floor. The surfaces show peripheral zone next to this feature with important biological activity of soil fauna and flora, food refuse (bones, burnt bones, constructed aggregates and low velocity surface flux) and few trampling fine planar voids. On the other hand, the western part is characterised by a sequence of informal floors covered by plant mat (connected phytoliths on the surface) marked by trampling effect. Some flakes of bones (5-10%) and construction debris (0-2%) are on the surfaces. However, biological activity is very poor and surfaces show regularly maintained and used space. The eastern part has trampled informal floors, where human micro-debris (flakes of bones (2-5%), micro-charcoals (5-10%), flakes of flint (2-5%)) are more abundant than the western part, and they are related to hearth installations. The use of the eastern part seems to be dedicated to activities of domestic character such as the preparation and consumption of food and the use of a hearth.

Figure 10 - Spatial partition of activities of the Building 3 (third occupation phase)



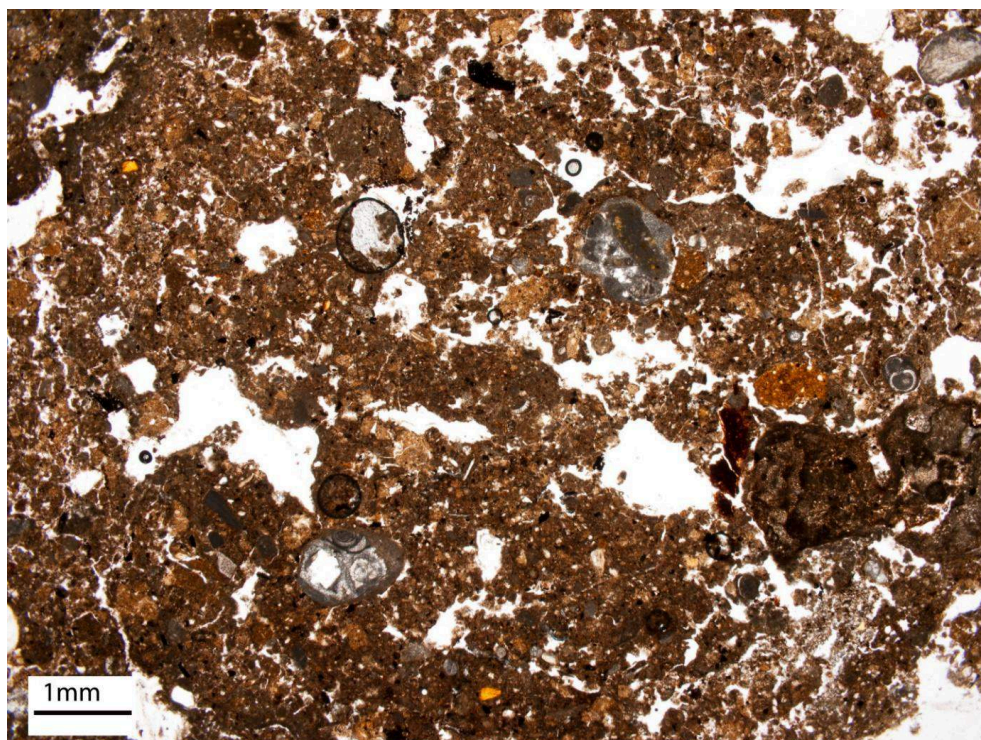
- 25 Informal floors have been identified in all occupation phases and are related to both frequently used space and to less frequently used one. In the case of the Building 2 they recorded few activities on the surface related to few sub-horizontal trampling planar voids and elongated aggregates (Rentzel *et al.*, 2017) and very few human micro-residues (micro-charcoals (2-5%) and some bone flakes (0-2%)) but they are rich in phytoliths showing unfrequently used space. Assemblage of mouse bones (Th. Cucchi, pers. communication) from these floors suggests that this space was probably used as a storage room for cereal. In the case of Building 3, informal floors are related to different intensities of activities of food preparation and consumption. According to these statements we cannot conclude to a relation between the type of floor and the use of space, but a distribution of activities within the same occupation phase and the same type of floor is attested.
- 26 The only exterior part sampled in at Klimonas is the St10 entrance way placed between two walls that limited the entrance. The stratigraphy of the corridor is formed by the accumulation of earthen debris from the walls. Several surfaces were formed and compacted by trampling (Gé *et al.*, 1993). Changes on microstructure (laminar for dry and crumb for humid) can reflect seasonal changes on environmental conditions. It is possible that this space was partially an open-air space.

C - Degradation of earthen architectures

- 27 Sediments used for the construction at Klimonas were mixed with plants. The presence of plant in the sediment facilitated the biological activity of soil fauna and flora. Pedological features showed the activity of enchytraeidea, oribatidea and mites as they fed by organic matter under the superficial horizon rich in vegetal remains (Babel, 1975) and their action could be considered as contemporary to the occupation (figure 11). Their activity in combination with some insects accelerated the degradation process of the earthen structures. A specific feature of degraded wall during the occupation was attested in the lower part of the entrance wall and characterized by

laminar microstructure and fine voids separating elongated aggregates and biological activity.

Figure 11 - Channels of biological activity of enchytreideas



They are deformed under trampling pressure.

- 28 Post-depositional biological and human activity destroyed part of the earthen remains and the remains of the fourth phase of occupation. Due to preservation of the lower part of walls or only wall remains in the foundation trench is difficult to reconstruct the rhythm of degradation processes due to weathering. Biological activity of soil fauna and flora seems to be the main factor of degradation of the lower part of walls.

D - Space status

- 29 The micro-debris assemblages identified during the entire sequence of occupation of the St10 allow suggesting different use of space during each occupation phase: activities related to food preparation and consumption and spaces related to food storage or sleeping. However, the organization of activities distribution in the space seems to be different between each phase or even within the same phase such as the case of Building 3 where spatial analysis was applied.
- 30 PPNA communal buildings in the Levant had as a main use cereal storage or ritual practices (Stordeur, 2015). In the case of Klimonas, it is still difficult to broader social context of activities. According to micromorphological study, the activities are not the same or of the same intensity during the whole occupation of the St10. For the first, third and fourth phase of occupation they are related to food preparation and consumption. However, the lack of archaeological data does not allow proceeding to interpretation concerning the overall context in which the activities took place: if the

food preparation has a domestic nature (family meals) or ritual one (food consumption during ritual practices). During the second occupation phase, it seems that the structure functioned mostly as food storage.

4 - Conclusion

- 31 All buildings excavated at Klimonas, both St10 and domestic ones are entirely constructed by earthen materials. Constructed elements correspond to wall, floors which their degradation contribute to the formation of exterior spaces. The successive occupation at Klimonas could be compared to Near East tells. In tells, the degradation of earthen architectures contributes to the formation of the stratigraphy and the tell mound, where degraded and constructed sediments are of the same nature (Friesem *et al.*, 2011, 2014; Rosen, 1986). In the case of Klimonas, St10 infilling is composed only of constructed element such as floors and benches and it records human activities.
- 32 The geoarchaeological approach applied to the St10 allowed us to propose a pedo-sedimentary model which describes the role of earthen material in the stratigraphy formation processes in semi-arid environment. According to this model, the stratigraphy formation depends on human acts related to earthen construction of floors and walls. Biological activity during the occupation is controlled by human presence and it only contributes to the degradation in a post-occupation stage. The model allows also understanding the exploitation of raw material, the *chaîne opératoire* of earthen construction from the collection of sediments to the implementation. The model reveals different activities occurred in the space and sheds light on socio-economic behavior of early Cypriot societies.
- 33 Only earthen material was used for constructing, in contrast to PPNA sites in the Levant which could interpret as a cultural aspect of Klimonas habitants and not a technical choice, although, stones are in abundance in the surrounding area of Klimonas and easily accessible. Specific selections of sources or materials were observed in Klimonas that point more to a good knowledge of different properties of materials than the abundance of raw materials in the environment (Love, 2013a). The selection of specific material applied in specific features, like the case of benches, could be also related to a potential symbolism behind this action; as benches are related to ritual practices and deposits (Atakuman, 2014; Stordeur, 2000, 2014, 2015; Yartah, 2004). Deposits of flint blades and tools, macrolithic tools and fragments of human skulls found in St10 are usually associated to benches (Vigne *et al.*, 2017). Even if St10 served also for ritual activities, the latest could be accessible to few people (Makarewicz, Finlayson, 2018: 2-3; Stordeur, 2014: 340-341). Nevertheless, the majority of activities show domestic use of space; however, it is not possible to further distinguish between communal domestic activities or family ones.
- 34 Different floor and wall construction techniques, like the case of the entrance, could support the idea of collaboration of different craftsmen who use different construction techniques (Lorenzon, Iacovou 2019). It suggests, thus, an organized society where people working together to construct the communal building. The heavy work of digging the foundation trench, levelling the floor and the preparation of earthen material, need the collaboration of Klimonas habitants.

- 35 This model was established according to Klimonas data and preliminary tested in other sites but more researches need to test its applicability on other earthen buildings in semi-arid environments in order to highlight and understand social behaviors and organization of Neolithic societies.

BIBLIOGRAPHY

- Amadio M., 2018 – From deposits to social practices: Integrated micromorphological analysis of floor sequences at Middle Bronze Age Erimi-LaonintouPorakou, Cyprus, *Journal of Archaeological Science: Reports*, 21, 433–449.
- Arnold, D. E., 2000 – Does the standardization of ceramic pastes really mean specialization?, *Journal of archaeological method and theory*, 7(4), 333–375.
- Atakuman C., 2014 – Architectural Discourse and Social Transformation During the Early Neolithic of Southeast Anatolia, *Journal of World Archaeology*, 27, 1–42.
- Babel, U., 1975 – Micromorphology in soil organic matter, in Gieseking J., E. (dir.), *Soil Components*, vol. 1, *Organic components*, New York, Springer Verlag, 369–473.
- Banerjea, R., Y., Bell, M., Matthews, W., Brown, A., 2015 – Applications of micromorphology to understanding activity areas and site formation processes in experimental hut floors. *Archaeological Anthropological Science*, 7(1), 89–112.
- Benech C., Tabbagh A., Vigne J-D., 2017 – Étude par prospections magnétique et électromagnétique du site de Klimonas (Chypre), in Vigne J.-D., Briois F., Tengberg M. (dir), *Nouvelles données sur les débuts du Néolithique à Chypre/ New information about the beginning of the Neolithic in Cyprus*, Société Préhistorique Française, Paris, 79–94.
- Berger J.-F., Brochier J.-L., Bravard J.-P., 1999 – La géoarchéologie, *Nouvelles de l'archéologie*, 78, 8–12.
- Borderie, Q., Devos, Y., Nicosia, C., Cammas, C., Macphail, R. 2014 - Dark Earth in the geoarchaeological approach to urban contexts, in Carcaud, N., Arnaud-Fassetta, G., (dir.), *Frenchgeoarchaeology in the 21st century*, Paris, CNRS Éditions, 245–255.
- Bravard J.-P., 1983 – Les sédiments fins des plaines d'inondation dans la vallée du Haut-Rhône, *Revue de Géographie Alpine*, 71, 363–379.
- Brochier J.-L., 1988 – Les sédiments : documents archéologiques, *Nouvelles de l'archéologie*, 31, 15–17.
- Bullock P., Fedoroff N., Jongerius A., Stoops G., Tursina T., Babel, U. 1985 – *Handbook for soil thin section description*, Waive Research, 152 p.
- Burnouf J., Ayala G., Bernard V., Bridault A., Cammas C., Castanet C., Chouquer G., Drucker D., Fouillet N., Jorda C., Le Digol Y., Wattez J., 2007 – Des milieux et des hommes : méthodes d'études en archéologies environnementales. *L'archéologie préventive dans le monde*, La Découverte, 115–130.
- Butzer K.W., 1982 – *Archaeology as human ecology: method and theory for a contextual approach*, Cambridge, New York, Cambridge University Press, 364 p.

- Cammas C., 1994 - Approche micromorphologique de la stratigraphie de Lattes, premiers résultats, in Garcia D. (dir.), *Exploitation de la ville portuaire de Lattes, Les îlots 2, 4-sud, 5, 7-est, 8, 9 et 16 du quartier Saint-Sauveur*, Lattes, Édition de l'association pour la Recherche Archéologique en Languedoc- Oriental, (Lattara, 7), 181-202.
- Cammas C., 1999 - Dynamique pedosedimentaire urbaine à Lattes, in Py M. (dir.), *Recherches sur le quatrième siècle avant notre ère à Lattes*, Lattes, Édition de l'association pour la Recherche Archéologique en Languedoc- Oriental (Lattara, 12), 211-227.
- Cammas C., 2003 - L'architecture en terre crue à l'âge du Fer et à l'époque romaine : apports de la discrimination micromorphologique des modes de mise en œuvre, in Chazelles C.-A., Klein A. (dir.), *Échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue, 1. Terre modelée, découpée ou coffrée. Matériaux et modes de mise en œuvre*, actes de la table ronde (Montpellier, 2001), Montpellier, éditions de l'Espérou, 38-53.
- Cammas C., 2015 - La construction en terre crue de l'âge du Fer à nos jours, *Archéopages* 42, 58-69.
- Cammas C., 2018 - Micromorphology of earth building materials: Toward the reconstruction of former technological processes (Protohistoric and Historic Periods), *Quaternary International*, 483, 160-179.
- Cammas C., Wattez J., 2009 - L'approche micromorphologique : méthode et application aux stratigraphies archéologiques, in Ferdières A. (dir.), *La géologie : les sciences de la Terre appliquées à l'archéologie*, Paris, Errance (Archéologiques), 181-216.
- Cauvin J., Ibañez J.J., 2008 - Le site néolithique de Tell Mureybet (Syrie du Nord) : en hommage à Jacques Cauvin, (Vol 1), *Archaeopress*, 731 p.
- Courty M.-A., Goldberg P., Macphail R., 1989 - *Soils and micromorphology in archaeology*, Cambridge, New York, Cambridge University Press (Cambridge manuals in archaeology), 344 p.
- Courty M.-A., 1988 - Archéologie et sédiment, *Nouvelles de l'archéologie*, 31, 9-14.
- De Chazelles C.-A., 2010 - Terre modelée et terre moulée, deux conceptions de la construction en terre, *Premier congrès francophone d'Histoire de la construction*, Editions A. et J. Picard, 411-419.
- De Chazelles C.-A., 2011 - Étude et interprétation des fragments de constructions en terre crue recueillis dans le secteur 1, in Guilaine J., Briois F., Vigne J.-D. (dir.) *Shilloukambos, un établissement néolithique pré-céramique à Chypre. Les fouilles du secteur 1*, Edition Errance, 649-662.
- Deák, J., Gebhardt, A., Lewis, H., Usai, M., R., Lee, H., 2017 - Soils Disturbed by Vegetation Clearance and Tillage, in Nicosia C., Stoops G. (dir), *Archaeological Soil and Sediment Micromorphology*, Wiley, pp. 233-264.
- Flohr P., Finlayson B., Najjar M., Mithen S., 2015 - Building WF16: construction of a Pre-Pottery Neolithic A (PPNA) pisé structure in Southern Jordan, *Levant*, 47, 143-163.
- Friesem D., Boaretto E., Eliyahu-behar A., Shahack-Gross R., 2011 - Degradation of mud brick houses in an arid environment: a Geoarchaeological model, *Journal of Archaeological Science*, 38, 5, 1135- 1147.
- Friesem D., Karkanis P., Tsartsidou G., Shahack-Gross R., 2014a - Sedimentary processes involved in mud brick degradation in temperate environments: a micromorphological approach in an ethnoarchaeological context in northern Greece, *Journal of Archaeological Science*, 41, 556- 567.
- Friesem D., Wattez J., Onfray M., 2017 - Earth Construction Materials, in Nicosia C., Stoops G. (dir), *Archaeological Soil and Sediment Micromorphology*. John Wiley & Sons, Ltd, 99-110.

- Friesem, D.-E, Tsartsidou, G., Karkanas, P., Shahack-Gross, R., 2014b - Where are the roofs? A geoethnoarchaeological study of mud-brick structures and their collapse processes, focusing on the identification of roofs, *Archaeological and Anthropological Sciences*, 6.1, 73- 92.
- Gé T., Courty M.-A., Matthews W., Wattez J., 1993 - Sedimentary Formation processes of occupation surfaces, in Goldberg P., Nash D. T., Pétraglia M. D. (dir.), *Formation processes in archaeological context*, Madison, Prehistory press (Monographs in world archaeology, 17), 149-163.
- Gebhardt, A., 2000 - Le rôle de la micromorphologie des sols dans la formation des paysages, *Études rurales*, 153/154, 139-149.
- Goldberg P., Macphail R., 2006 - *Practical and theoretical geoarchaeology*. Blackwell, 452 p.
- Goldberg P., Nash D., Petraglia M., (dir) 1993 - *Formation processes in archaeological context*, Madison, Prehistory press (Monographs in world archaeology, 17), 188 p.
- Goodman-Elgar, M., 2008 - The devolution of mudbrick: ethnoarchaeology of abandoned earthen dwellings in the Bolivian Andes, *Journal of Archaeological Science*, 35(12), 3057-3071.
- Guillaine J., Briois F., Vigne J.-D., 2011 - *Shillourokambos. Un établissement néolithique précéramique à Chypre. Les fouilles du secteur 1*, Paris, Errance and Athens, École française d'Athènes, 1248 p.
- Gutherz, X., Jallot, L., Wattez, J., Borgnon, C., Roux, J.- C., Thouvenot, Y., Orgeval, M., 2011 - L'habitat néolithique final de la Capoulière IV (Mauguio, Hérault) : présentation des principaux résultats 2004-2007, in Sénépart, I., Perrin, T., Thirault, E., Bonnardin, S., (dir.), *Marges, frontières, transgressions*, actes des 8^{èmes} rencontres méridionales de Préhistoire récente, (Marseille, 7-8 novembre 2008), Toulouse, 417-442.
- Hamard E., Cazacliu B., Razakamanantsoa A., Morel J. C., 2016 - Cob, a vernacular earth construction process in the context of modern sustainable building, *Building and Environment*, 106, 103-119.
- Hamard, E., Cammas, C., Lemercier, B., Cazacliu, B., Morel, J., C., 2020 - Micromorphological discription of vernacular cob process and comparison with rammed earth, *Frontiers of Architectural research*, 9.1, 203-215.
- Hourani F., 2003 - Les matériaux de construction en terre à Khirokitia (Chypre) : origines, techniques de préparation et emplois, in Chazelles C.-A., Klein A., (dir.), *Échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue*, 1. *Terre modelée, découpée ou coffrée. Matériaux et modes de mise en œuvre*, actes de la table ronde (Montpellier, 2001), Montpellier, éditions de l'Espérou, 161-168.
- Hourani, F., 2011 - Les matériaux de construction en terre. Etude au microscope des composants et des techniques de fabrication, in Guillaine J., Briois F., Vigne J.-D. (dir.), *Shillourokambos, un village néolithique précéramiques à Chypre*, Paris : Errance, 631-648.
- Karkanas P., 2001 - Site formation processes in Theopetra Cave: A record of climatic change during the Late Pleistocene and Early Holocene in Thessaly, Greece, *Geoarchaeology*, 16, 373-399.
- Karkanas P., Efstratiou N., 2009 - Floor sequences in Neolithic Makri, Greece: micromorphology reveals cycles of renovation, *Antiquity*, 83, 955-967.
- Karkanas P., Van De Moortel A., 2014 - Micromorphological analysis of sediments at the Bronze Age site of Mitrou, central Greece: patterns of floor construction and maintenance, *Journal of Archaeological Science*, 43, 198-213.

- Karkanas, P., 2006 – Late Neolithic household activities in marginal areas: the micromorphological evidence from the Kouveleiki caves, Peloponnese, Greece. *Journal of Archaeological Science*, 33, 1628–1641.
- Karkanas, P., Shahack-Gross, R., Ayalon, A., Bar-Matthews, M., Barkai, R., Frumkin, A., Gopher, A., Stiner, M., 2007 – Evidence for habitual use of fire at the end of the Lower Paleolithic: Site-formation processes at Qesem Cave, Israel, *Journal of Human Evolution*, 53, 197–212.
- Le Brun A., 1984 – *Fouilles Récentes à Khirokitia (Chypre), vol 1 : 1977-1981*, CNRS, Paris.
- Le Brun A., 1989 – *Fouilles récentes à Khirokitia (Chypre), vol 2 : 1983-1986*, CNRS, Paris.
- Lorenzon M., Iacovou M., 2019 – The Palaepaphos-Laona rampart. A pilot study on earthen architecture and construction technology in Cyprus, *Journal of Archaeological Science: Reports*, 23, 348-361.
- Love S., 2013a – Architecture as material culture: Building form and materiality in the Pre-Pottery Neolithic of Anatolia and Levant, *Journal of Anthropological Archaeology*, 32(4), 746-758.
- Love, S., 2013b – The performance of building and technological choice made visible in mudbrick architecture, *Cambridge Archaeological Journal*, 23(2), 263.
- Macphail, R., Goldberg, P., 2018 – Archaeological materials, in Stoops, G., Marcelino, V., Mees, F., (dir.), *Interpretation of micromorphological features of soils and regoliths*, Elsevier, 779-819.
- Makarewicz C. A., Finlayson, B., 2019 – Constructing community in the Neolithic of southern Jordan: Quotidian practice in communal architecture, *PLoS one*, 13(6), 1-22.
- Mallol, C., Mentzer, S. M., Miller, C. E., 2017 – Combustion Features, in Nicosia C., Stoops G. (dir), *Archaeological Soil and Sediment Micromorphology*, Wiley, pp. 299-330.
- Manning, S. W., 2014 – Temporal placement and context of Cyro-PPNA activity on Cyprus, *Eurasian Prehistory*, 11 (1-2), 9-28.
- Matthews, W., French, C., Lawrence, T., Cutler, D.F., Jones, M.K. 1997 – Microstratigraphic traces of site formation processes and human activities, *WorldArchaeology*, 29, 2, 281-308.
- Milek, K. B., Roberts, H. M. 2013 – Integrated geoarchaeological methods for the determination of site activity areas: a study of a Viking Age house in Reykjavik, Iceland, *Journal of archaeological science*, 40(4), 1845-1865.
- Miller C. E., Conard N. J., Goldberg P., Berna F., 2010 – Dumping, sweeping and trampling: experimental micromorphological analysis of anthropogenically modified combustion features, *Palethnologie*. 2, 25-37.
- Mylona P., Devillers B., Vigne J.-D., 2017a – De la fin du Pléniglaciaire au début de l'Holocène à Chypre : premières analyses des terrasses fluviales proches du site Néolithique pré-céramique de Klimonas (AyiosTychonas, Limassol), in Vigne J.-D., Briois F., Tengberg M. (dir.) *Nouvelles données sur les débuts du Néolithique à Chypre*. Société préhistorique française 9, Paris, 95–104.
- Mylona P., Watzet J., Franel Y., Vigne J.-D., 2017b – L'utilisation de la terre crue au PPNA à Klimonas (AyiosTychonas, Chypre) : construction et évolution du bâtiment communautaire (structure 10). Approche géoarchéologique, in Vigne J.-D., Briois F., Tengberg M. (dir.), *Nouvelles données sur les débuts du Néolithique à Chypre, Actes des Séances de la Société préhistorique française*, 105–120.
- Mylona, P., 2018 – *L'approche géoarchéologique des systèmes d'occupation au PPNA à Chypre : le cas du site de Klimonas à AyiosTychonas*. Unpublished PhD thesis, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 404p.

- Nicosia C., Stoops G., (dir) 2017 – *Archaeological Soil and Sediment Micromorphology*, Wiley, 496 p.
- Onfray M., 2017 – *Du sol à la reconstitution de l'espace habité : géoarchéologie des modes d'occupation de la fin du Néolithique (3600-2255 av. n.-è.) dans le Sud-Ouest du Bassin Parisien*, Unpublished PhD thesis, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 673 p.
- Onfray, M., 2019 – Revisiter le paradigme du « sol néolithique disparu » : géoarchéologie des modes d'occupation de la fin du Néolithique dans le sud-ouest du Bassin parisien, le cas du site « les Grands Noyers » à Gas (Eure-et-Loir), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 116, 1,41-72.
- Pantazis T. M., 1961 – *A study of some Hagara and kalfkalla samples of Cyprus*, Ministry of Agriculture.
- Rentzel P., Nicosia C., Gebhardt A., Brönnimann D., Pümpin C., Ismail-Meyer K., 2017 – Trampling, poaching and the effect of traffic, in Nicosia C., Stoops G. (dir), *Archaeological Soil and Sediment Micromorphology*, Wiley, pp. 281-298.
- Rosen AM., 1986 – *Cities of clay: the geoarcheology of tells*, University of Chicago Press, 167 p.
- Schiffer M. B., 1972 – Archaeological context and systemic context, *American antiquity*, 156-165.
- Schiffer M.B., 1983 – Toward the Identification of Formation processes, *American antiquity* 48, 675-706.
- Schirmer W., 1998 – Hagara on Cyprus, a superficial calcareous deposit, *Eiszeitalteru. Gegenwart* 48, 110-117.
- Sénépart I., Wattez J., Jallot L., Hamon T., Onfray M., 2015 – La construction en terre crue au Néolithique. Un état de la question en France, *Archéopages*, 42, 6-19.
- Shillito L-M., Matthews W., Almond M.J., Bull I.D., 2011 – The microstratigraphy of middens: capturing daily routine in rubbish at Neolithic Çatalhöyük, Turkey, *Antiquity*, 85, 1024-1038
- Shillito, L-M., Matthews, W., 2013 – Geoarchaeological Investigations of Midden-Formation Processes in the Early to Late Ceramic Neolithic Levels at Çatalhöyük, Turkey ca. 8550-8370 cal. B.P. *Geoarchaeology*, 28, 25-49.
- Sillar B., Tite M. S., 2000) – The Challenge Of 'Technological Choices' for Materials Science Approaches In Archaeology, *Archaeometry*, 42(1), 2-20.
- Simmons A. H., 2012 – AisGiorkis: an unusual early Neolithic settlement in Cyprus, *Journal of Field Archaeology*, 37, 86-103.
- Stoops G., 2003 – *Guidelines for analysis and description of soil and regolith thin sections*, Madison, Soil Science Society of America, 184 p.
- Stoops G., Marcelino V., Mees F., (dir.) 2010 - *Interpretation of micromorphological features of soils and regoliths*, Amsterdam, Oxford, Elsevier, 720 p.
- Stordeur D. 2015 – *Le village de Jerf el Ahmar (Syrie, 9500-8700 av. J-C). L'architecture, miroir d'une société néolithique complexe*, Paris, CNRS Editions, 371 p.
- Stordeur D., 2014 – Jerf el Ahmar between 9500 and 8700 cal. BC. A village at the outset of farming. A complex society, in Manen C., Perrin T., Guilaine J. (dir.), *La transition néolithique en Méditerranée, proceedings of the meeting "Transitions en Méditerranée ou comment des chasseurs devinrent agriculteurs* (Toulouse, 2011), Arles, Errance and Toulouse, Archives d'écologie préhistorique, 27-45.
- Stordeur D., Der Aprahamian G., Brenet M., Roux J-C., 2000 – Les bâtiments communautaires de Jerf el Ahmar et Mureybet horizon PPNA (Syrie), *Paléorient*, 26, 29-44.

- Todd I.A., 2003 – Kalavassos-Tenta, in Guilaine J., Le Brun A. (dir.) *Le Néolithique de Chypre, Supplement 43 au Bulletin de Correspondance Hellénique*, 35–44.
- Vigne J.-D., Briois F., Cucchi T., Franel Y., Mylona P., Tengberg M., Touquet R., Wattez J., Willcox G., Guilaine J., 2017 – Klimonas, a late PPNA hunter-cultivator village in Cyprus : new results, in Vigne J.-D., Briois F., Tengberg M. (dir) *Nouvelles données sur les débuts du Néolithique à Chypre*. Société préhistorique française 9, Paris, 21-46.
- Vigne J.-D., Briois F., Zazzo A., Carrere I., Daujat J. Guilaine J., 2011 – Preliminary data on a new early Pre-Pottery Neolithic site on Cyprus (Ayios Tychonas-Klimonas, ca. 9000 cal. BC), *Neo-Lithics*, 1 (11), 3–18.
- Wattez J. 2003 - Caractérisation micromorphologique des matériaux façonnés en terre crue dans les habitats néolithiques du Sud de la France : exemple des sites de Jacques Coeur (Montpellier, Hérault), du Jas del Biau (Miliau, Aveyron), la Capoulière (Mauguoi, Hérault), in de Chazelles C.-A., Klein A. (dir.), *Échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue, 1, Terre modelée, découpée ou coffrée : matériaux et modes de mise en oeuvre*, actes de la table ronde de Montpellier, 17-18 novembre 2001, Montpellier, Espérou, 21-31.
- Wattez J., 1992 – *Dynamique de formation des structures de combustion de la fin du Paléolithique au Néolithique moyen : approche méthodologique et implications culturelles*, Unpublished PhD thesis, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, Paris, 442 p.
- Wattez J., 2009 – Enregistrement sédimentaire de l’usage de la terre crue dans les établissements néolithiques du sud de la France : le cas des sites du Néolithique Final de La Capoulière 2 et du Mas de Vignoles IV, in Beeching A., Sénépart I. (dir), *De la maison au village. L’habitat néolithique dans le Sud de la France et de Nord-Ouest méditerranéen*, actes de la table ronde des 23 et 24 mai 2003, Marseille/Musée d’Histoire de la Ville de Marseille, Paris, Société Préhistorique Française (Mémoire, 48), 199–218.
- Wattez J., Courty M.-A., 1996 – Modes et rythmes d’occupation à tell Halula. Approche géoarchéologique (premiers résultats), in Molist Montana M. (dir), *Tell Halula (Siria) : un yacimiento neolitico del valle medio del Euphrates Campanas de 1991-1992*, Ministerio de Educacion y Cultura, 53–67.
- Wattez J., Peinetti A., Onfray M., Mylona P., Eddargach W., 2018 – Le second-oeuvre dans les habitats de Préhistoire récente : première synthèse géoarchéologique sur les sols construits, in De Chazelle C.-A., Leal E., Klein A. (dir.), *Construction en terre crue : Torchis, techniaues de garnissage et de finition, Architecture et mobilier*, 4èmes échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue. Table ronde de Lattes, Montpellier, Éditions de l’Espérou, 279 -292.
- Wiemann P., Rentzel P., 2015 – Micromorphological studies of wetland site formation processes: Additional help for a better understanding of the lake-dwellings’ final disappearance. *The end of the lake-dwellings in the Circum-Alpine region*, 101-124.
- Yartah T., 2004 – Tell’Abr 3, un village du néolithique précéramique (PPNA) sur le Moyen Euphrate. Première approche, *Paléorient*, 30 (2), 141–158.
- Yartah T., 2005 – Les bâtiments communautaires de Tell’Abr 3 (PPNA, Syrie), *Neo-litics*, 1/05, 3–9.

ABSTRACTS

Recent developments in geoarchaeological studies using soil micromorphology have advanced our comprehension of construction techniques of earthen materials and contributed to our

understanding the use of space in different sites diachronically. The Neolithic site of Klimonas, which is entirely constructed of earthen materials, offers the opportunity to apply a geoarchaeological approach. Through the identification of micromorphological indicators and the definition of microfacies, a pedo-sedimentary model was proposed describing the site formation processes of earthen structures in semi-arid environments. According to this model we were able to define and describe the chaîne opératoire of earthen constructions of walls and floors as well as the use of space during the occupation of the communal building of the site.

INDEX

Keywords: geoarchaeology, soil micromorphology, earthen construction techniques, Cyprus, Neolithic

AUTHORS

PANTELITSA MYLONA

Department of Antiquities Republic of Cyprus, MNHM Paris-UMR 7209 AASPE /
pantelitsa.mylona@gmail.com

JULIA WATTEZ

chargée d'opération et de recherche, Inrap Centre Île de France, UMR 5140 ASM /
julia.wattez@inrap.fr

JEAN-DENIS VIGNE

directeur de recherches CNRS, MNHM Paris, UMR 7209 AASPE / jean-denis.vigne@mnhn.fr

Géoarchéologie des aires de parcage du Néolithique final dans le Midi : le cas de la bergerie de La Capoulière (Mauguio, Hérault)

Alessandro Peinetti, Julia Wattez, Emilie Blaise, Luc Jallot et David Lefèvre

Ce travail a été réalisé dans le cadre du contrat doctoral de A. Peinetti financé par le LabEx ARCHIMEDE - programme IA- ANR-11-LABX-0032-01. Nous remercions également C. Georjon, responsable d'opération de la fouille préventive menée en 2002 à La Capoulière, et les relecteurs anonymes pour leurs suggestions, qui ont contribué à améliorer le texte de cet article.

Introduction

Par sa capacité d'enregistrer les effets des activités humaines et les conditions de milieu, le sol est un objet d'étude porteur d'informations à la fois culturelles et environnementales. Désormais, le sédiment archéologique n'est plus perçu comme un « contexte passif livrant des objets », mais comme un véritable témoin des pratiques culturelles (Brochier, 1988 ; cf. Courty, Miskovsky, 2002 ; Lucas 2012 ; Macphail *et al.*, 1990 : 170 ; Jusseret, 2010 ; Ross, Wells, 2017 ; Walsh 2004). Le développement de cette conception du sédiment comme « document culturel » est d'ailleurs intimement lié à la naissance de la micromorphologie appliquée aux formations archéologiques (Brochier, 1988). Il conduit vers une caractérisation des gestes et des comportements humains à partir de l'étude des dynamiques de formation des sols d'occupation, en se basant notamment sur les principes de détermination et les concepts d'interprétation de la micromorphologie. Il participe ainsi à la construction d'une géoarchéologie à visée anthropologique (Wattez *et al.*, ce volume).

Les études géoarchéologiques dans les grottes et les abris utilisés pour le parcage des animaux au Néolithique et à l'âge du Bronze en Méditerranée occidentale ont occupé une place importante, à partir des années 1980, dans le processus de renouvellement de

la discipline et du développement des référentiels micromorphologiques. Ils ont permis notamment de caractériser les aires de parbage et les pratiques zootechniques relevant de la gestion du troupeau : fourragement, rythmes de fréquentation, incendies d'assainissement, etc. (Brochier, 1983 ; 2005 ; Watzte *et al.*, 1990 ; Brochier *et al.*, 1992 ; Courty *et al.*, 1992 ; Macphail *et al.*, 1997 ; Beeching *et al.*, 2000 ; Boschian, Montagnari-Kokelj, 2000 ; Sordoillet, 2009). Ces référentiels ont été ensuite complétés par la reconnaissance d'espaces de parbage et de stabulation sur des sites de plein-air, en particulier dans des contextes proche-orientaux (*i.e.* Shahack-Gross, 2011 ; 2017 ; Matthews *et al.*, 2014 ; Portillo *et al.*, 2019).

Les nombreux travaux interdisciplinaires (archéologie, géoarchéologie et bioarchéologie) menés dans les sites en grotte du Midi de la France ont ainsi qualifié les modes d'usage de ces cavités au cours du Néolithique et de l'âge du Bronze (*i.e.* Blaise *et al.*, 2010 ; Brochier, Beeching, 2008 ; Brochier *et al.*, 1999 ; Thiébault, 2005). Certaines enregistrent un usage mixte (pastoral et domestique) tandis que d'autres sont employées à des fins uniquement pastorales (Brochier, 2005 ; Sordoillet, 2009). Au Néolithique, la présence de sites spécialisés de type grotte-bergerie, exclusivement destinés au parbage, semble caractériser tout particulièrement le Chasséen de l'arrière-pays méditerranéen et de la Vallée du Rhône (Brochier, Beeching, 2008). Ce constat a conduit à l'élaboration de modèles sur les modes d'occupation du sol et d'organisation des pratiques agro-pastorales évoquant, entre autre, une complémentarité entre sites. Des questions concernant la mobilité de l'habitat et des groupes d'agropasteurs chasséens sont également posées (Beeching *et al.*, 2000 ; Beeching, 2011). En revanche, au Néolithique final, on semble assister à un changement de pratiques. Le nombre de grottes utilisées comme aire de parbage devient progressivement plus rare, par exemple en aire provençale ou dans la Drôme (Brochier, 2005 ; Blaise *et al.*, 2010, fig. 1). Les études archéozoologiques menées en Provence, mais aussi en Languedoc comme au Pesquier (Congénies, Gard), semblent mettre en évidence une importance accrue des sites d'habitat de plein-air au sein de l'espace pastoral, tant pour une utilisation permanente que saisonnière (Helmer *et al.*, 2005 ; Blaise, 2006 ; 2009 ; Blaise *et al.*, 2010). Ces différences évoquent des changements dans l'organisation des pratiques d'élevage et de gestion du territoire. Toutefois, les connaissances relatives à l'organisation et à la gestion des lieux de vie des animaux restent limitées pour les sites en plein-air du Néolithique final du Midi (*infra*). L'identification et l'étude géoarchéologique d'une bergerie dans le site du Néolithique final 3 de La Capoulière (Hérault), permettent de combler partiellement ces lacunes documentaires (Watzte, 2009) et fournissent des éléments utiles pour caractériser les espaces liés à la gestion des troupeaux en contexte villageois (Peinetti, 2021).

1 - L'habitat du Néolithique final de La Capoulière : données générales et économie animale

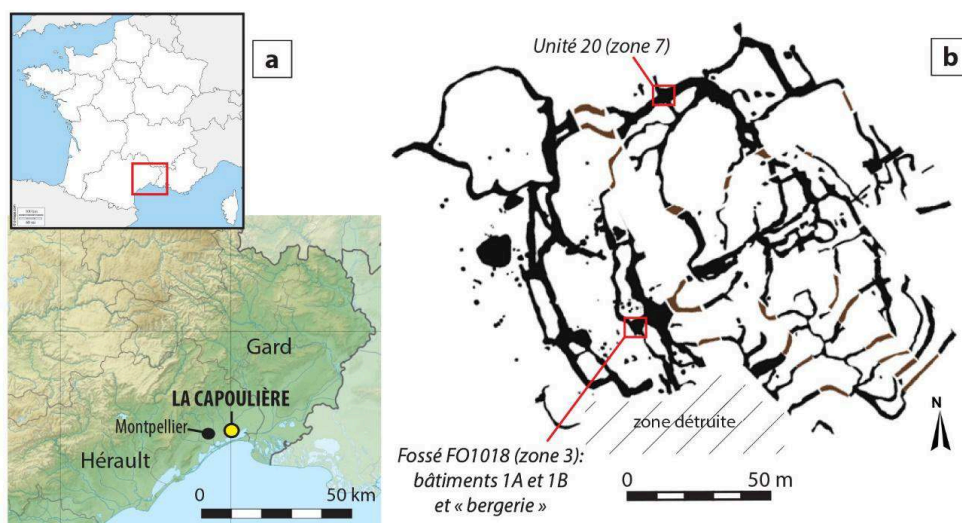
A - Contexte géographique et archéologique du site

Le site de La Capoulière (Mauguio, Hérault), dont la fouille a été dirigée par l'un de nous (L.J.), se situe dans la plaine littorale de Mauguio-Lunel (figure 1, a), à environ 10 km à l'ouest de Montpellier et à proximité des étangs et des lagunes. Il est implanté dans une zone d'interfluve à topographie faiblement contrastée, sur des formations alluvio-

colluviales constituées d'épandages polyphasés de limons et de limons sableux carbonatés. Sa forme est représentative des sites « excavés » à réseaux de fossés du Néolithique final 3, caractéristiques des plaines du Languedoc oriental. Les structures en creux du site apparaissent directement au niveau du substrat, sous l'horizon de labour. Les fouilles ont néanmoins attesté la présence de sols d'occupation en partie conservés au-dessus des labours, entre les sillons, dans la plupart des secteurs de fouilles. À quelques exceptions près, les contraintes opérationnelles n'ont pas permis de les enregistrer dès leur apparition, ce qui complique la perception de la trame interne de l'habitat (Jallot, 2003 ; Gutherz *et al.*, 2011 ; Jallot *et al.*, 2018).

Le noyau principal de l'établissement du Néolithique final 3 de tradition Fontbouisse (env. 2600-2200 BC) est concentré sur une surface comprise entre 1,3 et 1,8 ha (Jallot *et al.*, 2018). Un réseau assez complexe de fossés qui se recoupent marquent la présence de plusieurs enceintes accolées d'ampleur variable, renfermant des espaces ovalaires ou quadrangulaires caractérisés par la présence de fosses dispersées (figure 1, b). Certains fossés conservent des remplissages finement stratifiés. Les vestiges de plusieurs bâtiments semi-excavés, construits en terre crue et se terminant en abside, sont attestés. Ils se situent notamment dans les phases supérieures du comblement des fossés. D'autres indices d'occupation et de structuration de l'espace au sein de fossés partiellement comblés ont pu être observés. Toutefois la fonction de ces espaces aménagés dans des structures en creux n'est pas toujours facile à interpréter par l'archéologie. Un protocole d'analyse géoarchéologique, fondé sur une approche spatiale et sur l'emploi de la micromorphologie des sols comme outil analytique, a été mis en place pour résoudre ce problème. Son but était de comprendre les modes d'occupation des sols à l'échelle de l'habitat à travers l'étude des processus de formation des séquences stratifiées conservées dans les structures en creux. En parallèle, les assemblages fauniques donnent des informations sur les pratiques d'élevage, permettant de compléter notre perception de l'économie de production et l'usage du site.

Figure 1 - La Capoulière (Mauguio, Hérault)



(a) localisation du site ; (b) plan du réseau de fossés du site et localisation des secteurs du site cités dans le texte

D'après Gutherz *et al.*, 2011

B - Elevage et gestion des troupeaux à La Capoulière : les données de l'unité 20

Les données sur l'économie de production des habitants de la Capoulière proviennent d'une première étude de l'assemblage faunique issu de l'unité 20 de la zone 7 (figure 1, b). Il s'agit de l'un des bâtiments semi-excavés et aménagés en terre crue reconnus sur le site, installés dans les niveaux de comblement supérieurs des fossés, daté à une phase tardive de la tradition de Fontbouisse d'après l'étude de la céramique (Jallot *et al.*, 2018 : 148 ; Orgeval, 2013).

L'échantillon faunique de l'unité 20 se compose de 1252 restes assez bien conservés (52 % déterminés avec précision) mais fragmentés (316 fragments déterminés anatomiquement et 282 correspondent à des esquilles). Les surfaces, qui ont peu subi les intempéries, sont en revanche marquées par les vermiculations, dissoutes par endroit par l'eau et portent des traces de manganèse, et sont par conséquent plus ou moins lisibles (Auguste, 1994 ; Berensmeyer, 1978 ; Binford, 1981 ; Costamagno, 2004 ; Lyman, 1984, 1994). Quelques fragments (moins de 1 % NR) sont mordus ou sont plus fortement rognés par les carnivores, probablement le chien (Binford, 1981 ; Blumenschine, 1995 ; Blumenschine *et al.*, 1996 ; Lyman, 1994). L'ensemble des restes de cette unité correspondent à des déchets domestiques, enfouis relativement rapidement. Les principaux taxons sont représentés par toutes les parties squelettiques, les NMIC (Nombre minimum d'individus de combinaison) les plus élevés étant néanmoins donnés par les dents (tableaux 1 et 2). Les animaux ont été élevés, abattus et consommés sur le site. Leurs ossements, qui présentent des stries de découpe (décarnisation, désarticulation) et des indices de fracturation, regroupent des restes de repas et de boucherie. Les cassures sont massivement post-dépositionnelles et la fragmentation a limité les déterminations (Lyman, 1994 ; Vila, Mathieu, 1991). La présence régulière d'éléments fragiles comme les restes de très jeunes animaux témoigne de conditions de conservation favorables et celle d'éléments de petite taille, de conditions de collecte très satisfaisantes.

Tableau 1 – Effectifs des caprinés domestiques de l'unité 20 en Nombre de Restes de dents (NRd) et en Nombre Minimum d'Individus de combinaison (NMIC) par classes d'âge

Classes d'âge		NRd	NMIC
en années	Payne		
0 à 0,17	A	0	0
0,17 à 0,5	B	6	2
0,5 à 1	C	6	2
1 à 2	D	29	6
2 à 4	EF	1	1
4 à 6	G	12	3

>à 6	HI	18	3
Total		72	17

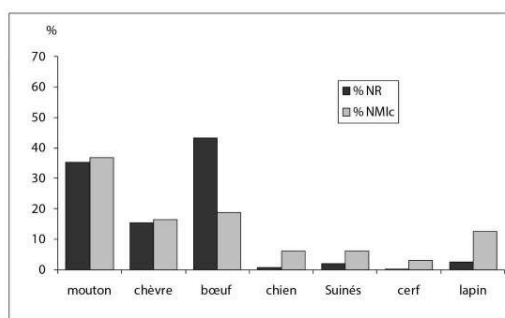
Tableau 2 – Effectifs des bœufs de l'unité 20 en Nombre de Restes de dents (NRd) et en Nombre Minimum d'Individus de combinaison (NMIC) par classes d'âge

Classes d'âge	NRd	NMIc
0 – 3 mois	0	0
3 – 6 mois	3	1
6 mois à 1 an	1	1
1 – 2 ans	2	1
2 – 4 ans	1	1
4 – 6,5 ans	4	1
6,5 – 9 ans	3	1
9 – 11,5 ans	2	1
> à 11,5 ans	0	0
Total	16	6

L'analyse archéozoologique montre un assemblage dominé par les espèces domestiques (figure 2). Les caprinés sont majoritaires (51 % NR, Nombre de restes déterminés), les moutons étant plus nombreux que les chèvres, suivis du bœuf (43,4 %). Les suinés, peu fréquents, constituent un apport complémentaire (2,1 % NR dont 1 porc). On note également la présence du chien et de rares espèces chassées comme le cerf et le lapin.

Figure 2 – Fréquences des taxons déterminés de l'unité 20 de La Capoulière en Nombre de Restes déterminés et en Nombre Minimum d'Individus de combinaison

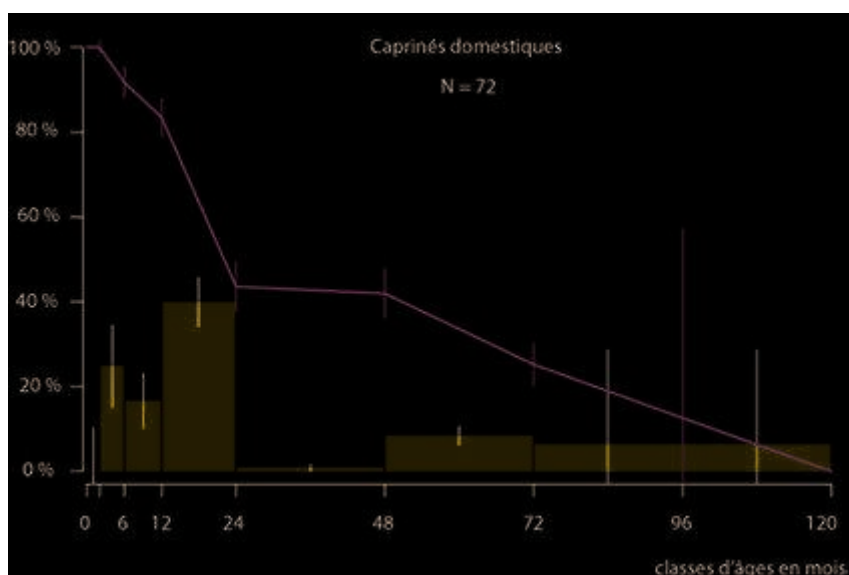
Taxons	NR	% NR	NMIc	% NMIc
Petits ruminants indet.	81			
<i>Capreolus capreolus</i>	0	0,0		0,0
Total Ovis/Capra	251	50,8	17	53,1
<i>Ovis aries</i>	32	35,3	9	36,8
<i>Capra hircus</i>	14	15,5	4	16,3
Total Petits ruminants	332	50,8	17	53,1
Grands Ruminants indet.	82			
<i>Bos taurus</i>	202	43,4	6	18,8
<i>Cervus elaphus</i>	1	0,2	1	3,1
Total Grands ruminants	285	43,6	7	21,9
Suinés indet.	13		1	
<i>Sus domesticus</i>	1	2,1	1	6,3
Total Suinés	14	2,1	2	6,3
léporidés indet.	1			
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	17	2,6	4	12,5
Total léporidés	18	2,8	4	12,5
<i>Canis familiaris</i>	5	0,8	2	6,3
Total carnivores	5	0,8	2	6,3
Total	654	100	32	100



DAO : E. Blaise

L'assemblage faunique de l'unité 20 renvoie l'image de(s) groupe(s) humains qui se procurent l'essentiel de l'approvisionnement carné de leur troupeaux domestiques, les bovins contribuant fortement à l'alimentation (apport en protéines), et utilisent l'ensemble des produits animaux. Les caprinés et les bœufs ont été exploités pour leur viande et leur lait (tableaux 1 et 2). Le profil de mortalité des moutons et des chèvres (figure 3) montre qu'ils étaient abattus principalement entre 2 mois et 2 ans (près de 80 %) et au-delà de 4 ans (adultes réformés). Cet abattage préférentiel ciblé implique un apport de bêtes pour garantir le renouvellement du troupeau (Blaise, 2010). Le profil est également tronqué (fort déficit d'adultes ; absence des très jeunes)¹ ce qui indique qu'il s'agit d'une partie d'un troupeau plus grand élevé dans une autre zone du site, correspondant à une gestion en plusieurs lots (Helmer *et al.*, 2005).

Figure 3 – Profil de mortalité et courbe de survie des caprinés domestiques de l'unité 20 du site de La Capoulière



Histogramme réalisé avec le logiciel R ; N = nombre de restes de dent

DAO : E. Blaise

La force de travail des bovins a vraisemblablement été utilisée comme le suggèrent la présence d'adultes conservés jusqu'à un âge avancé (11,5 ans) et l'observation de pathologies osseuses au niveau des phalanges et des métacarpes (Bartosiewicz, 2006 ; Bartosiewicz *et al.*, 1997).

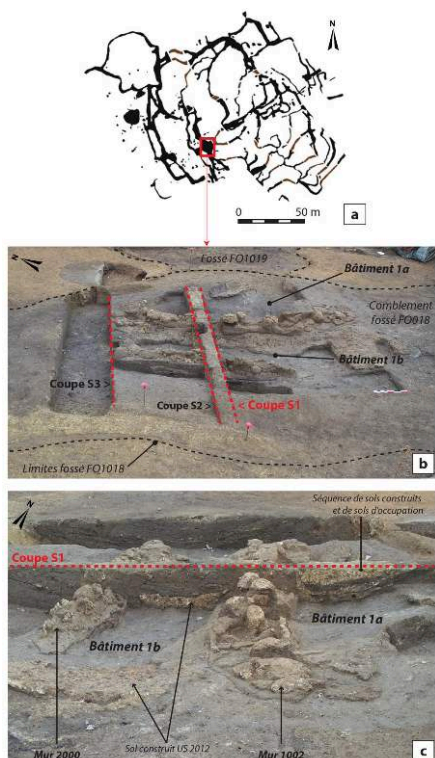
Les résultats issus de cette étude archéozoologique préliminaire peuvent être mis en regard avec ceux de l'étude géoarchéologique menée sur l'aire de parcage identifiée à La Capoulière.

2 - Étude géoarchéologique

A - Matériels et méthodes

La séquence étudiée fait partie du comblement stratifié du fossé FO1018, localisé dans le secteur centro-méridionale du site (figure 4, a). Ce fossé a livré, au sommet de son remplissage, l'un des ensembles architecturés en terre crue les mieux conservés du site, daté aux phases centrales ou tardives de l'occupation fontbuxienne. Cet ensemble formé de deux bâtiments coalescents (1A et 1B) a été exploré par une fouille stratigraphique fine, menée dans le cadre d'une fouille préventive d'abord conduite par L. Jallot en 2000 et achevée en 2001-2002 par Cathy Georjon (Gutherz *et al.*, 2011 ; ici figure 4, b-c)². Une fois la fouille des niveaux d'occupation des édifices terminée, un sondage à la pelle mécanique a été réalisé. Ce sondage a permis d'observer le profil du remplissage du fossé sous-jacent à l'emplacement du bâti, sans pouvoir toutefois atteindre son fond (figure 5).

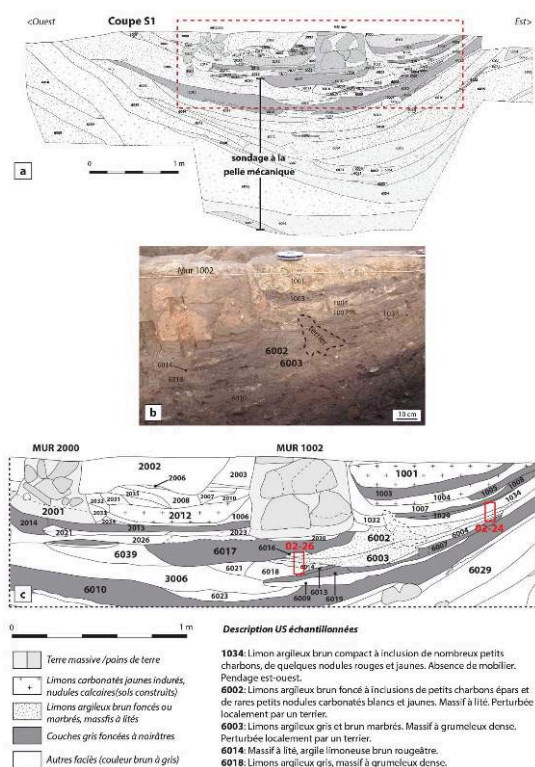
Figure 4 – Secteur étudié du site de La Capoulière (zone 3, ensemble architectural n.1)



(a) plan du site avec localisation du contexte étudié ; (b) vue depuis l'est de l'ensemble architectural n.1 qui se conserve au sommet de la séquence de remplissage du fossé FO1018 et emplacement de la berme-témoin ; (c) vue depuis le sud de l'ensemble architectural n.1 et partie sommitale de la coupe S1
Clichés : L. Jallot ; DAO : A. Peinetti

Les niveaux d'occupation qui précèdent l'installation des bâtiments 1A et 1B n'ont donc pas pu être fouillés en plan, mais seulement observés en coupe (coupe S1). Ils sont finement stratifiés, composés d'une série de couches disposées en berceaux sur une épaisseur d'environ 0,9 m. La séquence est ici caractérisée par la présence de couches limono-argileuses jaune orangé ou brunes alternées à des niveaux lenticulaires noirâtres à brun foncé, présentant parfois des inclusions cendreuses ou charbonneuses. Deux couches lenticulaires situées dans la partie orientale du fossé (US 6002, 6003) ont particulièrement attiré l'attention au cours de l'intervention géoarchéologique : leur couleur sombre évoquait une composition riche de matière organique (figure 5 b). Deux échantillons pour analyse micromorphologique ont été prélevés aux extrémités de ces deux couches, incluant dans le prélèvement la transition avec les couches inférieures et supérieures (figure 5 c).

Figure 5 – Coupe S1 après la réalisation d'un sondage profond à la pelle mécanique



(a) stratigraphie du remplissage du fossé F01018 ; (b) détail de la séquence finement stratifiée de la partie est du remplissage du fossé et US 6002/6003 ; (c) détail de la coupe et échantillonnage micromorphologique des US 6002 et 6003

Clichés : L. Jallot et C. Georjon ; DAO : A. Peinetti

L'objectif de cet échantillonnage était de qualifier la nature et les rythmes de l'occupation de cet espace, selon une approche multi-scalaire qui prévoit une étude en lames minces. L'analyse micromorphologique permet en effet de qualifier dans le détail l'enregistrement sédimentaire des activités humaines et l'interaction entre processus anthropiques et naturels qui a conduit à la formation des sols et des structures anthropiques observées (Courty *et al.*, 1989 ; Goldberg, Macphail 2006). La démarche repose sur l'identification d'organisations sédimentaires spécifiques (micro-faciès), définis par des indicateurs (combinaisons de traits) qui permettent de qualifier la nature des sols d'occupation selon leur registre fonctionnel (Cammass, Wattez 2009).

B - Résultats : une séquence témoignant de l'organisation et de l'évolution d'un espace de bergerie

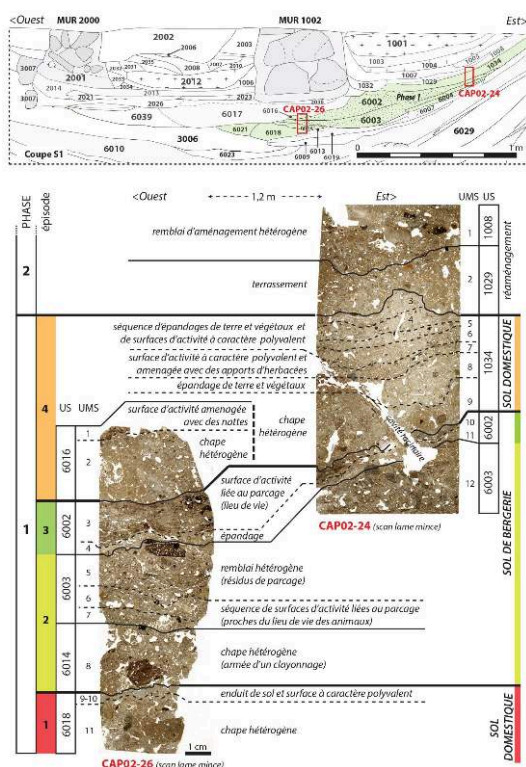
La séquence échantillonnée sous les bâtiments 1A et 1B se compose d'une succession de sols dont les propriétés micromorphologiques mettent en évidence une histoire fonctionnelle marquée par quatre épisodes d'occupation successifs. Ils attestent d'une fréquentation ininterrompue, rythmée seulement par des changements d'usage du sol (figure 6).

a - Épisode 1 : un espace architecturé au sol domestique

Au sein de la séquence, la première occupation est matérialisée par un sol construit de type chape (US 6018 ; figure 6 ; cf. Wattez *et al.*, 2018). La surface de fonctionnement est très pauvre en micro-résidus d'activité (1-2 % de fibres végétales humifiées et de particules charbonneuses), mais fortement structurée par le piétinement en ambiance sèche. Son caractère relictuel, présentant des fines incisions en V et des agrégats basculés, suggère également que ce sol a fait l'objet d'un entretien et de curages. Ces différents indices tendent à témoigner d'un espace plutôt domestique au sens large du terme, fortement fréquenté, entretenu et protégé des intempéries. Toutefois, la seule observation en coupe ne permet pas de caractériser l'étendue de cet espace. Seuls des lambeaux de sol d'occupation sont visibles dans le profil stratigraphique. Il pourrait s'agir d'un petit espace annexe semi-excavé, mais l'absence de fouille planigraphique sur ces niveaux ne permet pas de spatialiser les informations issues de l'analyse microstratigraphique.

Par la suite, aucune trace d'abandon ou de réaménagements majeurs n'est visible. La désaffectation de cet espace semble donc rapidement suivie par sa réutilisation, marquée par un changement de fonction.

Figure 6 – Microstratigraphie et corrélations microstratigraphiques des échantillons CAP02-26 et CAP02-24



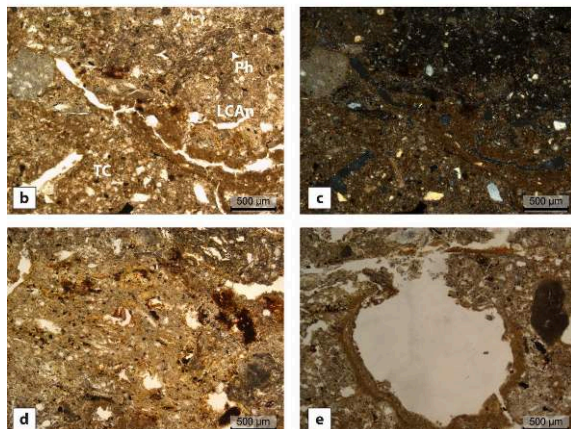
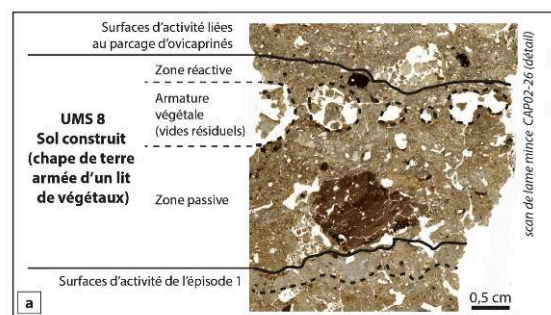
Scan de lames minces et DAO : A. Peinetti

b - Épisodes 2 et 3 : un espace dédié au parcage de caprinés

La séquence microstratigraphique qui correspond aux épisodes d'occupation 2 et 3 témoigne de l'installation, puis du fonctionnement, d'un lieu de vie de caprinés domestiques (chèvres/moutons).

Le sol est d'abord aménagé avec une chape de terre (US 6014 ; figure 7). Les matériaux employés relèvent partiellement du remplissage. Des débris de matériaux de construction, des agrégats de phytolithes et de restes liés aux activités de parcage (fragments de litière et de déjections de caprinés) sont grossièrement malaxés avec des limons calcitiques poussiéreux et riches en phytolithes désarticulés (figure 7, a-d). Au cours de la réalisation de ce sol construit, un lit de fins éléments végétaux parallèles est inséré dans le corps de l'ouvrage et recouvert par un deuxième apport de sédiments malaxés. La présence de cette armature végétale interne, enrobée par les sédiments malaxés de la chape de terre, est attestée par des vides arrondis alignés, bien conservés sous la surface du sol et de diamètre compris entre 2 et 9 mm (figure 7, a et e). Ces cavités étaient originellement remplies par des éléments rigides, probablement des fins branchettes et tiges disposées parallèlement, car les transformations induites sur la surface de la chape par le piétinement n'ont causé aucune déformation des vides. La fonction de cette armature végétale insérée dans la chape est incertaine. Elle pourrait participer, par exemple, à améliorer les propriétés mécaniques du sol construit. La surface de la chape est fortement usée par le piétinement et constitue le support pour le développement d'une accumulation microstratifiée de résidus de parcage.

Figure 7 –Chape de terre hétérogène, armée avec un clayonnage, qui aménage le sol de la bergerie (CAP02-26, UMS 8)



(a) microstratigraphie (détail de scan de lame mince) ; (b) débris de terre crue composé de limons calcitiques brun-jaunes et plage travaillée de limons calcitiques poussiéreux brun-gris riches en phytolithes incluant des agrégats prismatiques de phytolithes en connexion (Ph). Intercalation limono-argileuse orange partiellement litée et porosité fissurale curviligne au contact entre les deux fabriques (Microscope Polarisant, LPNA) ; (c) même vue que la précédente, en LPA ; (d) fragment de litière millimétrique ajoutée dans le mélange (MPol, LPNA) ; (e) vide rond (empreinte) laissé par un élément fin du clayonnage

MPol, LPNA ; Clichés : A. Peinetti

Parmi les surfaces d'activité liées au parcage de caprinés on reconnaît deux types de micro-faciès : ceux qui correspondent aux lieux de vie de animaux et ceux qui se situent à proximité du lieu de vie (tableau 3). Ils traduisent un usage du sol différent.

Tableau 3 – Caractères micromorphologiques des micro-faciès liés au parcage de caprinés (mouton et/ou chèvre).

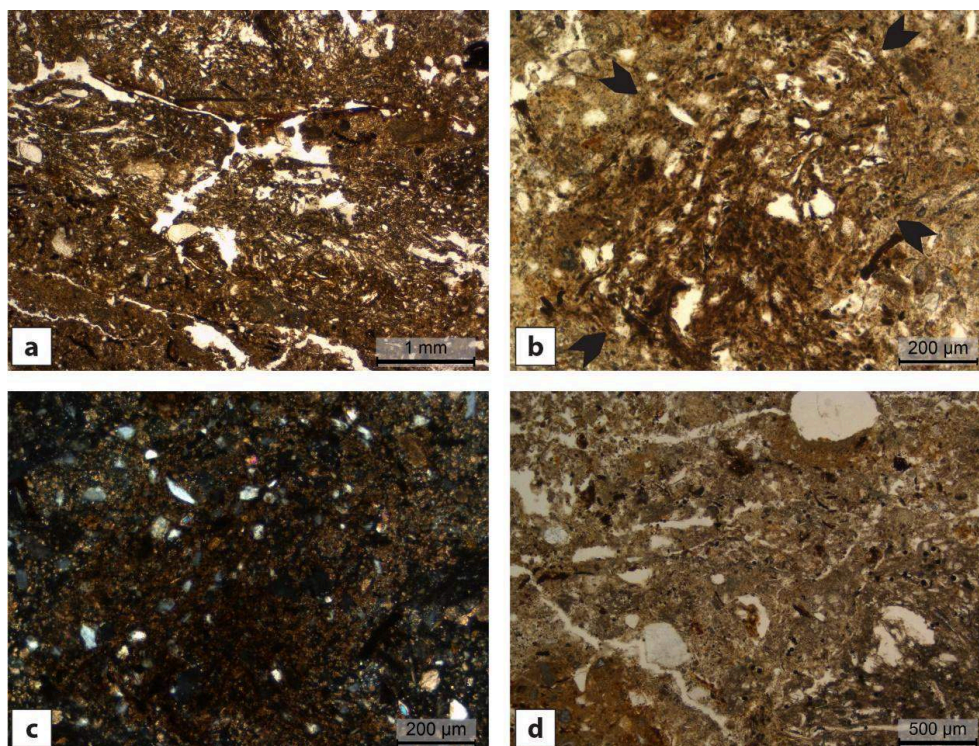
Type de micro-faciès	Caractères micromorphologiques	Interprétation
Surfaces d'activité liées au parcage	<p>Assemblage dense à dominance de phytolithes lités et interconnectés, à porosité cavitaire à fissurale subhorizontale, riche en fragments de déjections de caprinés (100-1000 µm de section) déformées par le piétinement (figure 8, a-c).</p> <p>Fragments de déjections : roulés, à porosité convolutive, avec une fraction organique composée de solutions à basse teneur de phosphates, des phytolithes et des résidus</p>	<p>Accumulation progressive <i>in situ</i> d'herbacées (litière/ fourrage) et de déjections, fortement structurée par le piétinement, en ambiance sèche.</p>

	de végétaux finement fragmentés distribués dans la masse basale, accompagnés d'une fraction détritique représentée par des sables et des limons. Sphérolithes parfois présents. Phytolithes associés à des fibres végétales humifiées ou ferruginisées, dans une masse fine à imprégnations phosphatées.	
Micro-faciès à proximité du lieu de vie des caprinés	Surface d'activité à porosité fissurale subhorizontale. Constituants : entassement de limons et agrégats limono-poussièreux issus de sol d'occupation (20-40 %), fragments arrondis/roulés ou prismatiques de litière de parage (500 µm-3 mm) et fragments de déjections de caprinés (figure 8, d).	Espace fortement fréquenté à proximité d'une aire de parage. Apports par le piétinement et rejets de parage (redistribution latérale, curage du sol). Ambiance sèche.

Le « micro-faciès de lieu de vie de caprinés » (figure 8, a-c) est un type de micro-faciès bien documenté par les études micromorphologiques dans les grottes-bergeries néolithiques ou dans des contextes semi-arides (Beeching *et al.*, 2000 ; Shahack-Gross, 2011 ; 2017). Il correspond à une accumulation « classique » qui se met en place au sein d'une aire de parage. L'ensemble des caractères micromorphologiques (tableau 3) témoigne en effet de l'accumulation progressive d'herbacées (litière/fourrage) et de déjections, fortement structurée par le piétinement (Wattez *et al.*, 1990 ; Macphail *et al.*, 1991 ; Courty *et al.*, 1992 ; Shahack-Gross 2011 ; Shahack-Gross *et al.*, 2003 ; Sordoillet, 2009). Les phytolithes d'herbacées (*Poaceae* sp.) sont en général associés à des fibres végétales humifiées ou ferruginisées (maintien de conditions humides), dans une masse fine à imprégnations phosphatées résultant de la percolation de solutions organiques. Bien que partiellement déformées par le piétement et fragmentées, les déjections montrent tous les caractères typiques des déjections des caprinés (mouton/chèvre) : porosité convolutive et distribution concentrique des constituants ; fraction organique à basse teneur de phosphates ; phytolithes et résidus végétaux finement fragmentés accompagnés d'une fraction détritique représentée par des sables et des limons (Macphail *et al.*, 1997 ; Brönnimann *et al.*, 2017 ; ici tableau 3 ; figure 8, b-c).

Le « micro-faciès à proximité du lieu de vie des caprinés » se caractérise par une surface d'activité formée par l'entassement progressif d'agrégats issus de sols d'occupation et de fragments de litière de parage ou de déjections de petits herbivores (figure 8, d). Ces différents constituants arrondis ou subarrondis résultent d'apports par le piétinement mais aussi de petits rejets issus du curage de sols de parage, dans un espace qui se situe en périphérie et à proximité du lieu de vie des animaux.

Figure 8 – Micro-faciès liés au parcage de caprinés

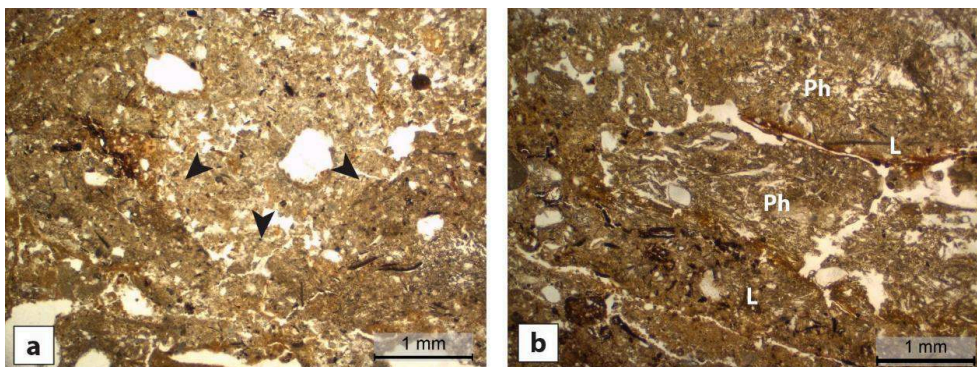


(a) assemblage dense à dominance de phytolites lités et interconnectés, à porosité cavitaire à fissurale subhorizontale, qui correspond à une surface d'activité de lieu de vie de caprinés (MPol, LPNA) ; (b) fragment arrondi de déjection de caprinés riche en phytolites de graminées et fibres humifiées fortement fragmentés (MPol, LPNA) ; (c) même vue que la précédente, en LPA ; (d) assemblage hétérogène de micro-agrégats limono-poussiéreux issus de sols d'occupation, de fragments arrondis de litière et de fragments de déjections de petits herbivores, structuré par une porosité fissurale, qui correspond à une surface d'activité située à proximité d'un lieu de vie de caprinés (MPol, LPNA)

Clichés : A. Peinetti

L'organisation spatiale et verticale des différents micro-faciès liés au parcage traduisent un changement dans la configuration de l'espace à travers le temps (figure 4). Lors du premier épisode de fonctionnement (épisode 2), les surfaces d'activité qui se développent sur la chape montrent une forte proximité du lieu de vie des animaux (US 6003). Le sol est ensuite ragréé par la mise en place d'un épandage de limons calcaires, installé sur un petit remblai. Cette réfection du sol marque le début de l'épisode 3 (US 6002). L'épandage est fortement structuré par le piétinement animal, comme le témoignent les enfoncements en V et en U, de largeur comprise entre 0,5-1 cm et aux bords compactés, qui correspondent aux empreintes de sabot de petits herbivores (Wattez, Courty, 1996 : 58 ; ici figure 9, a). Les surfaces d'activité qui se développent sur l'épandage rentrent dans la catégorie des micro-faciès de lieu de vie des animaux. Elles témoignent d'une accréation du sol qui s'effectue, cette fois, au sein même d'une aire de parcage. Les lits et les déjections à dominance de phytolithes d'herbacées sont majoritaires, mais peuvent s'alterner à des fins lits caractérisés par des concentrations de résidus micrométriques à millimétriques de tissus ligneux (figure 9, b).

Figure 9 - Surfaces d'activité de lieu de vie des animaux (épisode 3)



(a) fond d'un enfoncement aux bords compactés qui correspond à une empreinte de sabot de petit herbivore et qui structure le sommet d'un épandage de terre (CAP02-24, UMS 7-8 ; MPol, LPNA) ; (b) alternance de lits à dominance de phytolites (Ph) et de lits associant phytolites et résidus ligneux (L) humifiés ou ferruginisés (CAP02-26, UMS 7 ; MPol, LPNA)

Clichés : A. Peinetti

Les surfaces d'activité des épisodes 2 et 3 montrent des caractères microstructuraux et des traits pédo-sédimentaires liés à une dynamique de formation en ambiance plutôt sèche (tableau 3), qui atteste de l'existence d'une toiture et d'un espace fermé. La présence occasionnelle de fragments de matériaux de construction intégrés dans les surfaces d'activités (fragments de terre crue ou de terre malaxée avec des végétaux, restes d'enduits, fragments de bois humifié anguleux) est vraisemblablement liée au vieillissement du bâti, mais aussi à l'habitude observable chez les chèvres et les moutons de se frotter aux parois et contre des éléments fixes (*i.e.* Brochier *et al.*, 1992). Cet espace bâti voué au parcage, doté d'élévations, d'une toiture et de sols construits, peut être ainsi qualifié de bergerie.

c - Épisode 4 : une nouvelle conversion du bâti en espace domestique

L'épisode d'occupation qui suit se distingue par un nouveau changement de l'usage du sol qui traduit une réorganisation des lieux. Des nouveaux sols construits (chapes et épandages) sont aménagés directement sur les résidus de parcage. Les surfaces d'activité sont nettement structurées par le piétinement et comportent des rejets divers à caractère domestique (micro-charbons, rares micro-résidus osseux, débris de matériaux de construction occasionnels, etc.). Des lentilles discontinues à concentration de phytolithes évoquent un aménagement de la surface du sol par des apports d'herbacées ou des nattes.

Cet épisode d'occupation correspond ainsi à une nouvelle conversion dans l'usage du bâti, cette fois transformé de bergerie en espace à vocation domestique. Il précède l'implantation des bâtiments en terre crue 1A et 1B.

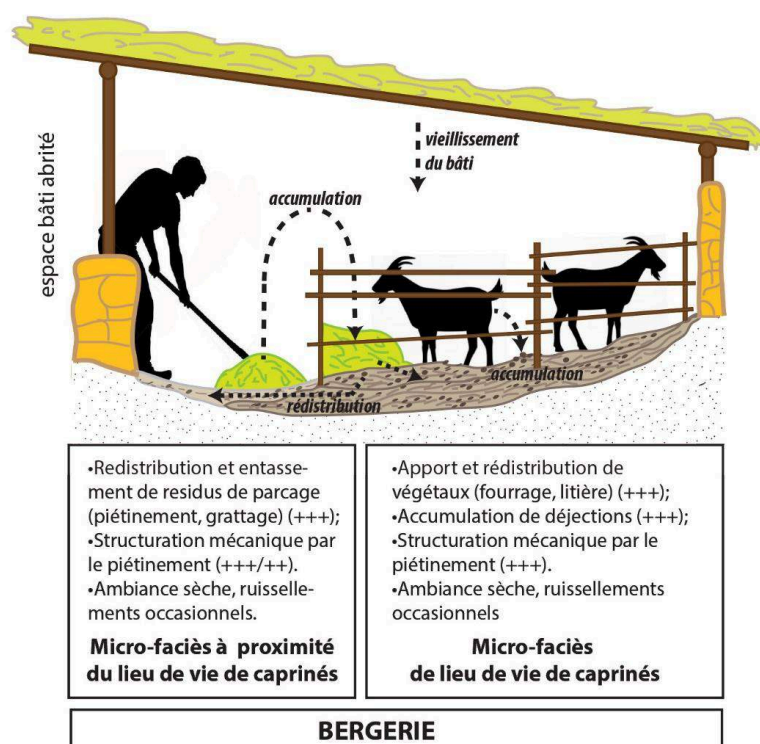
3 - Discussion

La séquence analysée atteste que le fossé F01018, désormais partiellement comblé, est utilisé pour installer une structure bâtie. Son fonctionnement est marqué par des conversions d'usage du sol récurrentes, sans entraîner pour autant des réaménagements architecturaux majeurs. L'enregistrement sédimentaire renvoie dans un premier temps à une occupation en lien avec la sphère domestique (épisode 1), puis

ce même espace est remployé pour être transformé en bergerie (épisodes 2 et 3) et, enfin, il est reconverti à nouveau en espace domestique (épisode 4).

Lors des épisodes d'occupation 2 et 3, l'ensemble des variations latérales et verticales des sols matérialise la présence d'une petite unité monofonctionnelle vouée au parbage. Cependant l'observation est limitée à la coupe transversale ouest/est du fossé, observée dans un sondage. Ainsi, nous ne connaissons pas l'étendue et les variations latérales des sols de parbage en sens nord/sud, ce qui limite la possibilité de reconstituer la forme de cet espace de façon satisfaisante. Mais il est intéressant de remarquer que la bergerie se présente comme une unité fonctionnelle bâtie à part entière, matérialisée par des surfaces d'activité liées aux activités de parbage qui se réfèrent à deux types d'espace : un lieu de vie réservé aux caprinés et un espace annexe et de circulation qui se place à proximité (figure 10). Ces différents types de surface d'activité témoignent d'une segmentation de l'espace au sein de la bergerie.

Figure 10 - Schéma synthétique illustrant les modes d'usage du sol et les principales dynamiques qui qualifient l'enregistrement sédimentaire de l'espace de bergerie



DAO : A. Peinetti

La succession, au sein de la séquence, entre micro-faciès proches du lieu de vie des caprinés et micro-faciès de lieu de vie de ces animaux met aussi en évidence des changements dans l'articulation spatiale interne de la bergerie à travers le temps. Ils évoquent des réaménagements directement liés aux besoins et aux activités de gestion du troupeau. Le fait que son organisation interne est sujette à des modifications au cours de l'occupation retranscrit aussi une certaine pérennité de l'activité de parbage.

Les lits et les déjections à dominance de phytolithes d'herbacées sont majoritaires dans l'accumulation qui prend place dans l'aire de parbage et semblent indiquer un régime alimentaire principalement constitué de graminée. L'accumulation d'herbacées suggère

l'apport de ces végétaux comme fourrage/litière. Des lits caractérisés par des concentrations de résidus micrométriques à millimétriques de tissus ligneux suggèrent également l'apport de branchettes, même si certains de ces résidus peuvent être issus du vieillissement du bâti en bois. L'alternance de lits à dominance de phytolithes et de lits associant phytolithes et résidus ligneux dans les surfaces d'activité liées au parcage pourrait ainsi indiquer une saisonnalité du fourragement ou, au moins, l'alternance de différents apports alimentaires au cours d'une même saison.

L'enregistrement sédimentaire de la bergerie montre ainsi une occupation intense (accrétion, réfection, entretien et forte structuration par le piétinement) et lui confère la caractéristique d'un lieu de vie des moutons et des chèvres qui s'inscrit dans l'espace villageois, témoignant des pratiques de gestion des troupeaux de la part de ses habitants.

La mise en évidence de la bergerie précise le cadre esquissé par les premières analyses archéozoologiques. L'assemblage faunique de l'unité 20 de La Capoulière, qui donne une première image de l'économie animale du site, est dominé par les animaux d'élevage, les troupeaux se composant majoritairement de moutons, de chèvres et de bovins exploités pour leur viande et leur lait. Il indique une économie alimentaire similaire à celle rencontrée sur d'autres établissements de la fin du Néolithique en Languedoc et en Provence, avec une variabilité des proportions respectives de ces taxons suivant le type de site et son implantation (Blaise, 2005 ; Blaise, 2010 ; Blaise, 2016 ; Blaise, *et al.* 2010 ; Carrère, Forest 2003 ; Forest, 2015, 2018). La gestion particulière des troupeaux, principalement pour les moutons et les chèvres, orientée dans la production de viande, qui se traduit par l'abattage préférentiel des jeunes adultes (1-2 ans) dans les profils, pourrait ne représenter que le mode de consommation du ou des groupes humains, néanmoins éleveurs, de l'unité 20 ou alors traduire la présence d'un groupe de consommateurs uniquement (au sens de Stein 1967). Ce type de profils de mortalité a été identifié sur d'autres sites à la fin du Néolithique en Provence (Blaise, 2010), comme La Fare (Forcalquier, Alpes-de-Haute- Provence) et Les Calades (Orgon, Bouches-du-Rhône). L'exemple de ce profil tronqué dans l'unité 20 (absence des jeunes de moins de 2 mois ; déficit d'adultes) implique la pratique de l'allotement dans la gestion des troupeaux (Helmer *et al.*, 2005). Il suggère une structuration forte de l'espace habité et une possible séparation entre habitation-lieu de consommation et lieu des activités d'élevage, hypothèse déjà évoquée lors des premières fouilles effectuées dans des établissements fontbuxiens des plaines, tel que celui de Moulin Villard (Caissargues, Gard ; Freitas *et al.*, 1991). Il est également possible d'envisager une segmentation plus marquée des activités comme cela a pu être démontré pour le site des Calades (Blaise, 2010 ; Blaise *et al.*, 2014). Sans pouvoir proposer de fonctionnement synchrone entre la bergerie du fossé FO1018 et l'unité 20 de La Capoulière, l'existence d'une zone de parcage dans le site renforce cette hypothèse et pourrait témoigner d'un mode d'organisation et de pratiques pastorales inscrits dans la durée³.

L'étude géoarchéologique menée à La Capoulière contribue ainsi à caractériser les espaces de bergerie dans les habitats de plein-air du Néolithique final du Midi. Pour la première fois, elle donne une image, même si elle n'est que partielle, de l'organisation interne de ce type de lieu. D'autres occurrences sont néanmoins connues, même si elles sont extrêmement rares. La géoarchéologie s'est révélée fondamentale pour leur identification. D'une part, une possible aire de parcage est signalée dans le site provençal du Néolithique final de Ponteau (Martigues, Bouches-du-Rhône), sur la base

de l'observation des caractères de terrain d'une couche qui pourrait s'apparenter à des « niveaux de fumier » (travaux J. E. Brochier ; Margarit *et al.*, 2011 : 77). Ce village, de tradition couronienne, date du début du III^e millénaire. Il est donc plus ancien de quelques siècles par rapport à celui de La Capoulière. D'autre part, l'étude géoarchéologique effectuée à Mas de Vignoles IV (Nîmes, Gard), site à réseau de fossé localisé dans la plaine alluviale du Vistre, a permis de mettre en évidence et caractériser une zone de parcage dans un établissement de tradition fontbuxienne, contemporain de La Capoulière et appartenant à la même sphère culturelle (Wattez, 2004). Parmi les résultats plus intéressants, issus de l'analyse microstratigraphique, on remarque que l'aire de parcage de ce site s'inscrit dans une structure en creux et qu'il s'agit d'un espace couvert et aménagé avec des sols construits. De plus, cette aire, qu'on peut qualifier de bergerie à part entière, occupe un espace précédemment bâti et à destination domestique, converti ensuite en zone de parcage, selon une dynamique tout à fait similaire à celle mise en évidence à La Capoulière. Des récurrences relatives aux dynamiques d'usage du sol et aux pratiques de gestion des aires de parcage se dessinent ainsi, au moins pour les villages à réseau de fossés de tradition Fontbousse installés dans les plaines alluviales et littorales du Languedoc oriental.

L'étude des restes fauniques d'autres zones du site de La Capoulière s'impose pour renforcer ces premiers résultats et mieux évaluer l'évolution des pratiques d'élevage durant les différentes phases d'occupation. Les comparaisons avec l'analyse archéozoologique du site de Ponteau (travaux E. Blaise, en cours), sur lequel une zone de parcage a été également identifiée, devraient nous permettre d'approfondir nos hypothèses.

4 - Conclusions

L'étude géoarchéologique de la bergerie identifiée à La Capoulière semble confirmer, en premier lieu, la place centrale qu'occupe l'agglomération villageoise au sein de l'espace pastoral du Néolithique final, comme d'ailleurs le suggère l'archéozoologie. Les données géoarchéologiques actuellement disponibles pour les villages fontbuxiens montrent une intégration au sein de l'habitat des espaces liés à la gestion des troupeaux. Ces découvertes impliquent la présence, régulière et répétée, d'animaux parqués dans le village, de façon saisonnière ou tout au long de l'année. L'analyse isotopique de l'émail dentaire conduite sur des dents de mouton dans des habitats de plein-air du Néolithique final en Provence met d'ailleurs en évidence une mise bas en fin d'hiver-début printemps (Blaise, 2010 ; Blaise, Balasse, 2011). Cette saison de naissance suggère l'existence d'un lieu pour protéger les nouveaux nés du froid, un affouragement suffisant pour les femelles gestantes (automne et début hiver) puis allaitantes après la mise bas (fin d'hiver-printemps ; Blaise, 2010). La bergerie de La Capoulière fournit un exemple de ces stratégies mises en œuvre pour répondre aux besoins de protection et de soin des animaux, sans pouvoir pour autant déterminer la saisonnalité de l'occupation de l'aire de parcage, ni établir si cet espace fut réservé à une catégorie précise de bêtes, ou non.

Un deuxième résultat concerne la possibilité de qualifier des micro-faciès spécifiques qui puissent décrire l'organisation des espaces de bergerie, caractérisant ainsi la partition des aires d'activité au sein des espaces réservés au parcage. Les micro-résidus d'activité apportent davantage d'informations quant aux pratiques d'élevage.

À travers ces exemples issus de l'analyse géoarchéologique des aires de parcage, le sol confirme son rôle d'archive culturelle et de document porteur d'informations d'ordre social et économique, contribuant à la reconstitution du comportement humain (Courty *et al.*, 1994 ; Mylona *et al.*, ce volume ; Onfray, 2019 ; Ross, Wells, 2017 ; Wattez, 1992). Dans cette optique, l'enregistrement sédimentaire de la bergerie de La Capoulière permet d'esquisser un premier modèle géoarchéologique qui décrit l'organisation et la gestion d'une bergerie en contexte d'habitat dans le Midi de la France. Ce modèle pourra servir de base aux futures recherches, afin d'apprécier les constantes et les variables liées à l'enregistrement sédimentaire des pratiques de gestion du troupeau et de l'organisation des aires de parcage au sein des villages du Néolithique final.

BIBLIOGRAPHIE

- Auguste P., 1994 – Actions climatiques et édaphiques, synthèse générale, in Patou-mathis M. (dir.), *Taphonomie, Bone modification*, Treignes, Centre d'Etudes et de Documentation archéologiques, 17-27.
- Bartosiewicz L., 2006 - Mettre le chariot avant les bœufs. Anomalies ostéologiques liées à l'utilisation des bœufs pour la traction, in Pétrequin P., Arbogast R.-M., Pétrequin A.-M., van Willigen S., Bailly (dir.), *Premiers chariots, premiers araires. La diffusion de la traction animale en Europe pendant les IV^e et III^e millénaires avant notre ère*, Paris, CNRS Editions, 259-267.
- Bartosiewicz L., Van neer W., Lentacker A., 1997 – *Draught cattle : Their osteological identification and history*, Tervuren, Musée Royal de l'Afrique centrale, *Annales sciences zoologiques* (vol. 281), 147 p.
- Beeching A., 2011– Habitats pérennes ou précaires au Néolithique, *Techniques & Culture*, 56, 48-61.
- Beeching A., Berger J.-F., Brochier J.-L., Ferber F., Helmer D., Sidi Maamar H., 2000) – Chasséens : agriculteurs ou éleveurs, sédentaires ou nomades ? Quels types de milieux, d'économies et de sociétés ?, in Leduc M., Valdeyron N., Vaquer J. (dir.), *Sociétés et espaces*, 3e Rencontres Méridionales de Préhistoire récente. Troisième session, Toulouse, 1998, Toulouse, Editions Archives d'Ecologie Préhistorique, 59-79.
- Berensmeyer A. K., 1978 – Taphonomic and ecologic information from bone weathering, *Paleobiology*, 4, 150-162.
- Blaise E., 2005 – L'élevage au Néolithique final dans le sud-est de la France : éléments de réflexion sur la gestion des troupeaux, *Anthropozoologica*, 40 (1), 191-216.
- Blaise E., 2006 – La gestion des troupeaux à la fin du Néolithique en Provence : l'exemple du Couronnien, in Fouéré P., Chevillot C., Courtaud P., Ferullo O., Leroyer C. (dir.), *Paysages et peuplements. Aspects culturels et chronologiques en France méridionale*. Actes des 6e Rencontres Méridionales de Préhistoire Récente, Périgueux, 2004, *Revue Préhistoire du Sud-Ouest* (supplément), 11, Périgueux, Coédition Association pour le Développement de la Recherche Archéologique et Historique en Périgord et Préhistoire du Sud-ouest, 433-441.

- Blaise E., 2009 – *Économie animale et gestion des troupeaux au Néolithique final en Provence : approche archéozoologique et contribution des analyses isotopiques de l'émail dentaire*, Thèse de Doctorat, Aix-en-Provence, Université de Provence, LAMPEA, 3 vol. , 902 p.
- Blaise E. (2016) – Étude archéozoologique, in Convertini F. (Dir.), *Languedoc-Roussillon, Hérault. Ligne Grande Vitesse-Contournement Nîmes-Montpellier. Secteur 4 - Montpellier, La Cavallade. Du Néolithique moyen à l'Antiquité tardive : occupations néolithiques et Bronze ancien, sépultures néolithiques, fosse et enclos de l'âge du Fer, voie et ensemble funéraires antiques. Rapport final d'opération de fouille archéologique*, tome I, Le Néolithique et la Protohistoire ancienne (vol. 2 : Les études thématiques), Inrap Méditerranée, 315-324.
- Blaise E., Balasse M., 2011 – Seasonality and Season of Birth of Modern and Late Neolithic Sheep from South-eastern France Using Tooth Enamel $\delta^{18}O$ Analysis, *Journal of Archaeological Science*, 38, 3085-3093.
- Blaise E., Brehard S., Carrère I., Favrie T., Gourichon L., Helmer D., Riviere J., Tresset A., Vigne J.-D., 2010 – L'élevage du Néolithique moyen 2 au Néolithique final dans le Midi méditerranéen de la France : état des données archéozoologiques, in O. Lemerrier, R. Furestier, E. Blaise (dir.), *4^e Millénaire. La transition du Néolithique moyen au Néolithique final dans le sud-est de la France et les régions voisines*, Monographies d'Archéologie Méditerranéenne, 27, Lattes, Publications de l'UMR 5140 / ADAL, 261-284.
- Blaise E., Helmer D. Convertini F., Furestier R., Lemerrier O., 2014 – Bell Beakers Herding and Hunting in South-eastern France: Technical, Historical and Social Implications, in Besse M. (ed.): *Around the Petit-Chasseur Site in Sion (Valais, Switzerland) and New Approaches to the Bell Beaker Culture*, Proceedings of the International Conference held at Sion (Switzerland), 2011, Oxford, Archaeopress, 163-180.
- Blumenschine R. J., 1995 – Percussion marks, Tooth marks, and experimental determinations of the timing of hominid and carnivore access to long bones at FLK Zinjanthropus, Olduvai Gorge, Tanzania, *Journal of Human Evolution*, 239, 21-51.
- Blumenschine R., Curtis M., Capaldo S. D., 1996 – Blind Tests of Inter-analyst Correspondence and Accuracy in the Identification of Cut Marks, Percussion Marks, and Carnivore Tooth Marks and Bone Surfaces, *Journal of Archaeological Science*, 23, 493-507.
- Boschian G., Montagnari-Kokelj E., 2000 – Prehistoric shepherds and caves in the Trieste Karst (Northeastern Italy), *Geoarchaeology*, 15, p. 331-371.
- Brochier J.-E., 1983 – Combustion et parage des herbivores domestiques : le point de vue du sédimentologue, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 80, 143-145.
- Brochier, J.-L., 1988 - Les sédiments : documents archéologiques, *Les nouvelles de l'archéologie*, 31, 15-17.
- Brochier J.E., 2005 - Des hommes et des bêtes : une approche naturaliste de l'histoire et des pratiques d'élevage, in Guilaine J. (dir.), *Populations néolithiques et Environnements*, Séminaire du Collège de France, Paris, Errance, 135-152.
- Brochier J.-L., Beeching A., 2008 – Les grottes bergeries dans le système pastoral, in Jospin J.-P., Favrie T. (dir.), *Premiers bergers des Alpes. De la préhistoire à l'Antiquité*, Berne, Infolio, 69-73.
- Brochier J.E., Villa P., Giacomarra M., 1992 – *Shepherds and Sediments : Geo-ethnoarchaeology of Pastoral Sites*, *Journal of Anthropological Archaeology*, 11, 47-102.
- Brochier, J.-L., Beeching A., Sidimaamar H., Vital J. 1999 – Les grottes-bergeries des Préalpes et le pastoralisme alpin durant la fin de la Préhistoire, in Beeching A. (dir.), *Circulations et identités*

culturelles alpines à la fin de la Préhistoire. Matériaux pour une étude (programme collectif CIRCALP 1997/1998), Valence, Centre d'Archéologie Préhistorique, 77-114.

Brönnimann D., Pümpin C., Ismail-Meyer C., Rentzel P., Égüez N. 2017 - Excrements of omnivores and carnivores, in Nicosia C., Stoops G. (dir.), *Archaeological Soil and Sediment Micromorphology*, Hoboken, Wiley-Blackwell, 67-82.

Cammass C., Wattez J., 2009 - Approche micromorphologique : Méthodes et applications aux stratigraphies archéologiques, in Ferdières A. (dir.), *La géologie, les sciences de la Terre*, Paris, Errance (Archéologiques), 181-218.

Carrère I., Forest V., 2003 - Les Voutes et l'alimentation animale. Archéozoologie du Néolithique final au Bronze ancien en Languedoc oriental, in Guilaine J., Escalon G. (dir.), *Les Voutes (Saint Gély du Fesc, Hérault) et le Néolithique final du Languedoc oriental*, Toulouse, Archives d'Écologie Préhistorique, 307-333.

Costamagno S., 2004 - Facteurs taphonomiques influant sur la représentation différentielle des éléments squelettiques des animaux chassés, *Les Nouvelles de l'Archéologie*, 95, 6-9.

Courty M.-A., Miskovsky J.-C., 2002 - Place des sédiments archéologiques au sein des dépôts quaternaires et évolution des techniques, in Miskovsky J.-C. (dir.), *Géologie de la préhistoire*, Paris, Association pour l'étude de l'environnement géologique de la préhistoire, 449-451.

Courty M.-A., Goldberg P., Macphail R. I., 1989 - *Soils and micromorphology in archaeology*, Cambridge manuals in archaeology, Cambridge, New York, Cambridge University Press, 344 p.

Courty M.-A., Macphail R. I., Wattez J., 1992 - Soil micromorphological indicators of pastoralism : with special reference to Arene Candide, Finale Ligure, Italy, in Maggi R., Nisbet R., Barker G. (eds.), *Archeologia della pastorizia nell'Europa meridionale, Atti della Tavola rotonda internazionale*, Chiavari, 1989, *Rivista di Studi Liguri*, LVII (1991), 127-150.

Courty M.-A., Goldberg P., Macphail R. I., 1994 - Ancient people - lifestyles and cultural patterns, in Wilding L. (ed.), *Proceedings of International Soil Science Society*, Volume 6a, Acapulco, International Soil Science Society, 250-269.

Forest V., 2005 - Étude archéozoologique du site néolithique final de Puech Haut à Paulhan (Hérault), in Carozza L., Georjon C., Vignaud A. (dir.), *La fin du Néolithique et les débuts de la métallurgie en Languedoc central. Les habitats de la colline du Puech Haut à Paulhan, Hérault*, Toulouse, Archives d'Écologie Préhistorique, 2005, 483-516.

Forest V., 2018 - Étude archéozoologique - ostéologie et conchyliologie du Vézazien, in Convertini F., Georjon C. (dir.), *Le site du Champ du Poste (Carcassonne, Aude) : occupations et sépultures néolithiques*, Archives d'Écologie Préhistorique, 395-421.

Freitas L. de, Jallot L., Pahin-Peytavy A.-C., Sénépart I., 1991 - Le site du Moulin Villard (Caissargues, Gard), premiers éléments sur un site de plaine chalcolithique en Vistrenque, in Ambert P. (dir.), *Le Chalcolithique en Languedoc, Ses relations extra-régionales*, Colloque international en hommage au Dr Jean Arnal (Saint-Mathieu-de-Trévières, 1990), Lattes, Fédération archéologique de l'Hérault (Archéologie en Languedoc, 15), p. 95-108.

Gé T., Courty M.-A., Matthews W., Wattez J., 1993 - Sedimentary formation processes of occupation surfaces, in Goldberg P., Nash D.T., Petraglia M.D. (eds.), *Formation Processes in Archaeological Context*, Monographs in World Archaeology, 17, Madison, Prehistory Press, 149-163.

Goldberg P., 2008 - Raising the Bar, in Sullivan III A. P. (ed.), *Archaeological Concepts for the Study of the Cultural Past*, Salt Lake City, The University of Utah Press, 24-39.

Goldberg P., Macphail R. I., 2006 - *Practical and Theoretical Geoarchaeology*, Malden, Mass, Blackwell Science, 454 p.

Gutherz X., Jallot L., Watzet J., Borgnon C., Roux J.-C., Thouvenot Y., Orgeval M. et collaborateurs, 2011 - L'habitat néolithique final de la Capoulière IV (Mauguio, Hérault) : présentation des principaux résultats 2004-2007, in Sénépart I., Perrin T., Thierault E., Bonnardin S. (dir.), *Marges, frontières, transgressions*, Actes des 8e Rencontres Méridionales de Préhistoire récente, Marseille, 2008, Toulouse, Archives d'Ecologie Préhistorique, 413-438.

Helmer D., Gourichon L., Sidi Maamar H., Vigne J.-D., 2005 - L'élevage des caprinés néolithiques dans le sud-est de la France : saisonnalité des abattages, relations entre grottes bergeries et sites de plein air, *Anthropozoologica*, 40 (1), 167-189.

Helmer D., Gourichon L., Vila E., 2007 - The development of the exploitation of products from Capra and Ovis (meat, milk and flece) from the PPNB to the Early Bronze in the northern Near East (8700 to 2000 BC cal.), *Anthropozoologica*, 42 (2), 41-69.

Jallot L., 2003 - L'architecture à mottes de terre crue de l'habitat néolithique de la Capoulière II (Mauguio, Hérault), préliminaires, in Gascó J., Gutherz X., Labriffe P.-A de (dir.), *Temps et espaces culturels du VI^e au II^e millénaire en France du Sud*, Actes des 4e Rencontres Méridionales de Préhistoire récente, Nîmes, 2000, Monographies d'Archéologie Méditerranéenne, 15, 409-423.

Jallot L., Thuvenot Y., Orgeval M., 2018 - Fonctions et statut des enceintes de La culture de Fontbouïsse (2600-2200 cal BC) : l'exemple du site de La Capoulière (Mauguio, Hérault, Languedoc, France), in Jallot L., Vaquer J., Ard V., Gandelin M. (dir.), *Les sites ceinturés de la préhistoire récente : nouvelles données, nouvelles approches, nouvelles hypothèses*, Toulouse, Archives d'Ecologie Préhistorique, 137-178.

Jusseret S., 2010 - Socializing geoarchaeology: Insights from Bourdieu's theory of practice applied to Neolithic and Bronze Age Crete, *Geoarchaeology*, 25 (6), 675-708.

Lyman R. L., 1984 - Bone density and differential survivorship of fossil classes, *Journal of Anthropological Archaeology*, 3, 259-299.

Lyman R. L., 1994 - *Vertebrate taphonomy*, Cambridge, Cambridge University Press, 524 p.

Lucas G., 2012 - *Understanding the Archaeological Record*, Cambridge, Cambridge University Press, 306 p.

Macphail R. I., Courty M.-A., Goldberg P., 1990 - Soil micromorphology in archaeology, *Endeavour New Series*, 14, 163-171.

Macphail R.I., Courty M.-A., Hather J., Watzet J., 1997 - The soil micromorphological evidence of domestic occupation and stabling activities, in R. Maggi (dir.), *Arene Candide: A Functional and Environmental Assessment of the Holocene Sequence (Excavations Bernabò Brea-Carandini 1940-50)*, Roma, Memorie dell'Istituto Italiano di Paleontologia Umana, 53-88.

Margarit X., Orgeval M., Margail M., Castin T., Rousselet O., 2011 - *Le site néolithique final de Ponteau à Martigues (Bouches-du-Rhône)*, Rapport intermédiaire de fouille archéologique programmée triennale.

Matthews W., French C.A.I., Lawrence T., Cutler D.F., Jones M.K., 1997 - Microstratigraphic traces of site formation processes and human activities, *World Archaeology*, 29, 281-308.

Matthews W., Shillito L.-M., Elliott S., Bull I., Williams J., 2014 - Neolithic Lifeways: Microstratigraphic Traces within Houses, Animal Pens and Settlements, in Bickle P., Whittle A. (eds.), *Early Farmers: the View from Archaeology and Science*, Proceedings of the British Academy, 198, 251-279.

- Onfray M., 2019 – Revisiter le paradigme du « sol néolithique disparu » : géoarchéologie des modes d'occupation de la fin du Néolithique dans le sud-ouest du Bassin parisien, le cas du site « les Grands Noyers » à Gas (Eure-et-Loir), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 116, 1, 41-72.
- Orgeval M., 2013 – *La céramique fontbuxienne des plaines du Languedoc oriental*, Thèse de doctorat, Université Paul Valéry Montpellier III – École Doctorale 60, 2 vol. .
- Peinetti A., 2021 – *Géoarchéologie du village : Variabilité des modes d'occupation de la fin du Néolithique à l'âge du Bronze en Italie et en France méridionale. Implications culturelles*, Thèse de doctorat, Université Paul Valéry Montpellier III, Alma Mater Studiorum Università di Bologna, 4 vol. , 942 p.
- Portillo M., García-Suárez A., Klimowicz A., Barański M.Z., Matthews W., 2019 – Animal penning and open area activity at Neolithic Çatalhöyük, Turkey. *Journal of Anthropological Archaeology*, 56, article n.101106.
- Ross C.I., Wells E. C., 2017 – Geoarchaeology of ritual behavior and sacred places: an introduction, *Archaeological and Anthropological Sciences*, 9(6), 1001–1004.
- Shahack-Gross R., 2011 – Herbivorous livestock dung: formation, taphonomy, methods for identification, and archaeological significance, *Journal of Archaeological Science*, 38, 205-218.
- Shahack-Gross R., 2017 – Animal gathering enclosures, in Nicosia C., Stoops G. (eds.), *Archaeological Soil and Sediment Micromorphology*, Chichester, John Wiley & Sons, 265-280.
- Shahack-Gross R., Marshall F., Weiner S. 2003 – Geo-ethnoarchaeology of pastoral sites: the identification of livestock enclosures in abandoned Maasai settlements, *Journal of Archaeological Science*, 30, 439-459.
- Sordoillet D., 2009 – *Géoarchéologie de sites préhistoriques. Le Gardon (Ain), Montou (Pyrénées-Orientales) et Saint-Alban (Isère)*, Paris, éditions de la Maison des Sciences de l'Homme (Documents d'Archéologie française, 103), 175 p.
- Stein G. J., 1987 – Regional economic integration in early state societies: third millennium B.C. pastoral production at Gritille, southeast Turkey, *Paléorient*, 13/2, 101-111.
- Thiébaud S. 2005 – L'apport du fourrage d'arbre dans l'élevage depuis le Néolithique, *Anthropozoologica*, 40 (1), 95-108.
- Wattez J., 1992 - *Dynamique de formation des structures de combustion de la fin du Paléolithique au Néolithique moyen : approche méthodologique et implications culturelles*, Thèse de Doctorat, Paris, Thèse de Doctorat, Université Paris 1 Panthéon- Sorbonne, 442 p.
- Wattez J., 2004 – Étude microstratigraphique : dynamique sédimentaire de l'occupation néolithique final, in Jallot L. (dir.), *Mas de Vignoles IV à Nîmes (Gard)*, Rapport de fouilles, volume 1, Géoarchéologie, les données environnementales et sédimentaires, Inrap Méditerranée, 35-70.
- Wattez J., 2009 - Enregistrement sédimentaire de l'usage de la terre crue dans les établissements néolithiques du sud de la France : le cas des sites du Néolithique Final de La Capoulière 2 et du Mas de Vignoles IV, in Beeching A., Sénépart I. (dir.), *De la maison au village. L'habitat néolithique dans le Sud de la France et le Nord-Ouest méditerranéen*, Actes de la table ronde, Marseille, 2003, Paris, Société Préhistorique Française, 199-218.
- Wattez J., Courty M.-A., Macphail R. I., 1990 - Burnt Organo-Mineral Deposits Related to Animal and Human Activities in Prehistoric Caves, in Douglas L. A. (ed.), *Soil Micro-Morphology: A Basic and Applied Science*, Proceedings of the VIIIth International Working Meeting of Soil Micromorphology, San Antonio, 1988, Developments in Soil Science, 19, Amsterdam, Elsevier, 431-439.

Wattez J., Peinetti A., Onfray M., Mylona P., Eddargach W., 2018 - Le second-œuvre dans les habitats de Préhistoire récente : première synthèse géoarchéologique sur les sols construits, in Chazelles C.-A. de, Leal É., Klein A. (dir.), *Terre crue : torchis, techniques de garnissage et de finition, mobilier façonné en terre. Échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue*, 4. Actes de la table-ronde internationale, Lattes, 2016, Montpellier, éd. Espérou, 279-292.

Walsh 2004 - Caring about Sediments: The Role of Cultural Geoarchaeology in Mediterranean Landscapes, *Journal of Mediterranean Archaeology*, 17(2), 223-245.

NOTES

1. Le profil de mortalité est tronqué sans qu'il s'agisse d'un biais taphonomique ni du résultat d'une occupation saisonnière. La répartition des abattages tout au long de l'année dans l'unité 20 et la densité des vestiges archéologiques et des structures observée à La Capoulière traduisent bien une occupation longue à annuelle.
2. Les résultats de l'étude géoarchéologique menée sur les bâtiments 1A et 1B (Wattez, 2009 ; Peinetti, 2021) ne sont pas détaillés dans le cadre de cet article.
3. La contemporanéité entre les zones qui ont fait l'objet des études archéozoologique (unité 20, zone 7) et géoarchéologique (fossé FO1018, zone 3), ne peut pas être établie avec certitude. L'arasement du site par les labours modernes ne permet pas d'effectuer des corrélations stratigraphiques fiables entre ces deux secteurs éloignés. L'étude de l'assemblage faunique de l'unité 20 fournit les uniques données archéozoologiques disponibles à présent. En attendant la reprise des études, ces données assument donc valeur de référence pour l'ensemble du site.

RÉSUMÉS

Un grand nombre de travaux géoarchéologiques dans le Midi de la France a porté sur l'étude de l'enregistrement sédimentaire des grottes-bergeries néolithiques et protohistoriques, contribuant à caractériser les aires de parage et les pratiques zootechniques relevant de la gestion du troupeau. En revanche, moins d'informations sont disponibles pour le Néolithique final, au cours duquel la présence d'aires de parage inscrites au sein d'habitats de plein-air semble prendre une importance accrue. L'étude géoarchéologique des sols d'occupation d'une bergerie identifiée dans le site du Néolithique final 3 de La Capoulière (Mauguio, Hérault), fondée sur l'emploi de la micromorphologie des sols, caractérise l'enregistrement sédimentaire de cette aire de parage. Elle permet de dégager un modèle qui décrit l'organisation et les dynamiques d'occupation d'un espace lié à la gestion des troupeaux inscrit dans un établissement de plein-air, livrant des informations qui contribuent à mieux qualifier les pratiques d'élevage.

INDEX

Mots-clés : géoarchéologie, micromorphologie des sols, Néolithique final, Midi de la France, pratiques d'élevage, parage, habitat

AUTEURS

ALESSANDRO PEINETTI

chargé d'opération et de recherche, Inrap Auvergne-Rhône-Alpes, UMR 5140 ASM et Alma Mater Studiorum-Università di Bologna, Dipartimento di Storia Culture Civiltà /
alessandro.peinetti@gmail.com

JULIA WATTEZ

chargée d'opération et de recherche, Inrap Centre Île-de-France, UMR 5140 ASM /
julia.wattez@inrap.fr

EMILIE BLAISE

ingénieure de recherche CNRS, UMR 5140 ASM / emilie.blaise@cnrs.fr

LUC JALLOT

maître de conférences, Université Paul Valéry Montpellier 3, UMR 5140 ASM /
ljallot@9business.fr

DAVID LEFÈVRE

professeur émérite Université Paul Valéry Montpellier 3, UMR 5140 ASM

Réparer le canal. Contribution des archives sédimentaires de comblement du canal de Sarazm à l'approche sociotechnique de la gestion de l'eau à l'âge du Bronze en Asie centrale (Tadjikistan, 3^e millénaire avant notre ère)

Lucie Cez

Introduction

- 1 Durant près d'un siècle, les missions archéologiques en Asie centrale¹ ont mis au jour et étudié les réseaux hydrauliques fossiles sur lesquels ont reposé son ancienne économie irriguée (Francfort, Lecomte, 2002 ; Andrianov, 2016). Les modalités concrètes de la circulation de l'eau au sein des ouvrages demeurent pourtant peu documentées, comme celles de leur entretien. Ce déficit d'études sur les pratiques techniques de la gestion de l'eau, qui n'est d'ailleurs pas spécifique à cette région (e.g. Harrower, 2006 ; 2009 ; Bourdonneau, 2012), invite à s'interroger sur le rôle de l'hydraulique ancienne dans la problématisation historique. Durant la période soviétique, cette question s'inscrivait de plain-pied dans la conception de l'histoire des marxistes-léninistes qui faisait reposer l'explication de la réalité sociale et historique, déterminée par les seuls rapports sociaux et modes de production, sur la connaissance des « *conditions matérielles de l'existence* ». Consacrant les vestiges de canaux, d'aryks (dérivations secondaires) et de champs fossiles comme marqueurs d'histoire sociale, le matérialisme dialectique ne retenait comme critère d'analyse que leur développement linéaire et ascendant s'illustrant par des changements apparents et non contingents. L'histoire du

perfectionnement des techniques d'irrigation ainsi produite par l'archéologie soviétique en Asie centrale privilégiait l'ouvrage hydraulique dans son état final, produit de l'ingénierie hydraulique et de sa maîtrise croissante. Elle donnait à voir le rôle que l'État soviétique avait assigné à l'archéologie dans la connaissance des réussites et échecs passés en matière d'hydraulique, utile à ses propres projets (Germanov, 2002 : 202-207 ; Klejn, 2012 : 303). Dans la continuité du mode de production asiatique arguant d'une stagnation socio-économique propre à l'Orient résultant d'une centralisation étatique excessive, K. Wittfogel (1955 ; 1957) posait que la mise en œuvre de vastes réseaux d'irrigation, indispensables aux régions arides, avait eu un rôle organisationnel dans la société, impliquant une autorité étatique centralisatrice à despotique. Le postulat de la « société hydraulique » orienta durablement la recherche sur l'irrigation dans différentes aires chrono-culturelles où sa pertinence fut évaluée à l'aune des données archéologiques et ethnoarchéologiques de terrain (Mitchell 1973 ; Butzer, 1996). Au fondement de théories néo-évolutionnistes de l'anthropologie culturelle du xx^e siècle, les systèmes d'irrigation sont donc devenus des catégories d'analyse des trajectoires historiques des sociétés, récemment intégrés dans les modèles prédictifs des relations des sociétés à l'eau dans le futur (Ertsen, 2010 ; Janssen, Anderies, 2007 ; Whitehead *et al.*, 2008 ; Lansing *et al.*, 2009 ; Ortloff 2009 ; Weiss, 2017). Ces modèles sont marqués par un mode de conceptualisation des relations socio-environnementales issu de l'économie politique qui, nourri de la pensée néo-malthusienne, les envisage sous la forme d'une rupture d'équilibre entre sociétés et processus biophysiques (Ingold, 2008). Ils peinent de surcroît à intégrer les comportements sociaux dont la nature et la variabilité traduisent les contraintes réelles du fonctionnement des réseaux hydrauliques dans le temps (Butzer, 2011 ; Ertsen *et al.*, 2014 ; Purdue 2015).

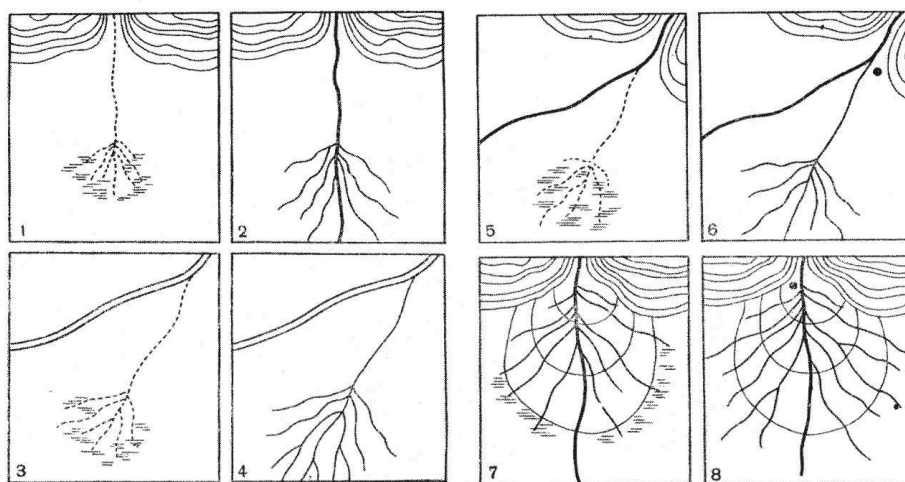
- 2 À l'appui d'exemples de recherches menées en Asie centrale, cet article montre dans quelle mesure le cadre théorique du matérialisme historique qui a présidé à l'étude de ses anciens réseaux hydrauliques a fait obstacle à une connaissance des modalités concrètes de la gestion de l'eau. Dans la moyenne vallée du Zeravshan, cette question est abordée au prisme d'une géoarchéologie globale intégrant les interactions socio-environnementales impliquées ou interférant dans l'histoire du fonctionnement des canaux de Sarazm. En particulier, l'étude micromorphologique du comblement sédimentaire du plus ancien canal identifié révèle les contraintes réelles dans lesquelles la gestion des écoulements et la maintenance de l'ouvrage furent réalisées au début de l'âge du Bronze.

1 - Le sens marxiste de l'infrastructure hydraulique

- 3 Déployées sur le terrain centrasiatique dont elles avaient le monopole à partir des années 1920, les expéditions soviétiques appréhendèrent les vestiges matériels de l'irrigation – l'infrastructure au sens marxiste – au travers de leurs caractéristiques physiques, à différentes échelles spatiales. La prospection aérienne en plein essor dans les années 1930 fut l'outil privilégié de l'identification des réseaux fossiles préservés du bassin aralo-caspien aride à semi-aride (Piotrovsky *et al.*, 1954 ; Gardin, Gentelle, 1976 : 61-63 ; 1979 ; Gentelle, 1989 ; Andrianov, 2016 : 77-94). Leur cartographie à petite échelle fut réalisée à partir de clichés aériens montrant les levées de terre des grands canaux et les traces de l'ancienne irrigation telles que les sols argileux salins (*takyrs*) et

leurs végétations typiques (*biyurgun*) (Andrianov, 2016 : 38, 66, 81-94) ; à l'image de ce qui fut restitué au Khorezm (bas Amou Darya) (Tolstov, 1958 ; Francfort, Lecomte, 2002 : carte 2). Les planimétries restituèrent la configuration de ces réseaux dans les zones de piémont ou de plaine : l'angle et le nombre de prises d'eau à partir d'un chenal principal, la densité et la hiérarchie des ouvrages ainsi que la localisation et la taille des périmètres irrigués. Faisant une abstraction presque totale des contraintes topographiques et géomorphologiques qui les avaient en partie conditionnées, ces représentations avaient surtout une vocation typologique des techniques d'irrigation (figure 1).

Figure 1 – Les étapes du développement de l'irrigation au Ferghana d'après B. A. Latynin

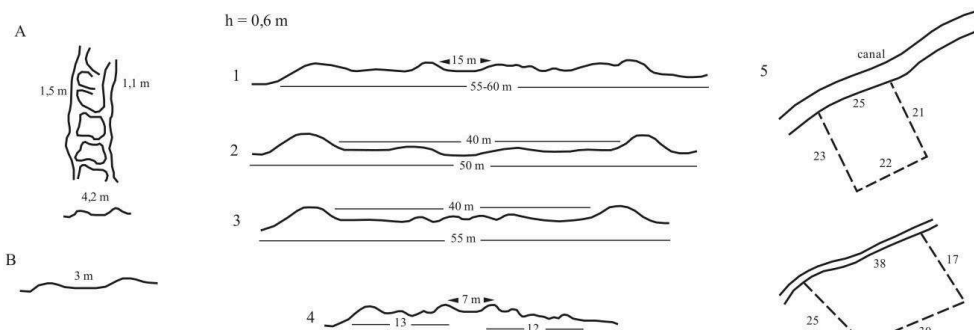


1-2. Système d'inondation aux terminaisons des chenaux deltaïques au débouché dans la plaine (ruisseaux et torrents de montagne). Entretien et recréusement des chenaux naturels. 3-4. Petite irrigation artificielle à partir de canaux latéraux creusés. 5-6. Densification du système d'irrigation à partir d'un canal principal (embranchements latéraux) et construction de têtes de réseau (point noir). 7-8. Système d'irrigation de cône alluvial avec canaux latéraux (terrasses) et densification des chenaux entretenus (basse plaine) sous contrôle étatique (multiplication de sites fortifiés d'amont et d'aval)
D'après Andrianov, 2016 : 279

- 4 Les caractéristiques morphologiques et dimensionnelles des ouvrages ont constitué une autre catégorie d'interprétation dans le domaine socio-économique donnant à voir l'importance des forces productives, le recours à l'esclavage et, au final, l'histoire des modes de production. Le raisonnement établi entre maîtrise de l'irrigation artificielle et capacité de l'État à coordonner la main-d'œuvre que l'on pense nombreuse pour la construction et l'entretien des canaux (Wittfogel, 1957 : 18-26) – inférence aujourd'hui remise en cause (Francfort, Lecomte, 2002 : 636, 661) – illustre l'acceptation restrictive de la technique produite par le matérialisme historique. Les planches illustrant l'évolution des profils transversaux de canaux aux différentes périodes montrent l'association faite entre progrès technique, monumentalité des ouvrages hydrauliques et affirmation de l'État. Le nombre d'ouvriers et de journées de travail nécessaires à la construction et l'entretien des canaux a parfois été calculé, sur la base des données du 19^e et du début du 20^e siècle. Ces évolutions furent interprétées au prisme de l'histoire des modes de production que reflétait la terminologie stadiale de rigueur (Trigger, 1989 : 225 ; Service, 1962). Au Khorezm, à la période dite « archaïque » (VII^e-V^e siècles av. n. è.)

coïncidaient une plus grande extension spatiale du réseau, des ouvrages de grande taille rectilignes se démarquant de ceux plus modestes et au tracé sinueux de l'âge du Bronze (2^e-début 1^{er} millénaire) et la présence de sites fortifiés (figure 2).

Figure 2 – Evolution des systèmes d'irrigation dans la région du bas Amou Darya



A-B. Les systèmes « primitifs » du delta méridional de l'Akcha Darya : champs irrigués en bordure de chenaux. 1-4. Profils transversaux de canaux de la période archaïque près de Bazar-kala. 5. Champs irrigués dans le secteur de Dingildje, période archaïque

D'après Andrianov, 2016 : 280, 285

- 5 L'évolution monumentale des infrastructures fut portée au compte du despotisme oriental (Tolstov, 1948), à une période où la région intégrait l'empire achéménide, à partir de la seconde moitié du VI^e siècle av. n. è. (Francfort, 2003 ; Francfort, 2005 ; Briant, 1996). Le lien entre esclavagisme et grande irrigation fut établi sur la base des inscriptions de recensement du palais de Toprak-kala indiquant la présence d'esclaves (Livshits, 1984), bien que la datation du site royal de la période kouchane, à la fin du III^e siècle de notre ère, ne permettait pas d'extrapoler sur leur présence aux époques antérieures (Betts, Kidd, 2010). L'idée d'un impérialisme hydraulique achéménide reposait en outre sur un argument *a silentio* ou presque, au regard d'une documentation insuffisamment explicite quant à sa manifestation dans ce domaine en Asie centrale² (Briant, 1982 ; 1996 ; Francfort, Lecomte, 2002 : 659-662), comme a priori pour l'ensemble de la culture matérielle (Francfort, 2005 : 316). La « société de classe primitive » pré-achéménide attestant d'une stratification sociale au sein des « tribus » fut recherchée (Masson, 1959 ; Masson, Sarianidi, 1972 ; Litvinskyj, 1998), à l'image du Dehistan « archaïque » où la gestion décentralisée de l'irrigation de la plaine de Misrian (Turkménistan du Sud-Ouest) reposait sur une confédération tribale à partir de l'âge du Fer (XIV^e-XIII^e s. av. n. è.), antérieurement à son intégration dans la satrapie d'Hyrcanie (Francfort, Lecomte, 2002 : 646-649 ; Lecomte, 2009 : fig. 6). Au Ferghana (haut Syr Darya), un même schéma stadial attribuait l'essor de l'hydraulique agricole au royaume de Davan (III^e siècle av./IV^e siècle ap. n. è.) et sa maîtrise à la période « féodale » (V^e-VII^e siècles ap. n. è.), manifeste dans la construction de grands canaux de piémont et les sites fortifiés de têtes de réseau (figure 1).
- 6 Cet évolutionnisme dogmatique des décennies 1920 à 1950 de l'ère stalinienne déniait toute influence aux milieux naturels sur l'histoire. Il reposait au contraire sur l'idée d'une supériorité de la technologie soviétique que concrétisait la politique hydraulique en Asie centrale, instrument de son appropriation et de son développement (Peterson, 2016 ; Pravilova, 2009). De fait, le déterminisme environnemental qui sous-tendait la théorie de K. Wittfogel (1957 : 15, 18) fut un point majeur de sa critique en URSS. Le rejet constant du climat comme déterminant des comportements sociaux, renforcé par

le scepticisme à l'égard des premiers travaux de paléoclimatologie dans la région (Gardin, Gentelle, 1976 ; Peet, 1985 : 311-312), n'est pas sans lien avec le retard actuel dans la connaissance de la variabilité climatique holocène (Lioubimtseva *et al.*, 2005 ; Chen *et al.*, 2008) et de son impact sur la disponibilité locale des ressources en eau (Lisitsyna, 1965 ; Itina, 1977 ; Gentelle, 1985 ; 1989 ; Cremaschi, 1998 ; Francfort, 2009 ; 2018 ; Luneau, 2019 ; Fouache *et al.*, 2021). Les aspects organisationnels et savoir-faire pratiques de l'irrigation, en particulier l'outillage, ont été documentés dans la tradition des monographies des orientalistes au Turkestan russe (e.g. Schuyler, 1876 ; Moser, 1894 ; Barthold, 1928) et des enquêtes des années 1920-1930 sur l'ethnohistoire et l'économie des irrigants Karakalpaks du bassin de l'Aral (Golab, 1951 ; Andrianov, 1969 ; Kurbanova, 2002 ; Sarybaev, 2002).

- 7 Plus récemment, le postulat d'une centralisation étatique induite par la grande irrigation a fait l'objet d'un examen critique de ses fondements logiques et scientifiques (Andrianov, 1976 ; 1978 ; 1995 ; Andrianov, Mukhammedjanov, 1986 ; Francfort, 1992 ; Francfort *et al.*, 1989 ; Gardin, 1997 ; Francfort, Lecomte, 2002 ; Lamberg-Karlovsky, 2016 : 40) et de son applicabilité aux sociétés proto-étatiques de l'Asie centrale (e.g. Tosi, 1977 ; Francfort, 1989 ; Stride *et al.*, 2009). Les travaux de terrain (prospections et fouilles) ont également réattribué un caractère de complexité aux sociétés du Chalcolithique final et de l'âge du Bronze (fin 4^e-fin 2^e millénaires) en Margiane, dans les oasis de Geoksyur, et au Khorezm (Lisitsyna, 1965 ; Kohl, 1984 ; Itina, 1977 ; Cremaschi *et al.*, 1998). En Bactriane orientale, les dispositifs de dérivation des écoulements fluviaux ont été systématiquement étudiés en relation avec les unités morpho-paysagères, révélant ainsi leur sophistication technique (système du Rud-i Shahrawan) et leur monumentalité (canal de Shortugai) dès l'âge du Bronze et du Fer ancien (Gardin, Gentelle, 1976 ; Gardin, 1980 ; 1984 ; 1998 ; Gentelle, 1989 : 96-98, 134, 137 ; Francfort, 1989). Parmi ces travaux, la sédimentation interne chenaux et de canaux a été étudiée pour mettre en évidence le contrôle des écoulements, dans les zones deltaïques à forte mobilité (Lisitsyna, 1965 ; Itina, 1977) ou les caractéristiques techniques du parcours de l'eau (altitude, pente, débit) (Gentelle, 1978). Ces travaux se signalent par l'intégration du paléoenvironnement (paléogéographie, archéobotanique, archéopédologie), la place donnée par conséquent aux aspects techniques de l'irrigation – le « comment ? » – et à son rôle dans la fabrique des paysages, au-delà du « pourquoi ? » et de la recherche des déterminants socio-politiques, économiques et environnementaux de l'irrigation et par extension des sociétés qui l'avaient pratiqué.

2 - Les anciens canaux en tant que systèmes sociotechniques : une approche de la géoarchéologie

A - Réhabiliter le canal dans toutes ses dimensions

- 8 Du constat de cette focalisation dans les études sur l'irrigation ancienne, K. Butzer (1976, xiii) énonçait ce qu'il restait à documenter : « *an unmistakable element of ecology, a dynamic interface between environment, technology and society* ». Cette interface est l'objet de la géoarchéologie, qu'elle appréhende spécifiquement à partir des archives du sol résultant de dynamiques sédimentaires naturelles et anthropiques (Renfrew, 1976 ; Butzer, 1982 ; Bravard, 2002 ; Fouache, 2010 ; Lespez, Fouache, 2013). C'est en tant que partie intégrante de l'enregistrement archéologique et marqueurs géoarchéologiques

du paysage que K. Butzer définissait les réseaux de canaux dans l'ouvrage qui formalisa les objets et démarches de la discipline (Butzer, 1982 : 151). Si l'inertie spatio-temporelle de leurs tracés rend possible leur approche par photo-interprétation, leurs dépôts sédimentaires de comblement fossiles sont tout autant constitutifs de leur matérialité. Plusieurs décennies de recherche en géoarchéologie agraire sur les remplissages de structures agraires (fossés et canaux) ont démontré leur valeur documentaire des dynamiques paléoenvironnementales et des pratiques socio-culturelles de gestion de l'eau, comme des évolutions des hydrosystèmes et des paysages (Krier, 1988 ; Chalavoux *et al.*, 1990 ; Huckleberry, 1991 ; Berger, 1995 ; Berger, Jung, 1996 ; Jung, 1999 ; Berger, 2000 ; 2008 ; Purdue, 2010 ; 2011 ; Cammas *et al.*, 2012 ; Bernigaud *et al.*, 2013 ; 2014 ; Storozum *et al.*, 2017 ; Cez, 2019). Des applications récentes ont aussi mis en avant le potentiel de ces dépôts pour la datation par luminescence stimulée optiquement (Sanderson *et al.*, 2003 ; Berger *et al.*, 2004 ; 2009 ; Aiuvalasit *et al.*, 2010 ; Purdue, 2011 ; Watkins *et al.*, 2011 ; Huckleberry, Rittenour, 2014, Cez *et al.*, à paraître). Dans le même temps, l'inscription des relations société(s)-environnement(s) à l'agenda de recherche des sciences historiques a réorienté l'étude des ouvrages d'hydraulique agraire et urbaine vers une problématique de « gestion intégrée de l'eau » tenant compte des dynamiques paléoenvironnementales conditionnant les ressources en eau à différentes échelles de temps et des contextes sociaux.

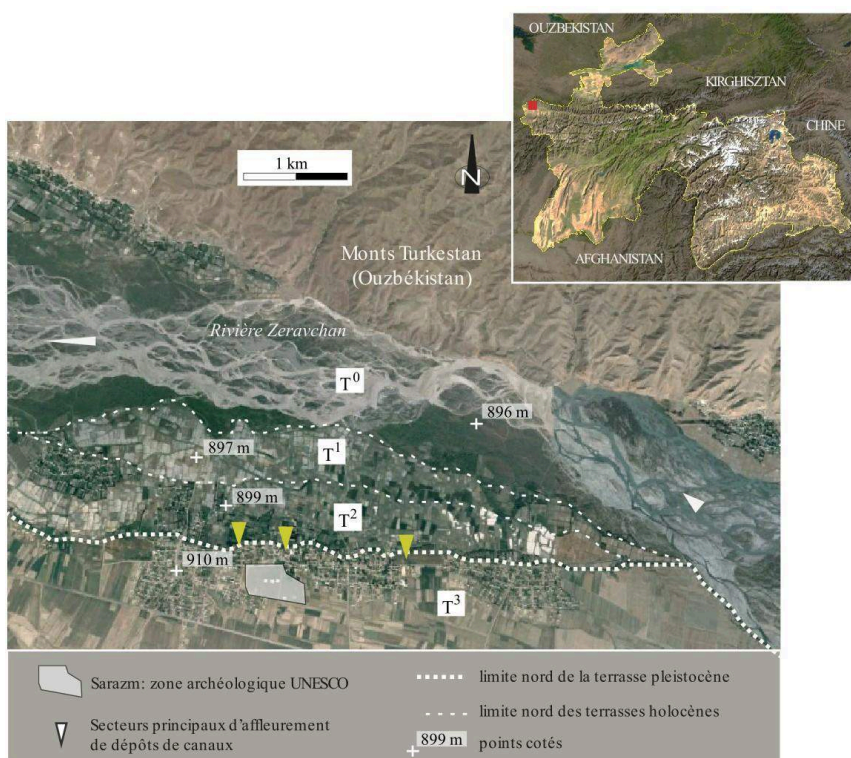
- 9 Dans cette perspective, le canal de Sarazm étudié ici se définit comme une composante d'un système sociotechnique de production de l'eau. Au sens d'« *acte traditionnel efficace sur la matière* » (Mauss, 1950 ; Leroi-Gourhan, 1971 ; Sigaut, 2002), la technique relève autant de l'ingénierie hydraulique que des pratiques techniques de gestion de l'eau, outillées ou non. Des connaissances et savoir-faire portant sur la disponibilité de l'eau et les rythmes de son renouvellement fondent ces pratiques, dont l'étude ouvre plus largement sur les relations des irrigants à l'environnement naturel où ont coexisté les différentes formes de l'eau : H₂O, eau ressource et eau maîtrisée (Cez, 2019). Dans les régions marquées par l'aridité, sa perception comme principale contrainte au développement des sociétés a souvent conduit à valoriser les seuls forçages climatiques parmi les dynamiques paléoenvironnementales interférant avec la fonctionnalité des systèmes d'irrigation (Ertsen, 2014 ; Berking *et al.*, 2016 ; Butzer, 2011). La démarche géoarchéologique vise ici à documenter les dynamiques géomorphologiques et hydro-climatiques dans la vallée semi-aride du Zeravshan afin de restituer les potentialités et contraintes réelles à la disponibilité de l'eau et à l'organisation de son accessibilité pour l'irrigation à Sarazm. À ce titre, l'article interroge rôle de l'activité néotectonique affectant cette vallée intramontagnarde (Rautian et Leith, 2002) sur les modalités de la gestion de l'eau à différentes échelles spatio-temporelles. De récents travaux ont déjà démontré son impact sur l'hydrographie et la géographie du peuplement (Lisitsyna, 1965 ; Fouache *et al.*, 2010 ; 2012 ; 2016 ; 2021).

B - Un continuum d'analyses centré sur les complements de canaux

- 10 Établi sur le piémont de la vallée du Zeravshan à une altitude moyenne de 910 mètres (figure 3), Sarazm fut un important établissement agropastoral au Chalcolithique et au début de l'âge du Bronze, aux 4^e et 3^e millénaires avant notre ère. Des prospections de terrain et des investigations archéobotaniques (Eshonkullof, 1989 ; Lyonnet, 1997 : 55 ; Spengler, Willcox, 2013) y ont mis en évidence la pratique de l'irrigation, une partie du mobilier archéologique attestant par ailleurs de contacts avec les communautés

agricoles de l'Asie centrale méridionale au Turkménistan, auxquelles se rattachent les plus anciens systèmes d'irrigation connus à ces mêmes périodes (Lisitsyna, 1965 ; Lyonnet, 1981 ; Besenval, 1987 ; Isakov, Lyonnet, 1988 ; Besenval, Isakov, 1989). Les vestiges de canaux découverts à Sarazm au début des années 2000³ se situent en bordure de terrasse haute, d'âge pléistocène (figure 3 et 4). Il s'agit de trois comblements sédimentaires imbriqués, préservés sur une hauteur totale de près de deux mètres, leurs parties sommitales ayant été détruites par le creusement des ouvrages postérieurs, les décapages agricoles de la période soviétique et le développement des bourgs ruraux. À partir des différents secteurs où ces dépôts ont pu être identifiés, jusqu'à la terminaison orientale de la terrasse sapée par le Zeravshan, le parcours de l'eau dans le plus ancien canal a été restitué sur une distance d'environ 1,5 km, à une altitude de 909 mètres et avec une pente de 0,05 ‰ (Cez, 2019). Ces dépôts ont été datés par luminescence stimulée optiquement, méthode fondée sur la mesure de la dose de radioactivité accumulée dans les grains de quartz à partir de leur enfouissement dans une couche archéologique (Aitken, 1985) (figure 4). L'OSL offre une alternative à la datation de ces ouvrages dans lesquels le matériel datable peut être rare ou remanié du fait de leur entretien et des pédo-bioturbations. L'âge de $4.5 \text{ ka} \pm 0.4$, soit 2500 ± 400 ans av. n. è., situe le fonctionnement du canal au Bronze ancien, soit la dernière période d'occupation (période 4) attestée (Besenval, Isakov, 1989 ; Isakov, 1991 ; Razzokov, 2016 ; Lyonnet, 1996 ; Mutin, Razzokov, 2014 ; Cez *et al.*, à paraître). Il s'agit alors de l'attestation la plus précoce de l'irrigation dans la vallée du Zeravshan, documentée dans la région de son delta à Zaman-Baba (oasis de Boukhara) à l'âge du Bronze, au milieu du 2^e millénaire.

Figure 3 – a. La vallée du Zeravshan au Tadjikistan



b. Le site de Sarazm sur la haute terrasse pléistocène du versant sud et localisation des vestiges de comblements de canaux sur sa bordure nord

Fond de carte : Google Earth, DAO : L. Cez

Figure 4 – a. Section transversale montrant les dépôts sédimentaires stratifiés de trois canaux anciens imbriqués à Sarazm



b. Echantillonnage pour datation par luminescence stimulée optiquement (OSL) dans les dépôts laminés limono-sableux du plus ancien canal de Sarazm

Fond : Ronald Schwerdtner, 2014, DAO : L. Cez

- 11 L'histoire fonctionnelle du canal a été appréhendée grâce à l'étude micromorphologique de son remplissage sédimentaire. L'analyse de lames minces au microscope polarisant s'est fondée sur les traits diagnostiques des milieux de

sédimentation et des actions anthropiques connus par les référentiels (Bullock *et al.*, 1985 ; Stoops *et al.*, 2010), les modèles d'interprétation développés en contexte archéologique (Courty *et al.*, 1989 ; Gé *et al.*, 1993 ; Matthews *et al.*, 1997 ; Wattez *et al.*, 1998 ; Cammas, Wattez, 2009 ; Goldberg, Macphail, 2006 ; Nicosia, Stoops, 2017) et plus spécifiquement des travaux menés en milieu aride (Purdue, 2011 ; Desruelles *et al.*, 2016 ; Eddargach, 2018). Il s'agit des traits sédimentaires et pédologiques résultant des dynamiques hydriques et de leur contrôle, de la maintenance de l'ouvrage comme des conditions du milieu environnant, imbriquées selon des temporalités fines. Leur interprétation en tant que microfaciès de l'histoire fonctionnelle du canal dans la séquence microstratigraphique a permis de mettre en avant plusieurs phases spécifiques de gestion de l'eau (tableau 1).

Tableau 1. Caractéristiques micromorphologiques de l'histoire fonctionnelle du canal de Sarazm

Type de micro-faciès	Microstructure	Nature des constituants	Traits sédimentaires	Traits pédologiques	Interprétation fonctionnelle
Microfaciès d'apport hydrique	Microstructure massive / microlitée / microagrégée. Porosité fissurale/vésiculaire peu développée	Minéraux / organo-minéraux / organo-anthropiques.	Taille des particules. Orientation et tri des particules. Croûtes sédimentaires basculées. Figures de déformation sédimentaire.	Fraction carbonatée héritée (fragments de croûtes micritiques). Traits biologiques hérités (vides racinaires).	<ul style="list-style-type: none"> Nature et énergie des apports hydrosédimentaires (de très faible à moyenne) Conditions de sédimentation (calmes à turbulentes)
Microfaciès d'exondation	Microstructure lamellaire / laminaire. Porosité fissurale subhorizontale.	Minéraux / organo-minéraux / organo-anthropiques.	Croûtes texturales argileuses (clay curls). Fissures à orientations diverses de la masse fine.	Traits de dissolution / reprécipitation de la fraction carbonatée. Traits rédoxiques (imprégnations ferrugineuses). Précipitations de gypse secondaire. Encroûtements limono-argileux. Traits biologiques rares (vides racinaires, turricules de lombrics).	<ul style="list-style-type: none"> Rythme des exondations Intensité des assèchements (évaporation) Saisonnalité de la gestion de l'eau
Microfaciès anthropique	Microstructure agrégée. Porosité d'entassement plus ou moins développée.	Minéraux / organo-minéraux / organo-anthropiques (débris de matériaux de construction en terre crue, esquilles d'os, microcharbons)	Distribution et mode d'assemblage des artefacts (plus ou moins coalescents). Croûtes sédimentaires basculées. Incisions anguleuses en V.	Traits rédoxiques (imprégnations ferrugineuses). Précipitations de gypse.	<ul style="list-style-type: none"> Redistribution / Accumulation de micro-vestiges liés à des aménagements ou activités in situ Piétinement Remaniements mécaniques résultant de grattages/curages à l'outil Remblai/nivellement

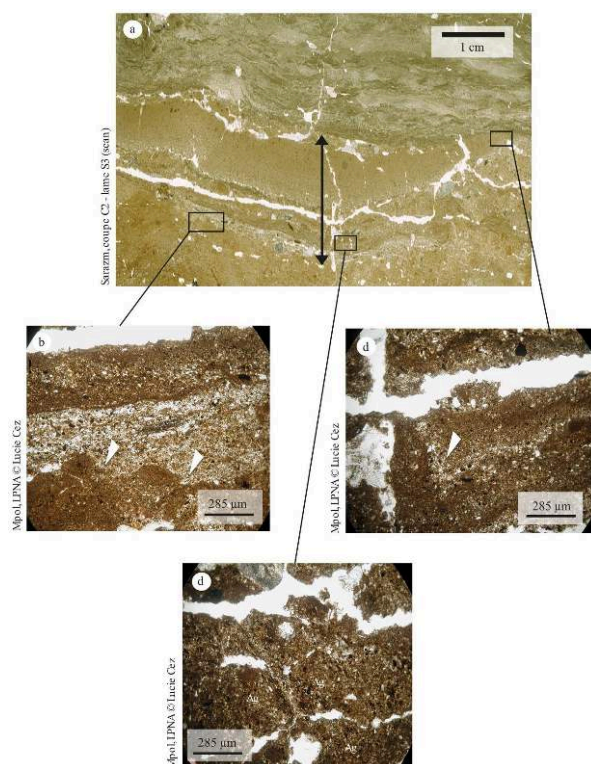
3 - L'histoire fonctionnelle d'un canal d'irrigation au début de l'âge du Bronze

A - Modes et rythmes de gestion des apports hydriques

- 12 La mise en eau du canal (figure 5a) est déterminée par des microfaciès d'apport hydrique d'énergie faible et décroissante. Les constituants minéraux identifiés sont des limons et des sables quartzes fins auxquels s'ajoutent ponctuellement des matériaux détritiques plus grossiers tels que des micro-charbons et des éclats de silice. Les dépôts loessiques formant l'encaissement du canal présentent une microtopographie irrégulière résultant de remaniements mécaniques à l'outil pouvant résulter de grattages et de nivellement (figure 5b). Les apports en eau sont discontinus, des arrêts dans les

écoulements de courte durée étant interprétés à partir des traits d'assèchement et en l'absence de traits pédologiques montrant une reprise de l'activité biologique. Les dépôts limono-argileux localement à l'état boueux (figure 5c) marquent une circulation hydrique de très faible énergie drainant des limons et sables quartzeux très fins. Elle est suivie d'un assèchement prononcé qu'expriment les traits sédimentaires et pédologiques diagnostiques d'ambiances pédoclimatiques sèches. Dans cette séquence, les traces de curage sont présentes sous la forme d'incisions anguleuses en V de taille millimétriques formées par le tranchant d'un outil. Ces troncatures nettes infra-centimétriques à pluricentimétriques se rattachent aux traces d'outils pour le travail du sol connues par la micromorphologie des sols (Macphail *et al.*, 1990 ; Gebhardt, 1991 ; Lewis, 2012 ; Déak, 2017) et sur les recherches récentes sur les pratiques outillées impliquées dans les modes de préparation des sols et des surfaces d'activités anciennes (Onfray, 2017 ; Eddargach, 2018 ; Peinetti, 2021). Ces incisions et la compaction résultant du piétinement attestent d'une préparation du fond du canal préalable à sa mise en fonctionnement initiale ou d'une remise en eau postérieure à son entretien (figure 5d).

Figure 5 – a. Séquence microstratigraphique de la mise en eau du canal (flèche)



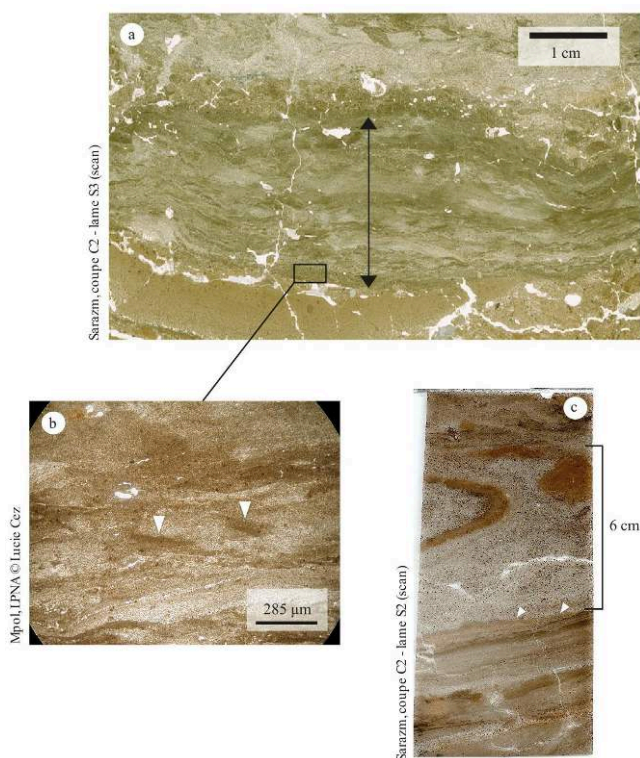
b. Limons et sables fins quartzeux, microcharbons et fragments de silex drainés par les écoulements initiaux. Traces de curage/grattage sur les dépôts à l'état sec de fond du canal (flèches). c. Apports boueux sous forme d'agrégats limono-argileux (Ag). d. Incision à l'outil dans des dépôts argilo-limoneux (flèche) Mpol, LPNA

L. Cez

- 13 Le fonctionnement du canal est matérialisé par des microfaciès d'origine hydrique de faible énergie constitués de limons et sables très fins (figure 6a) et de plus forte énergie dominés par les sables fins. Des encroûtements carbonatés et la présence de fines croûtes texturales argileuses (clay curls) indiquent de fréquents arrêts des

écoulements, suivis d'assèchements plus ou moins longs (figure 6b). Une unité microstratigraphique constituée d'un microfaciès sableux (sables fins à moyens) indiquant des conditions de circulation/sédimentation plus énergiques se rapporte à un épisode de crue (figure 6c).

Figure 6 – a. Séquence microstratigraphique du fonctionnement du canal : microfaciès d'apports hydriques de faible intensité avec apports de limons sableux discontinus (flèche)

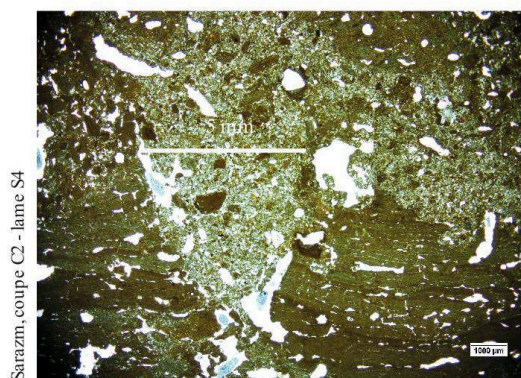


b. Encroûtements carbonatés produits par de brèves exondations. c. Unité de sables fins à moyens non orientés avec une dynamique érosive visible sur les dépôts sous-jacents (flèches blanches), Mpol, LPNA

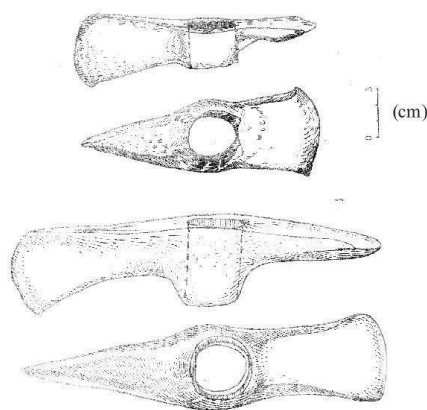
L. Cez

- 14 Ces données attestent d'une gestion de l'eau pour l'irrigation et en illustre les spécificités à travers leur expression pédosédimentaire (microfaciès). Elles mettent en lumière d'une part le contrôle de l'énergie cinétique des écoulements, condition sine qua non au maintien de conditions de sédimentation calmes, pour une circulation paléohydraulique optimale. L'abondance des incisions anguleuses et empreintes d'outils révèlent une maintenance du canal d'autre part, avec un rôle de préparation à la mise en circulation de l'eau aussi bien que d'entretien courant en support à son fonctionnement (figure 7).

Figure 7 – a. Empreinte laissée par le tranchant d'un outil au cours de la préparation du fond du canal, au contact de l'encaissant loessique marqué par le gel, Mpol, LPNA, b. Les « haches » en bronze de Sarazm, découvertes à environ 450 m au nord-est de la zone de fouille à 50-60 cm de profondeur



Mpol, LPNA © Lucie Cez



D'après Isakov, 1991.

L. Cez / Dessin des haches d'Isakov, 1991 : 50, planche 78

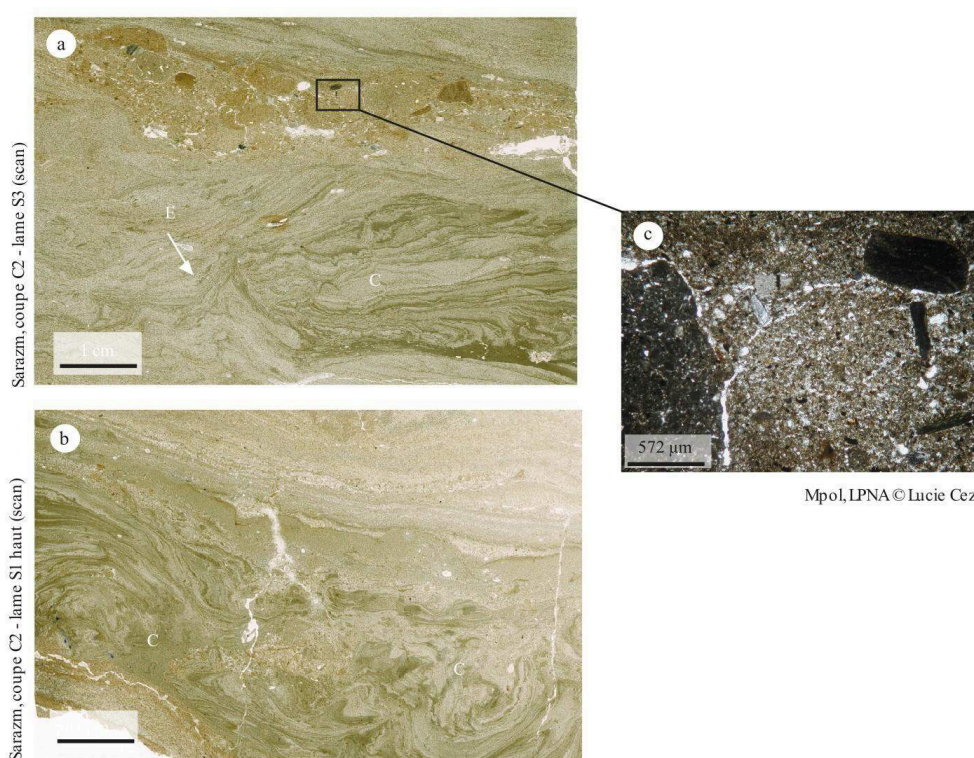
- 15 Les processus d'assèchement plus ou moins intenses et prolongés enregistrés spécifiquement dans les microfaciès d'exondation peuvent être mis en relation avec des ambiances climatiques printanières et estivales, qui coïncident avec les conditions semi-arides du climat de la vallée du Zeravshan. La nature des flux hydrosédimentaires caractéristiques de la crue (apports plus grossiers et non triés) démontrent également le caractère saisonnier du fonctionnement du canal et de sa maintenance. Le régime nivo-glaciaire du Zeravshan, rivière qui s'alimente à la cryosphère d'altitude à plus de 4000 mètres d'altitude, implique que la crue de fusion s'amorce au printemps lorsque les températures marquent une nette augmentation, avec une rapidité et une brutalité liées à des phénomènes d'embâcles de fin d'hiver et de crues d'orage en altitude (Savoskul, Smakhtin, 2013).
- 16 La micromorphologie met ainsi en évidence les temporalités fines de la gestion de l'eau canalisée que ne peuvent restituer les approches fondées sur la périodisation globale de l'histoire des structures hydrauliques, de leur construction, fonctionnalité et abandon, au prisme de laquelle elles sont pensées dans la fabrication du paysage (Cez, 2019). L'identification de reliquats de phases potentiellement anciennes (mise en eau) contredit en outre l'idée que ces archives ne représentent que le dernier état fonctionnel de l'ouvrage. Dans cette perspective, la datation des premières phases d'accrétion sédimentaire préservées des canaux permettrait de préciser leur durée de fonctionnement ; mais le caractère finement stratifié de ces dépôts rend leur échantillonnage délicat, particulièrement pour l'OSL (Purdue, 2011 : 165-167).

B - Perturbations et réparations

- 17 Au sein des microfaciès d'apport hydrique, deux épisodes de perturbation d'origine sismique ont été reconnus à partir de plusieurs figures de déformation sédimentaire (figure 8a-b). Les conditions de leur enregistrement dans des sédiments non lithifiés à l'état semi-liquide (Allen, 1986 ; Owen, 1996 ; 2003 ; Moretti *et al.*, 2009) indiquent qu'elles se sont formées lorsque le canal était en eau ou peu après son exondation dans des dépôts humides. Deux couches centimétriques composées de débris de matériaux de construction en terre crue, de microcharbons, de fragments d'os et de silex ont été identifiées (figure 8c). Leur distribution aléatoire et leur semi-coalescence indiquent une accumulation rapide à l'état peu humide. Ne résultant pas de transferts hydriques,

leur mise en place s'est faite en période d'exondation du canal, ce que confirment les faciès d'assèchement sous-jacents. Dans la séquence microstratigraphique, ces couches s'observent systématiquement au-dessus des microfaciès d'apport hydrique à séismites et à la suite d'arrêts des écoulements. Il pourrait alors s'agir de niveaux de remblai ou d'apports gravitaires liés à l'effondrement de structures en terre crue proches du canal ou constitutives de son architecture (emmarchement du canal) à la suite de ces séismes. La compaction observée au sommet de ces couches, associée à quelques incisions anguleuses d'outil indiquent qu'elles ont été tronquées par des opérations de nivellement synchrones du piétinement. L'ensemble de ces indicateurs définit un processus technique de réparation du canal que l'on peut qualifier de « stratégique » (Lemonnier, 1976 : 143-144 ; 1980 : 9-12 ; 1986), car indispensable à la gestion de l'eau dans le temps.

Figure 8 – Figures de déformation sismique



a-b. Echappement d'eau (E) et dépôts convolutés (C). c. Débris accumulés en conditions sèches à légèrement humides dans le canal, Mpol, LPNA

L. Cez

- 18 Dans la vallée du Zeravshan, bassin d'effondrement tectonique Plio-Quaternaire délimité au sud par un escarpement de faille, l'activité sismique est attestée à l'Holocène (Bensidoun, 1979 ; Evans *et al.*, 2009 ; Strom, 2013 : 23-26 ; Fouache *et al.*, 2016 ; 2021 ; Cez, 2019). À Sarazm, la mise en évidence d'épisodes sismiques synchrones du fonctionnement du canal au 3^e millénaire avant notre ère, associés à des pratiques de réfection de l'ouvrage, pose la question de l'influence de la sismicité sur la fonctionnalité des systèmes d'irrigation gravitaires de dérivation des écoulements de surface.

4 - Conclusion

- 19 L'étude géoarchéologique du canal protohistorique de Sarazm s'est fondée sur les dépôts sédimentaires de comblement à toutes les échelles (cartographie géomorphologique, lecture de la stratigraphie, analyse micromorphologique, datation OSL). L'étude micromorphologique a permis d'appréhender le volet sociotechnique de la gestion de l'eau pour l'irrigation, recouvrant une variété d'actions et gestes techniques, outillés ou non, impliquant des savoir-faire et parfois des matériaux. Ces pratiques et leurs temporalités intègrent les contraintes de la dérivation des écoulements du Zeravshan et de la conduite de l'eau dans un ouvrage d'adduction en sommet de terrasse. Il s'agit de la variabilité intra-annuelle du débit fluvial de régime nivo-glaciaire ainsi que d'évènements sismiques récurrents impactant la circulation de l'eau et l'ouvrage lui-même. La connaissance de ces contraintes à Sarazm et des adaptations qu'elles ont suscitées dans la gestion de l'eau, ouvre plus largement sur leur perception et les comportements des sociétés passées au sein de leur environnement (Walsh, 2004 ; Brown, 2015).
- 20 Les comblements de canaux anciens constituent de précieuses archives pour documenter « l'opérationnel » dans le domaine de la gestion de l'eau ancienne. Ces dépôts archéologiques « hors site » font donc partie intégrante de la culture matérielle des établissements à fonction agricole, au même titre que l'outillage, les bâtiments agraires et les corpus archéobotaniques. À Sarazm, cette connaissance des pratiques techniques de gestion de l'eau participe d'une « redéfinition » de cet important site proto-urbain, précurseur de la civilisation agraire de l'Oxus qui s'épanouit à l'âge du Bronze (Francfort, 2003 ; 2005), par les usages spécifiques de la technique et des objets techniques (e.g. Razzokov, 2008 ; Brunet, Razzokov, 2015). On ne saurait toutefois circonscrire l'étude de l'ancienne économie agraire à celle de ses (seuls) vestiges matériels, au risque de négliger les pratiques hydro-agricoles non irriguées n'ayant pas laissé de traces dans le paysage et de reproduire un autre déterminisme, d'ordre technologique, également présent dans la théorie de la société hydraulique.

BIBLIOGRAPHIE

- Aitken M. J., 1985 – *Thermoluminescence Dating*, Orlando/London, Academic Press, 351 p.
- Aiuvalasit, M. J., Neely, J. A., Bateman, M. D., 2010 – New Radiometric Dating of Water Management Features at the Prehistoric Purron Dam Complex, Tehuacan Valley, Puebla, Mexico, *Journal of Archaeological Science*, 37, 1207-1213.
- Allen J. R. L., 1986 – Earthquake Magnitude-frequency, Epicentral Distance and Soft-sediment Deformation in Sedimentary Basins, *Sedimentary Geology*, 46, 1-2, 67-75.
- Andrianov B. V., 1969 – *Drevnie orositelnye sistemij Priaraalja, v tvjaà s istorii vozniknovenija i razvitija oroaemogo zemledelija* [Les anciens systèmes d'irrigation de la région de la mer d'Aral (en relation

- avec l'histoire de l'apparition et de l'évolution de l'agriculture irriguée)], Moskva : Academia Nauk SSSR, Nauka.
- Andrianov B. V., 1976 – On Irrigation and Social Organization, *Current Anthropology*, 17, 4, 756.
- Andrianov B. V., 1978 – The Concept of 'Hydraulic Society', *Social Sciences Critical Studies Comment* IX, 1, 193-209.
- Andrianov B. V., 1995 – The History of Economic Development in the Aral Region and its Influence on the Environment, *Geojournal*, 35, 1, 11-16.
- Andrianov B. V., 2016 – *Ancient Irrigation Systems of the Aral Sea Area. The History, Origin and Development of Irrigated Agriculture*, Mantellini S. (ed.) avec la collaboration de Lamberg-Karlovsky C. C., Tosi M., American School of Prehistoric Research Monograph Series, Cambridge, Oxbow Books, 393 p.
- Andrianov B. V., Mukhamedzhanov A. R., 1986 – Rol' irrigacii v social'noj istorii drevnej srednej Azii [Le rôle de l'irrigation dans l'histoire sociale de l'ancienne Asie centrale], in Leus L. A. (ed.), *Drevnie civilizacii Vostoka* [Les anciennes civilisations d'Orient], Tachkent, FAN, 34-44.
- Aubriot O., Riaux J., 2013 – Savoirs sur l'eau. Les techniques à l'appui des relations de pouvoir ?, *Autrepart*, 65, 3-26.
- Barthold V. V., 1928 – *Turkestan Down to the Mongol Invasion*, 2e édition, Oxford, Oxford University Press, 514 p.
- Bensidoun S., 1979 – *Samarcande et la vallée du Zerafshan. Une civilisation de l'oasis en Uzbekistan*, U.R.S.S, Paris, Éditions anthropos, 290 p.
- Berger G. W., Henderson T. K., Banerjee D., Nials F. L., 2004 – Photonic Dating of Prehistoric Irrigation Canals at Phoenix, Arizona, U.S.A., *Geoarchaeology*, 19, 1-20.
- Berger G. W., Post S., Wenker C., 2009 – Single and Multigrain Quartz-luminescence Dating of Irrigation Channel Features in Santa Fe, New Mexico, *Geoarchaeology*, 24, 383-401.
- Berger J.-F., 1995 – Facteurs anthropiques et naturels de l'évolution des paysages romains et proto-médiévaux du bassin valdinois (Drôme), in van der Leeuw S. E. (ed.), *L'homme et la dégradation de l'environnement*. Actes des XV^e Rencontres Internationales d'histoire et d'archéologie d'Antibes, Juan-les-Pins, 20-22 octobre 1994, APDCA, 79-115.
- Berger J.-F., 2000 – Les fossés bordiers historiques et l'histoire agraire rhodanienne, *Études rurales*, 153-154, 59-90.
- Berger J.-F., 2008 – Étude géoarchéologique des réseaux hydrauliques romains de Gaule Narbonnaise (haute et moyenne vallée du Rhône) : apports à la gestion des ressources en eau et à l'histoire agraire antique, in Hermon, E. M. (ed.), *Integrated Water Management in Environmental History: Traditional Knowledge and Modern Practices*, International Colloquium, Université Laval, Québec, 27-29 Octobre 2006, L'Herma di Bretschneider, 107-121.
- Berger J.-F., Brochier J.-E., Bravard J.-P., 2000 - La géoarchéologie en France : définition et champs d'application, *Les Nouvelles de l'archéologie*, 81, 37-47.
- Berger J.-F., Jung C., 1996 – Fonction, évolution et taphonomie des parcelles en moyenne vallée du Rhône. Un exemple intégré en archéomorphologie et en géoarchéologie, in *Archéologie des parcelles*. Colloque organisé par AGER et ARCHEA, Orléans, mars 1996, Errance, 95-112.
- Berking J., Beckers B., Knitter D., Schütt B., 2016 – Problems Concerning Ancient Water Management in the Mediterranean, *eTopoi Journal of Ancient Studies*, Special volume 6, 74-101.

- Bernigaud N., Gaucher G., Guillon S., Purdue L., Berger J.-F., 2013 – Pour une histoire de l'hydraulique agricole : méthodologie et études de cas (France, Etats-Unis), in Ballut C., Fournier P. (dir.), *Au fil de l'eau. Ressources, risques et gestion du Néolithique à nos jours*, Clermont-Ferrand, Presses universitaires Blaise Pascal, 175-188.
- Bernigaud N., Berger J.-F., Bouby L., Delhon C., Latour-Argant C., 2014 – Ancient Canals in the Valley of Bourgoin-La Verpillière (France, Isère): Morphological and Geoarchaeological Studies of Irrigation Systems from the Iron Age to the Early Middle Ages (8th century BC-6th century AD), *Water History*, 6, 73-93.
- Besenal R., Isakov A., 1989 – Sarazm et le début du peuplement agricole dans la région de Samarkand, *Arts asiatiques*, 44, 5-20.
- Betts A. V. G., Kidd F., 2010 – Entre le fleuve et la steppe : nouvelles perspectives sur le Khorezm ancien, *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Inscriptions et Belles Lettres*, II (avril-juin), 637-686.
- Bourdonneau É., 2012 – Pour en finir avec la 'cité hydraulique' ? Note de lecture de l'ouvrage de Didier Pillot, *Jardins et rizières du Cambodge. Les enjeux du développement agricole*, 2007, *Bulletin de l'École française d'Extrême-Orient*, tome 97-98, 409-437.
- Bravard J.-F., 2002 - Les paléoenvironnements fluviatiles et lacustres depuis 15 000 ans : conclusions méthodologiques et perspectives, in Bravard J.-P., Magny M. (dir.), *Les fleuves ont une histoire : paléoenvironnement des rivières et des lacs français depuis 15 000 ans*, Paris, Errance, 303-312.
- Briant P., 1982 – *Rois, tributs et paysans. Études sur les formations tributaires du Moyen-Orient ancien*, Paris, Les Belles Lettres, 539 p.
- Briant P., 1996 – *Histoire de l'empire perse de Cyrus à Alexandre*, Paris, Fayard, 1828 p.
- Brunet F., Razzokov A., 2015 – Towards a New Characterization of the Chalcolithic in Central Asia. The lithic Industry of Sarazm (Tajikistan): the First Results of the Technological Analysis, in Lefèvre V., Didier A., Mutin B. (eds), *South Asian Archaeology and Art 2012, volume 1 (Man and Environment in Prehistoric and Protohistoric South Asia: New Perspectives)*, Turnhout, Brepols Publishers, 49-62.
- Brown A., 2015 – Conclusion : Environnement, sociétés et futur de la géoarchéologie, in Carcaud N., Arnaud-Fassetta G. (dir.), *La géoarchéologie au XXI^e siècle*, CNRS Éditions, 301-304.
- Bullock P., Federoff N., Jongerius A., Stoops G., Tursina T. V., Babel U., 1985 – *Handbook for Soil Thin Section Description*, Waine Research Publications, Albrighton, Wolverhampton, UK, 152 p.
- Butzer K., 1976 – *Early Hydraulic Civilization in Egypt. A Study in Cultural Ecology*, Chicago, University of Chicago Press, 133 p.
- Butzer K., 1982 – *Archaeology as Human Ecology: Method and Theory for a Contextual Approach*, Cambridge/New York, Cambridge University Press, 364 p.
- Butzer K., 1996 – Irrigation, Raised Fields and State Management: Wittfogel redux?, *Antiquity*, 70, 200-204.
- Butzer K., 2011 – Geoarchaeology, Climate Change, Sustainability. A Mediterranean Perspective, in Brown A. G., Basell L. S., Butzer K. W. (eds), *Geoarchaeology, Climate Change, Sustainability*, Society of America Special Paper, 476, 1-14.
- Cammas C., Blanchard J., Broutin P., 2012 – Fossés « collecteurs » et mares sur plateau, apport de l'analyse micromorphologique sur les modes d'occupation des sols : le cas du site de Bussy-Saint-Georges (Seine-et-Marne, époque romaine – haut Moyen-Age), in *Le sol face aux changements*

- globaux, 11èmes journées d'Etude des Sols, 19-23 Mars 2012, Versailles, Session n° 4 : Archives pédologiques, paléoenvironnement, archéologie, Pré Actes, AFES.
- Cammas C., Wattez J., 1999 – L'approche micromorphologique : méthode et applications aux stratigraphies archéologiques, in Ferdière A. (dir.), *La géologie, les sciences de la Terre*, Paris, Éditions Errance, 139-153.
- Cez L., 2019 – Le paysage fluvial et irrigué de Sarazm dans la vallée semi-aride du Zeravshan, Tadjikistan, Asie centrale. Étude des dynamiques et des temporalités d'un paysage de l'eau en milieu contraignant, *Projets de Paysage*, 20. <http://journals.openedition.org/paysage/705>
- Cez L., Brunet F., Fouache É., Wattez J., Petit C., Francfort H.-P., Razzokov A., à paraître – Gestion de l'eau et irrigation en Asie centrale (Tadjikistan) : étude des archives sédimentaires de canaux de Sarazm (IV^e-III^e millénaires avant notre ère), in Grenet F., de La Vaissière É. (dir.), *Nouvelles recherches sur l'histoire de l'irrigation en Asie centrale et dans les zones voisines. Hommage à Pierre Gentelle (1933-2010)*, Paris, Éditions de Boccard, Séries 8 de l'Institut de civilisation indienne.
- Chalavoux J., Gebhardt A., Le Cabec Y., 1990 – De la fouille à l'expérimentation en passant par les archéosciences : l'exemple de la micromorphologie, *Revue d'archéométrie*, 14, 17-22.
- Chen F., Yu Z., Yang M., Ito E., Wang S., Madsen D.B., Huang X., Zhao Y., Sato T., Birks, H. J. B., Boomer I., Chen J., An C.-B., Wünnemann B., 2008 – Holocene Moisture Evolution in Arid Central Asia and its Out-of-phase Relationship with Asian Monsoon History, *Quaternary Science Reviews*, 27, 3-4, 351-364.
- Courty M.-A., Goldberg P., Macphail R. I., 1989 – *Soils and Micromorphology in Archaeology*, Cambridge Manual in Archaeology, Cambridge, Cambridge University Press, 344 p.
- Crevaschi M., Gubaev A., Koshelenko G., Tosi M., 1998 – Palaeohydrography and Middle Holocene Desertification in the Northern Fringe of the Murghab Delta, in Gubaev A., Koshelenko A., Tosi M. (eds.), *The Archaeological Map of the Murghab Delta: Preliminary Reports 1990-95*, Istituto Italiano per l'Africa e l'Oriente, Rome, 15-25.
- Desruelles D., Fouache E., Eddargach W., Cammas C., Wattez J., Beuzen-Waller T., Martin C., Tengberg M., Cable C., Thornton C., Murray A., 2016 – Evidence for Early Irrigation at Bat (Wadi Sharsah, Northwestern Oman) before the Advent of Farming Villages, *Quaternary Science Reviews*, 150, 42-54.
- Eddargach W., 2018 – *Dynamique d'occupation des sols au Capsien et au Néolithique et au Maghreb oriental : approche géoarchéologique des rammadiyat*. Thèse de doctorat, Nanterre, Université Panthéon-Sorbonne, 324 p.
- Ertsen, M. W., 2010 – Structuring properties of irrigation systems, Understanding Relations between Humans and Hydraulics through Modeling, *Water History*, 2, 165-183.
- Ertsen M. W., Murphy J. T., Purdue L., Zhu T., 2014 – A Journey of a Thousand Miles Begins with one Small Step - Human Agency, Hydrological Processes and Time in Socio-hydrology, *Hydrology and Earth System Sciences*, 18, 1369-1382.
- Eshonkullov, U., 2007 – *Istorija zemledel'cheskoj kul'tury Gornogo Sogda*, [Histoire des cultures agricoles des régions montagneuses de Sogdiane], Douchanbe.
- Evans S. G., Roberts N. J., Ischuk A., Delaney K. B., Morozova G. S., Tutubalina O., 2009 – Landslides Triggered by the 1949 Khat Earthquake, Tajikistan, and Associated Loss of Life, *Engineering Geology*, 109, 195-212.
- Fouache É., 2010 – L'approche géoarchéologique, *Revista de geomorfologie*, 12, 5-14.

- Fouache É., Rante R., Mirzaakhmedov D., Ragala R., Dupays M., Vella C., Fleury J., Andrieu-Ponel V., Zink A., Porto E., Brunet F., Cez L., 2016 – The Role of Catastrophic Floods Generated by Collapse of Natural Dams Since the Neolithic in the Oases of Bukhara and Qaraqöl: Preliminary Results, *International Journal of Geohazards and Environment*, 2, 3, 150-165.
- Fouache É., Francfort H.-P., Bendezu-Sarmiento J., Vadhati A. A., Lhuillier J., 2010 – The Horst of Sabzevar and Regional Water Resources from Bronze Age to the Present Day (Northeastern Iran), *Geodinamica Acta*, 25/5-6, 287-294.
- Fouache É., Besenval R., Cosandey C., Coussot C., Ghilardi M., Huot S., Lamothe M., 2012 – Palaeochannels of the Balkh River (Northern Afghanistan) and Human Occupation Since the Bronze Age Period, *Journal of Archaeological Science* 39, 3415-3427.
- Fouache, É., Cez, L., Andrieu-Ponel, V., Rante, R., 2021 – Environmental Changes in Bactria and Sogdiana (Central Asia, Afghanistan and Uzbekistan) from the Neolithic to the Late Bronze Age: Interaction with the Human Occupation, in Lyonnet B., Dubova N. (eds), *The World of the Oxus Civilization*, United Kingdoms, Routledge Worlds, 82-109.
- Francfort H.-P. avec la collaboration de Boisset C., Buchet L., Desse J., Echallier J.-C., Kermorvant A., Willcox, G., 1989 – *Fouilles de Shortughai : recherches sur l'Asie centrale protohistorique*, Paris, Diffusion de Boccard, Mémoires de la MAFAC, tome II, Paris, CNRS, 2 vol. , 517 p.
- Francfort H.-P., 1992 – The Sense of Measure in Archaeology. An Approach to the Analysis of Proto-Urban Societies with the Aid of an Expert System, in Gardin J.-C., Peebles C. S. (eds.), *Representations in Archaeology*, Bloomington, Indiana University Press, 291-314.
- Francfort H.-P., 2003 – La civilisation de l'Asie Centrale à l'âge du Bronze et à l'âge du Fer, in Boppearachchi O., Landes C., Sachs C. (eds), (avec la collaboration de Cayzal N. et Millet F.), *De l'Indus à l'Oxus. Archéologie de l'Asie centrale*. Catalogue de l'exposition, Lattes Association IMAGO-Musée de Lattes, 29-59.
- Francfort H.-P., 2005 – La civilisation de l'Oxus et les Indo-Iraniens et Indo-Aryens, in Fussman G., Kellens J., Francfort H.-P., Tremblay X. (eds.), *Aryas, Aryens et Iraniens en Asie Centrale*, Paris, Diffusion de Boccard, 328 p.
- Francfort H.-P., 2009 – L'Age du Bronze en Asie centrale. La civilisation de l'Oxus, *Anthropology of the Middle East*, 4, 1, 91-111.
- Francfort H.-P., 2018 – L'homme, le climat et l'environnement, in Jouanna J., Robin C., Zink M. (eds.), *Vie et climat d'Hésiode à Montesquieu, Actes du 28^e colloque de la Villa Kérylos, 13-14 octobre 2017*, 29, Paris, Diffusion de Boccard, 205-245.
- Francfort H.-P., Lagrange M.-S., Renaud M., 1989 – *Palamède. Application des systèmes experts à l'archéologie des civilisations urbaines protohistoriques*, Paris, CNRS, LISH/UPR-315, 242 p.
- Francfort H.-P., Lecomte O., 2002 – Irrigation et société en Asie centrale des origines à l'époque achéménide, *Annales. Histoire, Sciences sociales*, 57^e année, 3, 625-663.
- Gardin J.-C., 1980 – L'archéologie du paysage bactrien, *Comptes rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, 124^e année, 3, 480-501.
- Gardin J.-C., 1984 – Canal Irrigation in Bronze Age Eastern Bactria, in Lal B. B., Gupta S. P. (eds.), *Frontiers of the Indus Civilization (Sir Mortimer Wheeler Commemoration Volume)*, New Delhi, *Indian Archaeological Society*, 311-320.
- Gardin J.-C. (dir.), 1998 – *Prospections archéologiques en Bactriane orientale (1974-1978)*, 3, *Description des sites et notes de synthèse*, Paris, Éditions Recherches sur les Civilisations, Mémoires de la MAFAC, tome 9, 370 p.

- Gardin J.-C., Gentelle P., 1976 – Irrigation et peuplement dans la plaine d'Aï Khanoum, de l'époque achéménide à l'époque musulmane, *Bulletin de l'Ecole française d'Extrême-Orient*, tome 63, 59-110.
- Gardin J.-C., Gentelle P., 1979 – L'exploitation du sol en Bactriane antique, *Bulletin de l'Ecole française d'Extrême-Orient*, tome 66, 1-29.
- Gé T., Courty M.-A., Watzet J., Matthews W., 1993 – Sedimentary Formation Processes of Occupation Surfaces, in Goldberg P., Petraglia M., Nash D. T. (eds.), *Formation Processes in Archaeological Contexts*, Monographs in World Archaeology 17, Madison, Wisconsin, Prehistory Press, 149-163.
- Gentelle P., 1978 – *Étude géographique de la Plaine d'Aï Khanoum et de son irrigation depuis les Temps Antiques*, Publications de l'URA n° 10, Mémoires n° 2, Paris, Éditions du CNRS.
- Gentelle P., 1985 – Déterminants écologiques de l'irrigation ancienne en Bactriane orientale, *L'archéologie de la Bactriane ancienne. Actes du colloque franco-soviétique, Dushanbe, U.R.S.S., 27 octobre-3 novembre 1982*, Paris, Éditions du CNRS, 159-168.
- Gentelle P. (avec les contributions de C. Marinucci, F. O. Vallino et J. Trichet), 1989 – *Prospections archéologiques en Bactriane orientale (1974-1978). Volume 1, Données paléogéographiques et fondements de l'irrigation*, Mémoires de la MAFAAC, tome 3, Paris, Diffusion de Boccard, 226 p.
- Gentelle P., 2003 – *Traces d'eau. Un géographe chez les archéologues*, Paris, Belin, 239 p.
- Germaine M.-A., Blanchon D., Temple-Boyer E., Fofack-Garcia R., 2019 – Les objets techniques au prisme du cycle hydrosocial : nouveaux théoriques et empiriques, *Développement durable et territoires*, 10, 3.
- Germanov V. A., 2002 – S. P. Tolstov : maître, docteur, commandeur, ou l'histoire à travers l'archéologie et l'ethnographie, *Cahiers d'Asie centrale*, 10, 193-215.
- Golab L. W., 1951 – A Study of Irrigation in East Turkestan, *Anthropos*, 46, 1/2, 187-199.
- Harrower J. M., 2006 – *Environmental Versus Social Parameters, Landscape, and the Origins of Irrigation in Southwest Arabia (Yemen)*, Thèse de doctorat, Ohio State University, 284 p.
- Harrower J. M., 2009 – Is the Hydraulic Hypothesis Dead Yet? Irrigation and Social Change in Ancien Yemen, *World Archaeology*, 41, 1, 58-72.
- Huckleberry G., 1991 – A Geoarchaeological Study of Canal System 2, in Howard J. B., Huckleberry G., *The Operation and Evolution of an Irrigation System: The East Papago Canal Study*, Phoenix, Arizona, Soils systems in Archaeology, 18, 3.1-3.75.
- Huckleberry G., Rittenour T., 2014 – Combining Radiocarbon and Single-grain Optically Stimulated Luminescence Methods to Accurately Date Pre-ceramic Irrigation Canals, Tucson, Arizona, *Journal of Archaeological Science* 41, 156-170.
- Ingold A., 2008 – Les sociétés d'irrigation : bien commun et action collective, *Entreprises et histoire* 1, vol. 50, 19-35.
- Isakov A., 1991 – *Sarazm (K voprosu stanovlenija rannezemledel'cheskoj kul'tury Zeravshanskoj doliny, raskopki 1977-1983 gg.)* [Sarazm (Sur la question de la formation des premiers agriculteurs de la vallée du Zeravshan, fouilles 1977-1983)], Douchanbé, Donish, 242 p.
- Itina M. A., 1977 – *Istorija Stepnikh Plemen Juzhnogo Priaral'ja (II - nachalo I tysjacheletija do n.e.)* [Histoire des tribus des steppes de la région Pré-Aral méridionale (début du II^e-I^{er} millénaire avant notre ère)], *Trudy Khorezmskoj Ekspedicii*, vol. 10, Moscou, Nauka, 235 p.

- Jung C., 1999 – *Morphogenèse, fonctions et évolution de la centuriation B d'Orange et essai de restitution diachronique des paléopaysages du Tricastin (Drôme-Vaucluse)*, Thèse de doctorat, Tours, Université de Tours, 368 p.
- Klejn L., 2012 – *Soviet Archaeology. Trends, Schools and History*, Oxford University Press, Oxford, 411 p.
- Kohl P. L. (avec les contributions de H.-P. Francfort et J.-C. Gardin), 1984 – *Central Asia. Paleolithic Beginnings to the Iron Age*, Paris, Synthèse 14, Paris, Éditions Recherche sur les civilisations, 283 p.
- Krier V., 1988 – Principes généraux et applications particulières aux sédiments archéologiques urbains de l'analyse micromorphologique, in *Fouille, enregistrement. Analyse des fossés et de leur comblement en milieu urbain*, Tours, Centre national d'Archéologie urbaine, 15-22.
- Kurbanova Z., 2002 – Les premières études ethnographiques des Karakalpaks, *Cahiers d'Asie centrale*, 10, 217-226.
- Lamberg-Karlovsky C. C., 2016 – Irrigation Among the Shaykhs and King, in Andrianov B. V., *Ancient irrigation systems of the Aral Sea area. The History, Origin and Development of Irrigated Agriculture*, 23-53.
- Lansing J. S., Cox M. P., Downey S. S., Janssen M. A., Schoenfelder J. W., 2009 – A robust budding model of Balinese water temple networks, *World Archaeology*, 41, 112-133.
- Lecomte O., 2009 – Origine des cultures agricoles du Dehistan (Sud-Ouest Turkménistan) : Mise en oeuvre et gestion de l'irrigation de l'âge du Fer à la période islamique, in Al-Dbyiat M., Mouton M. (dir.), *Stratégies d'acquisition de l'eau et société au Moyen-Orient depuis l'Antiquité*, Beyrouth, Presses de l'Ifpo, 69-77.
- Lemonnier P., 1976 – La description des chaînes opératoires : contribution à l'analyse des systèmes techniques, *Techniques & culture*, 1, 100-151.
- Lemonnier P., 1980 – *Les Salines de l'ouest. Logique technique, logique sociale*, Lille/Paris, Presses universitaires de Lille, collection « Travaux et Documents », Éditions de la MSH, 223 p.
- Lemonnier P., 1986 – The Study of Material Culture Today: toward an Anthropology of Technical Systems, *Journal of Anthropological Archaeology*, 5, 147-186.
- Leroi-Gourhan A., 1971 – *Évolution et techniques. L'homme et la matière*, Paris, Albin Michel, 1^{re} édition 1943, 348 p.
- Lespez L., Fouache É., 2013 - Géoarchéologie, in Mercier D. (dir.), *Géomorphologie de la France*, Paris, Dunod Orléans, BRGM Éditions, 215-228.
- Lioubimtseva E., Cole R., Adams J. M., Kapustin G., 2005 – Impacts of climate and landcover changes in arid lands of Central Asia, *Journal of Arid Environments*, 62, 285-308.
- Lisitsyna G. N., 1965 – *Oroshaemoe zemledelie epokhi eneolita na jube Turkmenii* [L'agriculture irriguée à l'époque énéolithique au Turkménistan du Sud], Moscou, Materialy i issledovaniia po arkheologii SSSR 128, Moskva, Nauka, 165 p.
- Litvinskyj B. A., 1998 – *La civilisation de l'Asie centrale antique*, Archæologie in Iran und Turan, 3, Leidorf, Rahden/Westf., 217 p.
- Livshits V. A., 1984 – Dokumenty [Documents], in Rapoport Y. A., Nerazik E. E. (eds), *Toprak-kala. Dvoretz* [Toprak-kala. Le Palais], Moscou, 251-286.

- Luneau É., 2019 – Climate Change and the Rise and Fall of the Oxus Civilization in Southern Central Asia, in Yang L., Bork H. R., Fang X., Mischke S. (ed.), *Socio-environmental Dynamics Along the Historical Silk Road*, 275-299.
- Lyonnet B. avec la collaboration de Isakov A. et la participation de Avanessova N. A., 1996 – *Sarazm (Tadjikistan). Céramiques (Chalcolithique et Bronze Ancien)*, Mémoires de la MAFAC, tome 7, Paris, De Boccard, 131 p.
- Masson V. M., 1959 – *Drevnezemledel'cheskaja kul'tura Marginay*, [L'ancienne culture agricole de la Margiane], *Materialy i issledovanija po arkheologii SSSR*, 73, Moscou, Nauka, 215 p.
- Masson V. M., Sarianidi V. I., 1972 – Central Asia. Turkmenia before the Achaemenids, in Daniel G. (ed.), *Ancient Peoples and Places*, 79, Londres, Thames and Hudson, 219 p.
- Matthews W., French C. A. I., Lawrence T., Cutler D. F., Jones M. K., 1997 – Microstratigraphic Traces of Site Formation Processes and Human Activities, *World Archaeology*, 29, 2, 281-308.
- Mauss M., 1950 – *Sociologie et anthropologie*, Paris, Presses Universitaires de France, 540 p.
- Mercier N., 2008 – Datation des sédiments quaternaires par luminescence stimulée optiquement : un état de la question, *Quaternaire*, 19, 3, 195-204.
- Mitchell W. P., 1973 – The Hydraulic Hypothesis: A Reappraisal, *Current Anthropology*, 14, 5, 532-534.
- Moretti M., A. J., Van Loon T., 2009 – Restrictions to the Application of 'Diagnostic' Criteria for Recognizing Ancient Seismites, *Journal of Palaeogeography*, 3, 2, 162-173.
- Moser H., 1894 – *L'irrigation en Asie centrale. Étude géographique et économique*, Bibliothèque Générale de Géographie, Paris, Société d'Éditions scientifiques, 379 p.
- Mutin B., Razzokov A., 2014 – Contacts across the Hinku Kush in the Bronze Age. Additional Insights from Sarazm – Soundings 11-11A (Tadjikistan), *Archäologische Mitteilungen aus Iran und Turan*, 46, 123-147.
- Nicosia C., Stoops G., 2017 – *Archaeological Soil and Sediment Micromorphology*, Hoboken, Wiley-Blackwell Press, 496 p.
- Onfray M., 2017 – *Du sol à la reconstitution de l'espace habité. Géoarchéologie des modes d'occupation de la fin du Néolithique (3600-2250 av. n. è.) dans le Sud-ouest du Bassin Parisien*, Thèse de doctorat, Nanterre, Université Panthéon-Sorbonne, 673 p.
- Owen G., 1996 – Experimental Soft Sediment Deformations: Structures Formed by the Liquefaction of Unconsolidated Sands and Some Ancient Examples, *Sedimentology*, 43, 279-293.
- Owen G., 2003 – Load Structures: Gravity-driven Sediment Mobilization in the Shallow Subsurface, in Van Rensbergen P., Hillis R. R., Maltman A. J., Morley C. K. (eds.), *Subsurface Sediment Mobilization*, Special Publications, 216, Geological Society, London, 21-34.
- Peet R., 1985 – The Social Origins of Environmental Determinism, *Annals of the Association of American Geographers*, 75, 3, 309-333.
- Peterson M. K., 2016 – Engineering Empire, *Cahiers du monde russe*, 5, 1.
- Piotrovsky B. B., Schultz P. N., Golovkina V. A., Tolstov S. P., 1954 – *Ourartou, Néapolis des Scythes, Kharezmi*, Paris, Éditions Maisonneuve, 8, 172 p.
- Pravilova E., 2009 – River of Empire: Geopolitics, Irrigation, and the Amu Darya in the Late XIXth Century, *Cahiers d'Asie Centrale*, 17/18, 255-87.

Purdue L., 2011 – *Dynamique des paysages agraires et gestion de l'eau dans le bassin semi-désertique de Phoenix, Arizona, de la préhistoire à l'époque moderne*, Thèse de doctorat, Nice, Université de Nice Sophia-Antipolis, 617 p.

Purdue L., 2015 – Construction, Maintenance and Abandonment of Hydraulic Systems: Hydroclimatic or Social Constraints? A Case Study of Prehistoric Hohokam Irrigation Systems (Phoenix, Arizona, USA), *Water History* 7, 73-99.

Purdue L., Miles W., Woodson K., Darling A., Berger J.-F., 2010 – Micromorphological Study of Irrigation Canal Sediments: Landscape Evolution and Hydraulic Management in the Middle Gila River Valley (Phoenix Basin, Arizona) During the Hohokam Occupation, *Quaternary International*, 216, 129-144.

Rapin C., Isamidinov M., 2008 – Koktepa i process urbanizacii doliny Zerafsana v èpoxu zheleza [Koktepe et le processus d'urbanisation de la plaine du Zérafshan à l'âge du Fer], in *Ancient and Medieval Urbanization of Eurasia and Age of Shimkent City. Materials of the International Conference October 16th 2008*, Shymkent, Kazakhstan, 49-57.

Rapin C., Isamidinov M., 2013 – Entre sédentaires et nomades: les recherches de la Mission archéologique franco-ouzbèke (MAFOuz) de Sogdiane sur le site de Koktepe, in Bendezu-Sarmiento J. (dir.), *L'archéologie française en Asie centrale. Nouvelles recherches et enjeux socioculturels*, CAC-IFEAC, 21/22, 113-133.

Rautian T., Leith W., 2002 – *Composite Regional Catalogs of Earthquakes in the Former Soviet Union*, Department of the Interior U.S. Geological Survey Open File Report 02-500, 53 p.

Razzokov A., 2008 – *Sarazm (orudija truda i khozajstvo po eksperimental'no-trasologicheskim dannym)*, Douchanbé, Echod, 136 p.

Renfrew C., 1976 - *Archaeology and the Earth Sciences*, in Davidson D. A., Shackley M. L. (dir.), *Geoarchaeology: Earth Science and the Past*, Colorado, Westview Press, 1-5.

Rittenour T., 2008 – Luminescence Dating of Fluvial Deposits: Applications to Geomorphic, Palaeoseismic and Archaeological Research, *Boreas*, 37, 613-635.

Sanderson D. C. W., Bishop P., Stark M. T., Spencer J. Q., 2003 – Luminescence Dating of Anthropogenically Reset Canal Sediments from Angkor Borei, Mekong Delta, Cambodia, *Quaternary Science Reviews*, 22, 1111-1121.

Sarybaev K., 2002 – L'agriculture irriguée dans le delta de l'Amou-Darya à la fin du XIX^e siècle et au début du XX^e siècle, *Cahiers d'Asie centrale*, 10, 167-175.

Savoskul O. S., Smakhtin V., 2013 – *Glacier Systems and Seasonal Snow Cover in Six Major Asian River Basins: Hydrological Role under Changing Climate*, Research Report, 150, International Water Management Institute (IWMI), Colombo, Sri Lanka, 53 p.

Schuyler E., 1876 – *Turkistan: Notes of a Journey in Russian Turkistan, Khokand, Bukhara and Kuldja*, vol. 1, 2 vol., New York, Scribner, Armstrong & Co., 454 p.

Service E. R., 1962 – *Primitive Social Organization. An Evolutionary Perspective*, New York, Random House, 221 p.

Sigaut F., 2002 – La formule de Mauss, *Techniques & Culture*, 40, 153-168.

Stoops G., Marcelino V., Mees F. (eds.), 2010 – *Interpretation of Micromorphological Features of Soils and Regoliths*, Amsterdam, Elsevier Science, 752 p.

Storozum M., Liu H., Qin Z., Ming K., Fu K., Wang H., Kidder T., 2017 – Early Evidence of Irrigation Technology in the North China Plain. *Geoarchaeological Investigations at the Anshang Site, Neihuang County, Henan Province, China*, *Geoarchaeology*, 33, 21-19.

Stride S., Rondelli B., Mantellini S., 2009 – Canals Versus Horses: Political Power in the Oasis of Samarkand, *World Archaeology*, 4, 1, 73-87.

Tolstov S. P., 1948 – *Drevnij Khorezm, opyt istoriko-arkheologicheskogo issledovanija* [Ancien Khorezm. Étude archéologique et historique], Moscow, Moskowskii ord. Lenina gos. Universitet im. M. V. Lomonosova, 352 p.

Tolstov S. P., 1958 – Raboty Khorezmskoj Ekspedicii 1949-1953 gg. [Travaux de l'Expédition du Khorezm de 1949-1953], in Tolstov S. P. (dir.), *Arkheologicheskie i etnograficheskie Raboty Khorezmskoj Ekspedicii 1949-1953 gg.* [Travaux archéologiques et ethnographiques de l'Expédition du Khorezm des années 1949-1953], II, Moscou, Nauka, 7-258.

Tosi M., 1977 – The Archaeological Evidence of Protostate Structures in Eastern Iran and Central Asia at the End of the 3rd Millenium B.C., in Deshayes J. (ed.), *Le plateau iranien et l'Asie centrale des origines à la conquête islamique. Leurs relations à la lumière des documents archéologiques*. Actes du Colloque international n° 567 du CNRS, 22-24 mars 1976, Editions du CNRS, Paris, 45-66.

Trigger B. G., 1989 – Soviet Archaeology, in Trigger B. G. (ed.), *A History of Archaeological Thought*, Cambridge, Cambridge University Press, 207-242.

Walsh K., 2004 – Caring About Sediments: the Role of Cultural Geoarchaeology in Mediterranean Landscapes, *Journal of Mediterranean Archaeology*, 17, 2, 223-245.

Watkins C. N., Rice G. E., Steinbach E., 2011 – Dating Hohokam Canals: A Methodological Case Study, *Journal of Arizona Archaeology*, 1, 162-168.

Weiss H., 2017 – *Megadrought and Collapse: From Early Agriculture to Angkor*, New York, Oxford University Press, 331 p.

Whitehead P. G., Smith S. J., Wade A. J., Mithen S. J., Finlayson B. L., Sellwood B., Valdes P. J., 2008 – Modelling of Hydrology and Potential Population Levels at Bronze Age Jawa, Northern Jordan: a Monte Carlo Approach to Cope with Uncertainty, *Journal of Archaeological Science*, 35, 517-529.

Wittfogel K., 1955 – Developmental Aspects of Hydraulic Civilizations, in Steward J. H., Adams R. M., Collier D., *Irrigation Civilizations: A comparative Study*, Pan American Union Social Sciences Monographs 1, 15-25.

Wittfogel K., 1957 – *Oriental Despotism. A Comparative Study of the Total Power*, New Heaven, Yale University Press, 570 p.

NOTES

1. L'espace désigné ici comprend les républiques du Kirghizstan, du Tadjikistan, d'Ouzbékistan, du Turkménistan ainsi que le nord de l'Afghanistan.

2. Sur la base d'un passage des *Histoires* d'Hérodote (III, 117) situé en Hyrcanie qu'il qualifie de « fable monarchique », P. Briant (1996 : 428) fait de l'hydraulique le domaine de « l'approfondissement de la domination perse », le Grand Roi centralisant l'accès à l'eau et conduisant à la dépendance des forces productives « dans des régions vouées à l'irrigation ».

3. Les travaux archéologiques sur le site sont menés dans le cadre de la Mission archéologique française en Asie centrale (MAFAC) sous la direction de H.-P. Francfort puis F. Brunet. Les canaux ont été identifiés avec l'aide de R. Besenval†.

RÉSUMÉS

Le renouvellement des études sur l'eau à l'œuvre depuis le dernier quart du xx^e siècle constitue une nécessaire contrepartie à une tradition d'étude de l'hydraulique ancienne dans une perspective d'histoire des techniques centrée sur les déterminants socio-politiques et environnementaux de l'irrigation. Une lecture globalisante renforcée par le postulat du rôle de la grande irrigation dans l'émergence d'un pouvoir centralisateur s'incarnant dans l'État despotique (Wittfogel, 1957), moteur de la complexification socio-culturelle des sociétés d'Orient. En Asie centrale, l'archéologie soviétique a érigé les vestiges matériels de l'irrigation en signifiants de l'histoire économique et sociale sous l'influence du matérialisme historique. Dans sa contribution à une histoire des modes de production empreinte d'évolutionnisme social (Francfort et Lecomte, 2002), elle privilégia la technicité globale des réseaux et la quantification des forces productives aux pratiques techniques de gestion de l'eau. L'approche géoarchéologique mise en œuvre à Sarazm (4e-3e millénaire avant notre ère) vise à documenter l'histoire de ses canaux et les interactions socio-environnementales qui ont interféré dans leur fonctionnement. Elle s'appuie sur l'étude de leur matérialité à toutes les échelles, depuis leur trace dans le paysage fluvial jusqu'à leurs dépôts de comblement. L'étude micromorphologique de ces archives sédimentaires est spécifiquement mobilisée pour appréhender le volet sociotechnique de la gestion de l'eau d'irrigation déployé pour la mise en eau, le fonctionnement et la maintenance du plus ancien canal daté de 2500 ans av. n. è. Les caractéristiques techniques du système d'irrigation et le mode de gestion de l'eau au début de l'âge du Bronze mettent en évidence la perception qu'avaient les irrigants de Sarazm des contraintes topographiques, hydro-climatiques et sismiques impactant la disponibilité de l'eau et sa dérivation ainsi que les pratiques techniques, outillées ou non, qui avaient permis de les dépasser.

INDEX

Mots-clés : géoarchéologie, micromorphologie, comblements de canaux, gestion de l'eau, Asie centrale

AUTEUR

LUCIE CEZ

doctorante université Panthéon-Sorbonne (Paris 1), UMR 7041 ArScAn, équipe Archéologie environnementale / luciecez@gmail.com

L'habitat d'estive sur les Hautes-Chaumes du Forez (Massif central oriental, France) du Moyen Âge à l'époque moderne. L'apport de la micromorphologie des sols dans l'identification des matériaux de construction à l'échelle des sites archéologiques sur le haut Forez.

Antoine Scholtès

Introduction

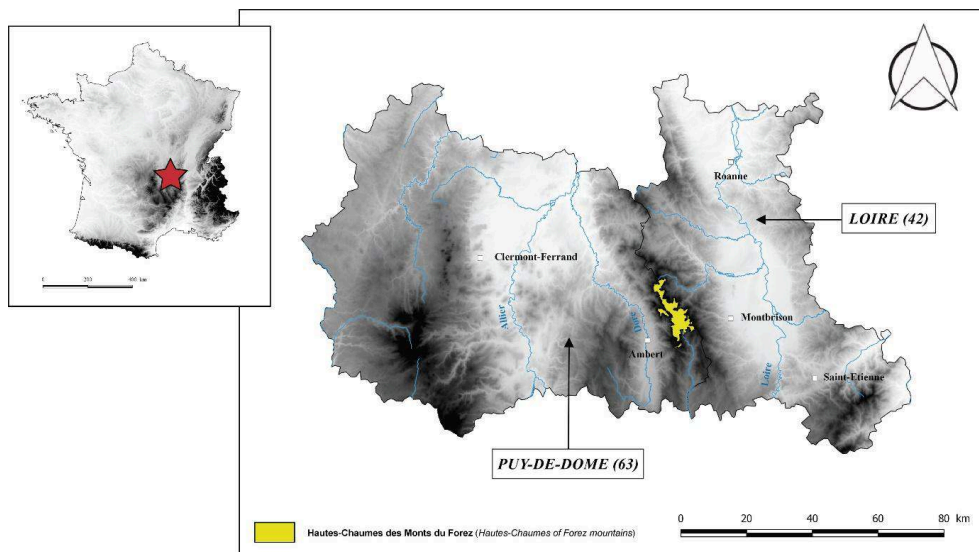
- 1 La connaissance des sociétés montagnardes et leur rapport à l'environnement est une dialectique qui bénéficie, en France, d'une trentaine d'années d'investigations et de problématisation (Davasse, 2015). Depuis, l'archéologie de l'estive gagne les contextes de haute et de moyenne montagne que ce soit dans les Alpes, les Pyrénées ou encore le Massif central. Une considération nouvelle de l'agropastoralisme a ainsi émergé, grâce à la multiplication des fouilles et des études pluridisciplinaires sur sites (Rendu, 2003 ; Fau, 2006 ; Surmely *et al.*, 2018). Dans les Monts du Forez, l'occupation du sol relative aux périodes historiques ne bénéficiait, jusqu'à très récemment, que de mentions laconiques au sein de la documentation archéologique régionale. Depuis 2016 et l'entame d'une thèse de doctorat, les campagnes de prospections et de sondages sur sites ont été multipliées (Scholtès, 2020). Celles-ci ont permis de reconnaître une densité de données relatives à l'occupation du sol entre le XI^e et le XVIII^e siècles. L'une des problématiques a été de comprendre l'évolution de cet habitat dans le temps, en

lien avec les changements économiques et sociologiques de l'agropastoralisme local. C'est dans ce contexte qu'est né la volonté d'étudier les méthodes de construction des bâtiments de l'estive. L'habitat agropastoral du haut Forez est construit, principalement, à partir de matériaux périssables. Si la pierre et le bois sont utilisés de façon inégale d'un site à l'autre, mottes de gazon et élévations en terre sont systématiquement observées au sein de l'architecture. La principale difficulté qui s'est imposée a été de discriminer les séquences naturelles des dépôts anthropisés au sein des constructions. Ainsi, les perspectives offertes par la micromorphologie des sols ont constitué des atouts indéniables afin d'élucider la nature et le mode de dépôt de couches archéologiques mises au jour. La micromorphologie, plébiscitée dans l'étude architecturale de très nombreux sites partout en France, l'est notamment pour ses qualités interprétatives fines. Celles-ci améliorent grandement la connaissance des procédés architecturaux utilisés au sein des constructions passées. Identifier les techniques architecturales et leur évolution au cours de ce dernier millénaire a été un travail plus que nécessaire afin de créer une typo-chronologie de l'habitat d'estive médiéval et moderne au sein de la fenêtre étudiée. Ainsi, c'est dans cette thématique spécifique que la micromorphologie de sols appliquée aux sites archéologiques s'est révélée riche d'enseignements.

1 - Contexte de la recherche

- 2 En 2016, le début d'une thèse de doctorat liée au développement du programme de prospections *Archéologie des Hautes-Chaumes du Forez* a constitué un atout indéniable dans l'étude de l'occupation du sol sur la fenêtre du haut Forez. Ce programme adopte une logique diachronique, thématique et surtout pluridisciplinaire. Le travail présenté dans cet article est le fruit d'une collaboration étroite avec cet organisme et ses acteurs.
- 3 Le haut Forez ou Hautes-Chaumes du Forez est un système de plateaux de la partie sommitale des Monts du Forez. Le massif forézien est une moyenne montagne granitique hercynienne de la bordure orientale du Massif central. Le massif se positionne à l'interface entre les départements de la Loire et du Puy-de-Dôme (figure 1). Le relief actuel apparaît comme l'héritage de phénomènes de horsts et de grabens qui se sont succédé depuis l'ère Tertiaire. Dans leur état actuel, les Hautes-Chaumes recouvrent une superficie d'environ 8000 hectares entre le col de la Loge au nord et le col des Pradeaux au sud. Cette unité paysagère est intégrée à l'étage montagnard supérieur et à l'étage subalpin. Elle possède une altitude qui s'échelonne entre 1200 et 1634 m. Topographie et formations superficielles sont majoritairement héritées de la dernière glaciation würmienne au cours de laquelle ont œuvré processus fluvioglaciaires et cryoclastiques (Etlicher, 1986). Si entre 1200 et 1450 m d'altitude, le relief est fait de plateaux reliés entre eux par des talus faiblement marqués, le horst de Pierre-sur-Haute se distingue à plus haute altitude. En effet, ce sommet est recouvert de reliefs résiduels où éboulis et tabliers à blocs se répartissent encore autour d'anciens nunataks qui, jadis, émergeaient de la calotte würmienne (Valadas, 1984 ; Cubizolle, 2007). Des ruptures de pentes à forte déclivité encadrent ces surfaces, là où la trame tectonique a marqué le relief de son empreinte. Cette action ainsi que les nombreux processus morphodynamiques actifs depuis l'Oligocène ont abouti au façonnement de nombreux couloirs et alvéoles sur le pourtour des Hautes-Chaumes et sur le plancher desquels l'habitat permanent s'est implanté au fil du temps.

Figure 1 - Localisation des Hautes-Chaumes (marquées en jaune) à l'interface entre les départements du Puy-de-Dôme (63) et de la Loire (42)



A. Scholtès

- 4 La fenêtre d'étude est intégrée à l'étage montagnard supérieur du massif. L'altitude des sites est comprise entre 1300 et 1450 m. Les sols locaux correspondent à des Alcristols (sols bruns acides) d'après la typologie du référentiel mis au jour en 2008 par l'AFES et l'INRA (Baize, Girard, 2008). Il s'agit des sols les plus communément remobilisés au sein des contextes archéologiques étudiés. Cette classe typique du haut Forez est le faciès évolutif des Rankosols (rankers alpins ou rankers d'érosion) qui se rencontrent à plus haute altitude ou en contexte de versant à forte pente là où les sols sont soumis à des processus climatiques et géomorphologiques actifs.

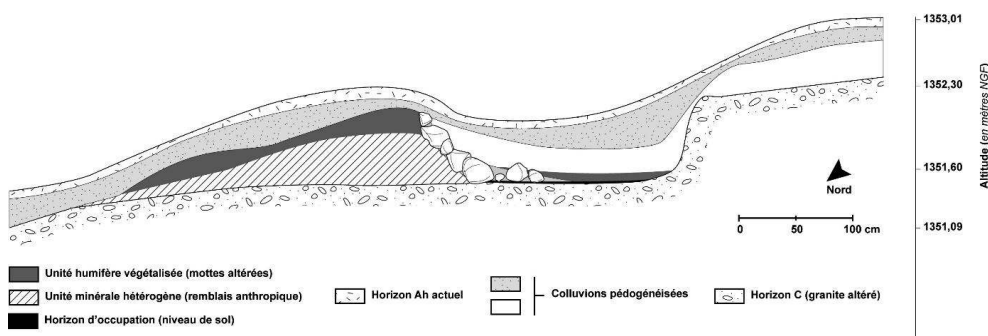
2 - Présentation des sites étudiés et méthodologie de travail

A - Quelques considérations sur l'habitat agropastoral du haut Forez

- 5 Dès le Moyen Âge central, les estives foréziennes accueillent des grands ensembles construits et habités temporairement. Ces « hameaux » maillent les plateaux et obéissent à des techniques de construction identiques d'un site à un autre (figure 2). La quasi-totalité des sites s'implante dans des contextes topographiques de pentes au dénivelé plus ou moins prononcé. Les structures sont creusées dans le sol et orientées perpendiculairement à la pente. L'arrière des bâtiments est ainsi délimité par une élévation artificielle dont la taille est accentuée par l'enfouissement plus ou moins important du module d'habitat dans le terrain (figure 3). Une fois l'excavation terminée, la terre extraite est façonnée à l'avant et sur les côtés du bâtiment pour achever la construction des murets. Ces remblais font office de contreforts à des élévations en mottes de gazon préalablement empilées sur les limites internes des cabanes. Les exemples étudiés dans cet article sont datés de la fin du Moyen Âge et de l'époque moderne. Les sites de « Vieux-Colleigne » (xvii^e siècle), de « Barras » (xviii^e siècle), et de « la Chamboîte » (xiv^e siècle) correspondent à des structures occupées

temporairement dans le cadre de la gestion agropastorale des hauts plateaux foréziens (Scholtès, 2020) (figure 4). Lors des opérations sur sites, des difficultés ont été rencontrées tant pour reconnaître les limites réelles et initiales des creusements que pour mettre en évidence les plages sédimentaires aménagées par les agropasteurs. Il était donc primordial de parvenir à différencier le caractère anthropique ou naturel de chacune des séquences sédimentaires mises au jour lors des fouilles.

Figure 2 - Profil transversal type d'une structure agropastorale semi-excavée du Bas Moyen Âge et de l'époque Moderne.



Ici, exemple du site dit de « Vieux-Colleigne », commune de Sauvain

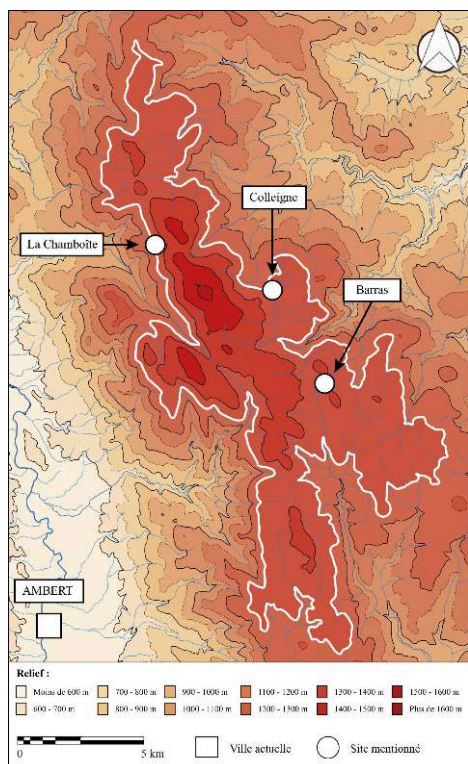
A. Scholtès

Figure 3 - Unité végétalisée, humique, argilo-limoneuse noirâtre à structure grumeleuse observée au sein des dépôts apparentés aux couches d'effondrement des élévations



A. Scholtès

Figure 4 - Localisation des sites de Vieux-Colleigne, Barras et de la Chamboîte présentés dans cette étude



Les Hauts-Chaumes sont matérialisées par le trait blanc

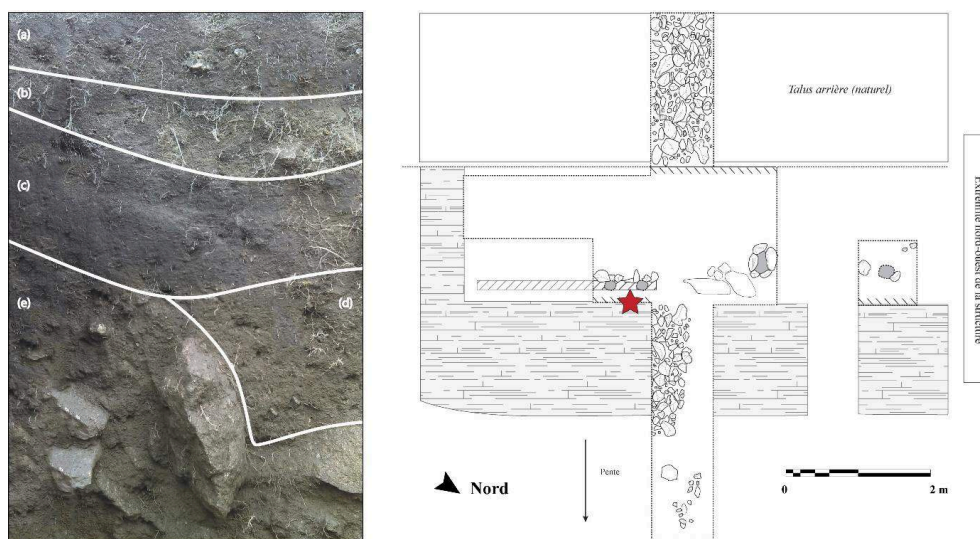
A. Scholtès

B - Caractéristiques générales des séquences étudiées

a - Stratigraphie type

- 6 L'échantillonnage a ciblé des unités sédimentaires spécifiques au sein des dépôts archéologiques. Toutes ces séquences sont conservées au sein des effondrements frontaux et/ou latéraux et sont interprétées comme appartenant aux murs des structures (figure 5). La stratigraphie offre une succession de séquences identiques d'un bâtiment à l'autre. Les unités supérieures (a) sont les unités humiques actuelles (horizon humiques Ah). Celles-ci se sont développées sur un apport de colluvions pédogénésées sablo-limoneuses ocre à la structure grumeleuse et bioturbée (b). Les prélèvements ont concerné des strates limono-organiques noirâtres grumeleuses scellées sous cet apport colluvial (c). L'horizon organique en question recouvre systématiquement des unités sédimentaires hétérogènes, sablo-limoneuses et indurées (d). Ces dernières ont elles-aussi été étudiées par le biais de la micromorphologie. L'interprétation proposée est celle de remblais anthropiques disposés intentionnellement lors de l'érection des cabanes. Enfin, les séquences renseignées reposent sur un horizon minéral (e) où se mêlent arènes granitiques et substrat altéré (gore).

Figure 5 - Stratigraphie type des couches sédimentaires rencontrées dans les dépôts assimilés aux murs des bâtiments (photo de gauche) et exemple type de la localisation des prélèvements (étoile rouge, à droite) au sein des structures archéologiques



A. Scholtès

b - Protocole d'échantillonnage et d'analyse

- 7 Les séquences choisies l'ont été afin d'identifier les matériaux de constructions utilisés pour réaliser l'armature des bâtiments. Les échantillons ont été extraits avec la méthode des bandes plâtrées. Cette dernière offre une bonne tenue du sédiment même dans des contextes sableux ou friables. Elle permet donc une bonne conservation des liens et limites entre les différentes unités macrostratigraphiques discriminées sur le terrain. Le litholamellage des blocs a été effectué par la plateforme technique du laboratoire PACEA de l'Université de Bordeaux (UMR 5199).
- 8 Le processus descriptif utilisé au cours de l'étude reprend la méthodologie standardisée par Fedoroff et Courty (Fedoroff, Courty, 1994). La caractérisation des matériaux a bénéficié de l'apport offert par un corpus de référence publié depuis une vingtaine d'années concernant les constructions en terre (Cammass, 2003, 2015, 2018 ; Friesem *et al.*, 2017 ; Huisman, Milek, 2017). L'identification des restes végétaux, elle, s'est appuyée sur un référentiel carpologique et botanique local élaboré par A.-M. Dendievel (Dendievel, 2017). Les différents échantillons ont été étudiés en lumière polarisée non analysée (LPnA) et analysée (LPA) à l'aide d'un microscope Nikon Eclipse 80i - x 20 à x 1000 disponible au sein de la plateforme EVS-ISTHME de l'Université Jean Monnet de Saint-Etienne.

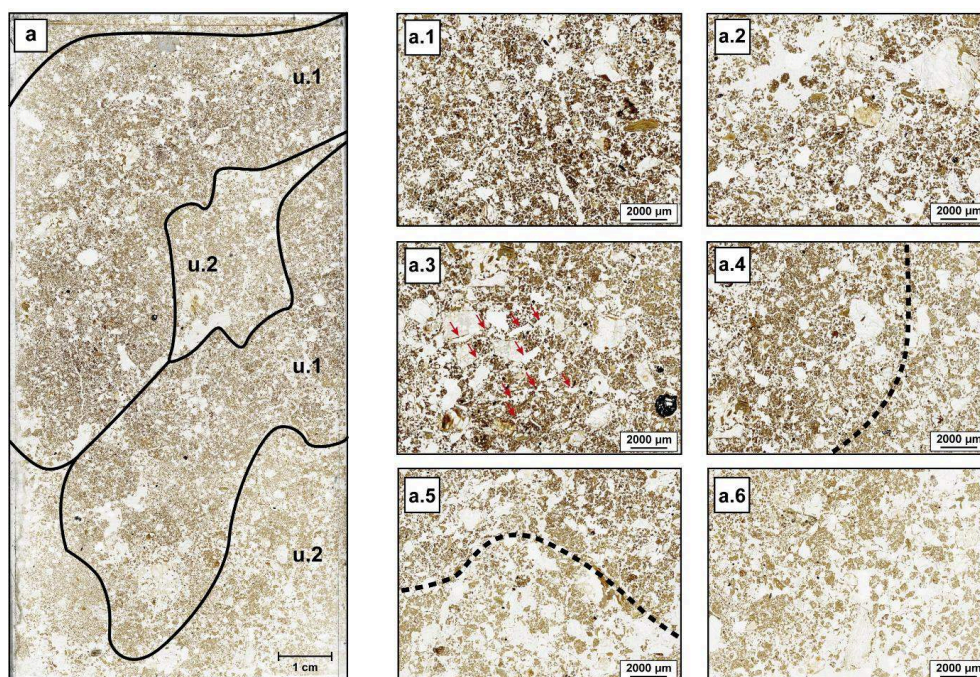
3 - Résultats : description des dépôts relatifs à l'architecture de l'estive

A - Construire en mottes de gazon

- 9 Les mottes de gazon sont un matériau largement utilisé pour la confection de l'habitat d'estive sur le Hautes-Chaumes du Forez. Il s'agit de blocs taillés et prélevés dans les séquences supérieures des Alocrisols locaux (figure 6). L'observation des lames minces

permet de reconnaître une alternance de lentilles sablo-limoneuses brun noir humiques (unités 1) intercalées de plages sablo-limoneuses minérales brun clair (unités 2). Tandis que les premières sont fortement imprégnées de matière organique et de traits excrémentaires lombriciens (figure 6a2), les secondes incorporent de nombreux microagrégats ovoïdes jaunes/ocres libres ou plus ou moins agglomérés aux traits subangulaires (figure 6a6). La comparaison faite avec des séquences pédologiques non perturbées permet de reconnaître une succession de microfaciès typiques des horizons Ah et Sal propres aux Alocrisols. Les lentilles brun-noir humifères sont d'épaisseurs variables. Dans la plupart des échantillons, elles possèdent une puissance comprise autour d'une moyenne de 5 cm. La microstructure est granulaire, d'origine lombricienne et formée par des entassements d'agrégats coalescents formés de déjections attribuées aux lombrics. Au sein de ces unités, la porosité est bien développée (30 %) sous les traits de chenaux d'orientations diverses de quelques micromètres à quelques millimètres d'épaisseur. Ici encore, l'activité biologique (mésofaune du sous-sol, racines) est en partie responsable de sa formation. Les plages humiques se superposent à des unités identifiées comme étant des interfaces d'abrasion (unités 2). Il s'agit ici de plages à la teinte plus claire, aux microagrégats ovoïdes voire subangulaires jaunes/ocres libres ou plus ou moins agglomérés et où la composition minérale est plus importante. Présentes, de façon systématique, en deçà des séquences humifères (Ah), ces lentilles renverraient à l'arrachement du sommet de l'ancien l'horizon ocre Sal lors du prélèvement de la motte (figure 6a4, figure 6a5).

Figure 6 - Scan de l'échantillon prélevé sur le site moderne de Colleigne

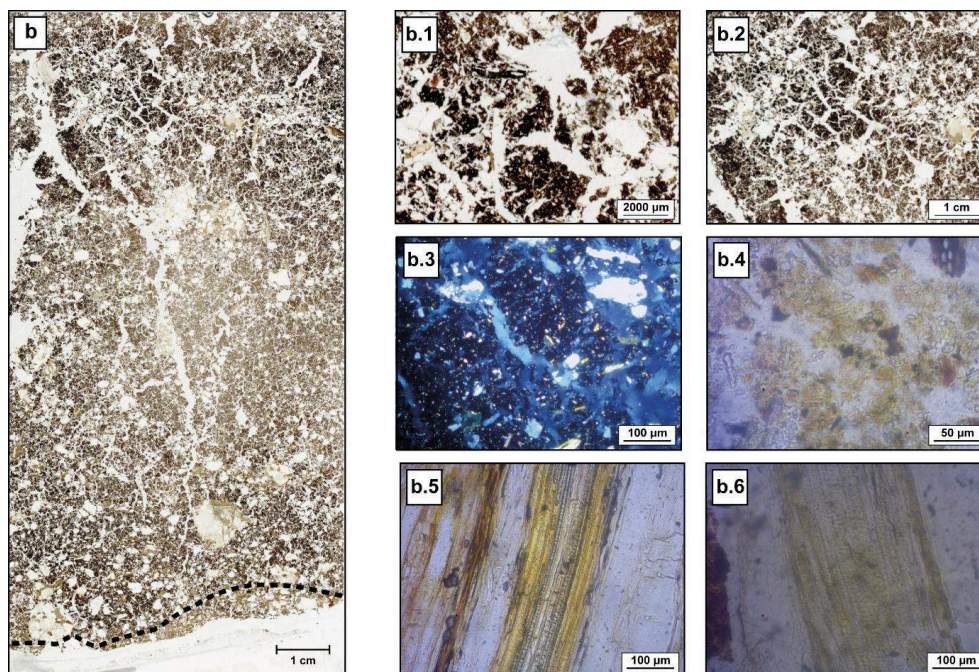


(a). a.1 : microstructure granulaire à caractère humifère prononcé ; a.2 : agrégats lombriciens (traits excrémentaires) et chenaux attribués à la mésofaune du sous-sol ; a.3 : microlitage décelable par l'orientation des négatifs de végétaux (flèches rouges) ; a.4 : interface entre horizon Ah sous-jacent (u. 1) et partie supérieure de l'horizon Sal (u.2) ; a.5 : idem à a.4 ; a.6 : horizon Sal enfoui (u.2) avec ses microagrégats ovoïdes subangulaires et sa porosité développée

A. Scholtès

- 10 La tourbe est également utilisée (Scholtès, 2018). L'un des échantillons étudiés sur le site de « Barras » présente les caractéristiques pédologiques équivalentes à celles des Histosols. L'interprétation repose notamment sur l'identification, en lame mince, d'un horizon histique, organique, riche en végétaux hydrophiles (figure 7).

Figure 7 - Scan de l'échantillon prélevé sur le site moderne de Barras



(b). b.1 : horizon tourbeux avec présence de restes végétaux et négatifs de végétaux ; b.2 : idem à b.1 ; b.3 : matière organique (tourbe) sous lumière polarisée analysée ; b.4 : phytolites conservés au sein de la matière organique ; b.5 : fragment de tige d'*Equisetum* sp ; b.6 : restes végétaux et lits de phytolites conservés dans la matrice

A. Scholtès

- 11 Le caractère humique relatif au sol observé au sein des unités 1 provient de la présence de restes végétaux. Ce facteur contribue à donner à la masse basale un aspect poussiéreux et une teinte jaunâtre (Munsell 10YR 7/3). Ces inclusions végétales composent le sédiment dans des proportions importantes, parfois de l'ordre de 25 à 30 %. Des tissus sont identifiés tels qu'*Eriophorum vaginatum*, *Meesia longiseta*, *Equisetum* sp. Ce sont également des négatifs de ces restes (vésicules longilignes), des graines carbonisées (*Sphagnum* sp., *Carex* sp.), des pseudomorphes calcifiés de tissus ainsi que d'autres résidus siliceux phytolithaires qui composent la masse basale. Désormais fossilisés, ces constituants fournissent de précieuses indications pour déceler l'origine des horizons de sols mobilisés. En effet, ces herbacées sont des taxons typiques de prairies à graminées voire, surtout, de prairies humides (Mauquoy *et al.*, 2010 ; Dendievel, 2017 ; Cubizolle *et al.*, 2014).
- 12 L'aménagement des structures dédiées à l'estive est, sur le haut Forez, régie par une logique opportuniste. En effet, les bâtiments sont érigés avec les matières premières disponibles sur place. L'excavation du bâtiment dans une pente, outre qu'elle évite l'érection du mur amont, fournit aux bâtisseurs les matériaux nécessaires (mottes et remblais) pour finaliser les élévations. Les mottes de gazon sont empilées les unes sur les autres et viennent compléter la mise en place d'un talus en terre afin de former une

élévation stable. Sous le microscope, l'empilement des mottes est reconnu à travers les traits de tassement qui se sont développés. Le cas est notamment avéré sur le site moderne de Colleigne (Scholtès, 2017). On y observe une déformation granulaire originelle qui conduit à avancer l'hypothèse d'une compaction modérée de l'unité pédologique sous le poids de la structure. La transformation de la structure granulaire originelle en structure fissurale ou bien la plus forte coalescence des agrégats les uns aux autres témoignerait de ce processus (figure 6a3). Enfin, notons qu'il s'agit là de traits essentiellement observés en position d'interface entre les différentes unités microstratigraphiques correspondant aux plages Ah et Sal originelles (Berthet, Ferrier, 2003 ; Ghesquière *et al.*, 2015).

B - Construire des élévations en terre : l'usage des remblais

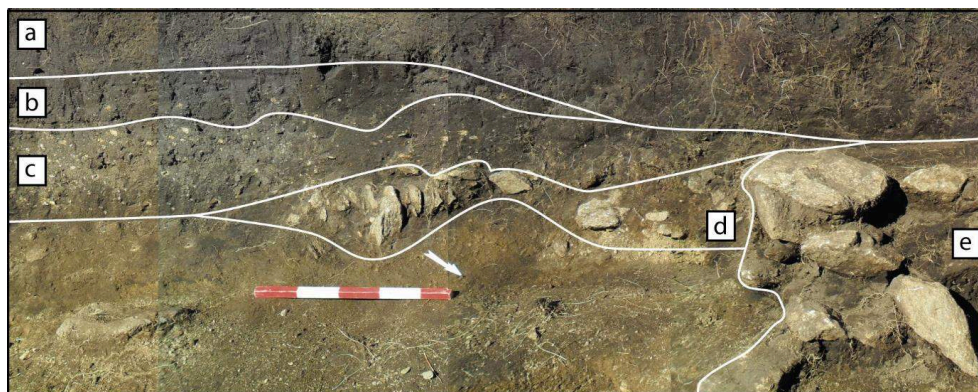
- 13 Outre l'utilisation de mottes, l'une des techniques employées comprendrait la remobilisation et l'aménagement des remblais extraits lors de l'excavation du bâtiment. Ce sont les observations stratigraphiques, en premier lieu, qui ont permis de supposer cette pratique (figure 8, figure 9). Les talus ainsi créés se distinguent sur les faces latérales et aval des bâtiments, là où l'excavation des modules n'offre pas un enfouissement suffisant. Ici encore, les caractéristiques pédologiques propres à ces unités sédimentaires se distinguent des traits connus dans le développement des sols locaux. Les élévations en terre se démarquent par l'alliage d'une matrice où se mêlent plages humiques issues des horizons Ah, plages sableuses issues des horizons Sal et lentilles sablo-graveleuse provenant des horizons C. Le mélange obtenu offre un ensemble induré, très hétérogène dans sa composition, sa teinte et ses inclusions.

Figure 8 - Remblais anthropiques observés à l'avant de l'une des structures modernes du site de Garnier



A. Scholtès

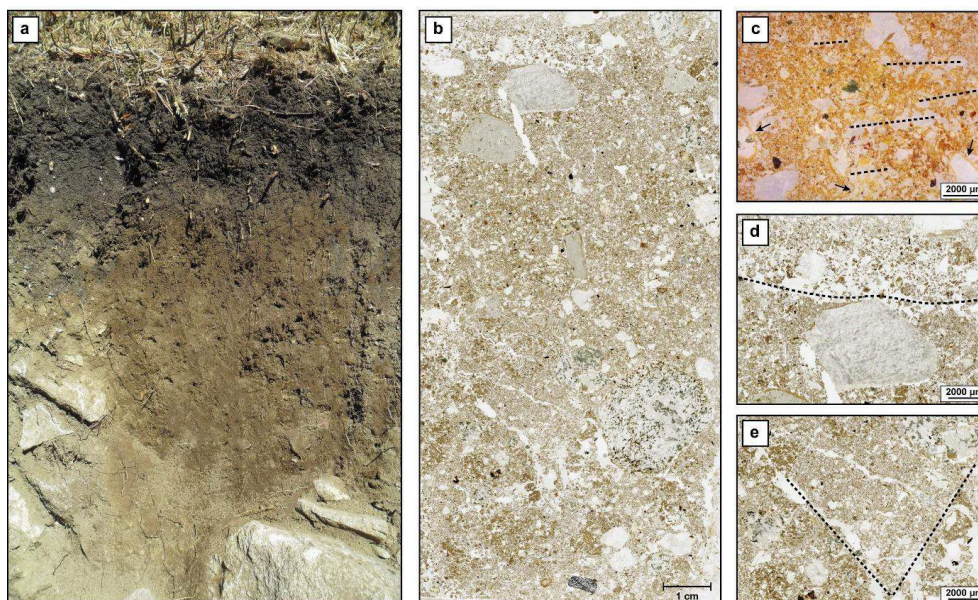
Figure 9 - Coupe stratigraphique de l'élévation à l'avant de l'une des structures agropastorales modernes du site de Garnier



a : colluvions pédogénéisées ; b : couche de construction en mottes de gazon (mottes effondrées) ; c : soubassement ; d : arènes granitiques (horizon naturel) ; e : muret interne à l'habitat
A. Scholtès

- 14 La construction de ces remblais a été mise en évidence sur la plupart des sites compris dans le corpus. Sur le plan microscopique, ces aménagements se remarquent à travers l'agrégation de plages spongieuses, localement massives dont les traits dénotent la microstructure plus poreuse des horizons Sal locaux. L'observation microscopique révèle des spécificités qui permettent d'identifier le travail subi par le sédiment au moment de sa mise en place (figure 10). Ce façonnage anthropique, aussi modéré soit-il, différencie ces unités sédimentaires des sols observés dans la proximité des sites.

Figure 10 - Échantillon prélevé au sein de l'habitat daté du bas Moyen Âge du site de la Chamboîte



a : photographie de la séquence sédimentaire où a été effectué le prélèvement ; b : scan de la lame mince associée au prélèvement ; c : microlitages (traits en pointillés) et revêtements limono-organiques (« rolling pedofeatures ») autour des grains de la fraction minérale (flèches noires) ; d : interface entre l'unité colluviale supérieure et l'unité construite (soubassement) ; e : incision au sein de l'élévation marquée par un changement de structure du sédiment et pouvant indiquer un façonnage
A. Scholtès

- 15 En effet, outre la microstructure de ces horizons, des réseaux de fissures subhorizontales susceptibles de résulter d'une déformation des agrégats s'observent (Cammass, 2016). Les minéraux tendent à s'organiser en lits qui, parfois, se superposent. De nombreux reliquats de sols remobilisés sont incorporés à la masse basale. Leur présence pourrait résulter d'un mélange modéré du sédiment au moment de sa mise en place (Cammass, 1994). Aussi, la résurgence de vésicules isolées pourrait être associée à une dégradation desdits agrégats après tassement du matériel (Friesem *et al.*, 2014a). La porosité fissurale ainsi que la finesse des fentes qui séparent les agrégats conforteraient l'hypothèse d'un travail modéré du sédiment lors de l'étape de l'aménagement de la structure. Ces différents indicateurs permettent de supposer l'hypothèse d'une élévation en terre, non travaillée, et façonnée afin de réaliser les murets/talus entourant l'habitat (Cammass, 2016). La couleur des plages considérées est brune (Munsell 10YR 5/4) à brune foncée (Munsell 10YR 5/6) là où des papules argileuses sont présentes dans la masse basale. Des coiffes organiques poussiéreuses s'agencent autour des minéraux et possèdent une teinte jaune pâle (Munsell 10YR 6/6). L'incorporation de ces divers traits pourrait indiquer la remobilisation de sols antérieurs, alors en place avant la construction du talus.

4 - Mise en perspective

- 16 La mise en œuvre de la micromorphologie des sols pour l'étude des sites du haut Forez a mis en évidence des méthodes de constructions typiques de l'habitat d'estive médiéval et moderne à l'échelle locale. Les constructions analysées témoignent de l'utilisation de mottes de gazons ou de tourbe associées à des remblais aménagés au sein de la stratigraphie des murs des bâtiments au cours de ces périodes.
- 17 La littérature du XIX^e siècle, notamment, permet déjà d'entrevoir l'usage de mottes, alors qu'agronomes et ethnologues régionaux décrivent les structures pastorales du Massif central (Baudet-Lafarge, 1860 ; Legrand d'Aussy, 1788 ; Yvart, 1819). Ainsi, P.-J.-B. Legrand d'Aussy écrit en 1788 : « [...] creuse en terre une cabane, divisée en trois parties, fait lui des murs en mottes de gazon, couvre là de même ; à l'entrée de ces huttes obscures [...] plante deux poteaux pour y suspendre une porte [...] » (Legrand d'Aussy, 1788 : 256). Un peu plus tard, c'est J.-A.-V. Yvart, qui à son tour évoque cette possibilité : « [...] de simples cabanes [...] creusées en terre, entourées et couvertes de mottes de gazon et éclairées seulement par l'ouverture de la porte [...] » (Yvart, 1819 : 76). Cependant, pour des raisons taphonomiques (remaniement des dépôts, processus post-dépositionnels, piétinement du bétail, etc.), les preuves archéologiques relatives à de tels aménagements ne demeuraient, jusque-là, qu'hypothétiques. Le choix des matériaux utilisés rendrait compte des opportunités offertes par l'environnement proche. La plupart des sites sont implantés dans la proximité de zones humides (prairies humides et tourbières), nombreuses sur les Hautes-Chaumes (Cubizolle *et al.*, 2013). Et en effet, les échantillons étudiés permettent d'identifier une flore typique de ce type de milieu. Notons également que la découverte de restes de bois complète l'appréciation que nous pouvons avoir de l'architecture. Ces éléments correspondent pour la fin du Moyen Âge et l'époque moderne aux taxons de *Juniperus* sp. et d'*Abies alba*¹. Les restes en question proviendraient de planches et branchages utilisés pour fabriquer la charpente et les bardages (clayonnage, poteaux, etc.) sur lesquels s'empilaient les mottes (Milek, 2012 ; Friesem *et al.*, 2014b). Des procédés similaires ont

récemment été supposés sur le site d'estive médiéval de Pailherols dans le Cantal. En ce lieu, les bâtiments sont décrits comme probablement recouverts de « mottes de gazon ou de chaume » (Surmely, 2008). Il s'agit là d'une hypothèse qui ne se limite pas qu'au Massif central. L'adoption de cette technique par les communautés agropastorales médiévales et modernes des Pyrénées est également envisagée (Le Couédic, 2010).

- 18 Si des cas de constructions en mottes sont identifiés en France, ils concernent des contextes chrono-culturels et géographiques différents. Le procédé paraît essentiellement attesté pour des périodes plus anciennes. Plusieurs études l'ont reconnue dans la réalisation de tertres funéraires néolithiques (Berthet, Ferrier, 2003 ; Pioffet, 2013 ; Ghesquière *et al.*, 2015 ; Bizien-Jaglin *et al.*, 2015) et de l'âge du Bronze (Milcent, 2001). Les analyses disponibles notent une préservation des traits microscopiques originels des séquences de sols prélevées. Le matériel a été déposé tel quel et n'a pas été travaillé, ni perturbé lors de sa mise en place. Les sites en question sont majoritairement implantés sur les côtes de la Manche. Toutefois, la partie méridionale du territoire français n'est pas exemptée d'ouvrages de la sorte. Déjà au Néolithique se développent des techniques proches mais pour lesquelles, majoritairement, la terre massive est employée (Wattez, 2003, 2009). L'architecture en brique crue et en terre massive est en effet un procédé reconnu dans la réalisation de nombreux bâtiments sur le plan national entre la Protohistoire et l'époque moderne (Wattez, 2009 ; Cammas, 2015 ; Gaime, Charmoillaux, 2019).
- 19 Concernant les périodes historiques, lorsqu'est considérée l'utilisation des mottes, le XII^e siècle marquerait une limite à leur emploi au sein des constructions (Pesej, 1998). L'état actuel de la recherche permet toutefois de nuancer ces propos car des élévations de la sorte ont récemment été observées sur le site médiéval de l'enceinte de Paris (Peixoto, Celly, 2013) et de la fortification moderne de Saint-Germain-en-Laye (Hurard, Mercé, 2015). Les résultats présentés dans cet article en sont un autre exemple.
- 20 Les blocs de mottes de gazon ou de tourbe sont privilégiés dans les régions où le bois, la pierre et l'argile sont des matières difficilement exploitables (Huisman, Milek, 2017). Il s'agit d'un procédé répandu dans l'habitat des pays d'Europe du Nord depuis au moins l'âge du Fer. Dans chacun des cas, le dénominateur commun est celui d'environnements où les forêts sont absentes ou bien réduites à quelques menus peuplements. Cette technique a notamment été mise en évidence dans des contextes médiévaux, tels qu'en Grande-Bretagne, sur le site de *Hound Tor* (Beresford, 1979) ou pour la confection de fermes traditionnelles islandaises (Van Hoof, Dijken, 2008).
- 21 Dès l'Antiquité, plusieurs études attestent aussi de l'emploi de mottes en Europe pour d'autres finalités, celles d'aménagements fortifiés. Déjà les écrits romains, notamment ceux de Pline, l'associent aux techniques utilisées pour réaliser les retranchements des camps militaires (Guillaud, 2003). Des témoignages secondaires mentionnent ce type de construction dans la littérature de l'époque. Au VII^e siècle, l'homme d'Eglise Bède relève l'usage de « mottes de gazon » dans la réalisation d'une partie des fortifications du mur d'Hadrien en Bretagne (Gautier, 2020 ; Hoët-Van Cauwenberghe, 2017). La micromorphologie des sols, depuis une trentaine d'années, confirme la présence de ce matériau dans l'édification des remparts antiques (Roger *et al.*, 1993 ; Usai, 2000 ; Lisá *et al.*, 2015 ; Romankiewicz *et al.*, 2020). Les résultats obtenus révèlent une organisation microscopique du sol similaire à celle décrite pour les sites présentés dans cet article. Les blocs sont empilés les uns sur les autres sans liant quelconque. Ainsi, les mottes se stabilisent sous le poids de la structure. Les microfaciès témoignent de ce processus. En

effet, ceux-ci évoluent localement et acquièrent une microstructure plus massive fissurale. La bonne préservation des traits et constituants originels seraient la conséquence d'un enfouissement rapide des dépôts (Lisá *et al.*, 2015). Les auteurs antiques confortent cette hypothèse en précisant que les camps construits de la sorte sont démantelés aussitôt les campagnes achevées (Bardouille, 2010). Sur le haut Forez, les structures sont abandonnées à la fin de la saison estivale - au mois d'octobre - pour être reconstruites l'année suivante (Legrand d'Aussy, 1788). Nous pouvons donc supposer que l'arrêt de l'entretien porté aux bâtiments (réfection des murs, consolidation des remblais, remplacement des mottes abimées) conditionne un effondrement relativement rapide des élévations peu après le départ des agropasteurs.

- 22 Bien qu'issues de contextes différents, les analyses disponibles favorisent les comparaisons. L'architecture en mottes de gazon semble donc bel et bien obéir à un procédé de mise en place équivalent que soient considérés des contextes néolithiques (Berthet, Ferrier, 2003 ; Ghesquière *et al.*, 2015), antiques (Lisá *et al.*, 2015 ; Romankiewicz *et al.*, 2020) ou médiévaux et modernes.

5 - Conclusion

- 23 L'apport de la micromorphologie des sols a permis de comprendre, pour partie, l'utilisation des matières premières dans la construction de l'habitat d'estive du haut Forez. Ainsi, les modalités adoptées renverraient à des techniques élaborées et adaptées au contexte climatique et environnemental local. L'emploi de mottes de gazon et/ou de tourbe en est l'exemple. Le matériau est identifié comme une base privilégiée pour la réalisation des toitures mais aussi des murets qui ceinturent les cabanes. L'avantage des mottes est de pouvoir obtenir facilement, à la découpe, des modules de la taille souhaitée. Une fois prélevées, ces dernières peuvent être empilées facilement les unes sur les autres pour créer une élévation stable et peu couteuse. La solidité de ces constructions est attestée par l'emploi de cette méthode, au moins dès l'époque romaine, pour la fortification des camps militaires (Guillaud, 2003 ; Gautier, 2020).
- 24 Sur le haut Forez, les constructions sont doublées de murs en terre massive. Ces derniers contribuent à stabiliser les mottes et fournissent également une deuxième isolation au bâtiment. La microstructure de ces élévations témoigne de leur caractère anthropique. La terre à bâtir, dans son acception la plus large, possède l'intérêt d'être un matériau facilement accessible (Cammass, 2015). En fonction du contexte pédologique et des techniques souhaitées, il est possible de la modeler et de modifier ses propriétés texturales par l'adjonction de divers constituants (eau, fibres végétales, argile, etc.) qui vont la rendre plus malléable (bauge) et/ou plus solide (briques). Bauge et briques moulées sont des cas plus complexes, étudiés depuis de nombreuses années notamment dans le sud de la France (Cammass, 1994 ; Baudreu *et al.*, 2018 ; Hamard, 2017 ; Hamard *et al.*, 2016 ; 2019). La technique de la terre découpée ne nécessite pas de modifier les propriétés physico-chimiques du sol mais les utilise. Comme en témoignent les constructions étudiées dans cet article, la terre est employée sous sa forme « brute ». La consolidation de l'architecture ne bénéficie que d'une action mécanique secondaire (tassement), parfois agrémentée d'ajouts divers pour former une matrice compacte (arènes granitiques).
- 25 La micromorphologie, une fois couplée avec des analyses complémentaires telles que la xylogie, la dendrochronologie ou l'antracologie, permet donc de préciser les

techniques constructives de l'architecture de montagne. Il conviendra, à l'avenir, de multiplier les échantillonnages sur sites dans l'optique de conforter les premières hypothèses avancées ou, au contraire, d'identifier des modes opératoires différents, peut-être même en lien avec l'évolution des formes de l'habitat dans le temps. Identifier et discriminer ces pratiques à l'échelle du site est l'une des problématiques actuelles de la géoarchéologie, appuyée par la micromorphologie des sols et, de manière plus générale, de la réflexion archéologique liée à l'habitat et à ses formes (Gaime, Charmoillaux, 2019 ; De Chazelle, Guyonnet, 2007 ; De Chazelle, Roux, 2009 ; Cammas, 2018 ; Wattez 2009).

BIBLIOGRAPHIE

- Baize D., Girard M.-C., 2008 - *Référentiel pédologique 2008*, Association française pour l'étude des sols, Versailles, Quae, 2^e édition, 450 p.
- Bardouille J., 2010 - L'importance du génie militaire dans l'armée romaine à l'époque impériale. *Revue Historique des Armées*, 261, 79-87
- Baudet-Lafarge J.-A., 1860 - *Agriculture du Puy-de-Dôme*, Clermont-Ferrand
- Baudreu D., De Chazelle A.-C., Guyonnet F., 2008 - Maisons médiévales du sud de la France bâties en terre massive : état de la question, in : *La maison au Moyen Âge dans le Midi de la France, Actes du colloque de Cahors, 6, 7 et 8 juillet 2006, Mémoires de la Société Archéologique du Midi de la France*, Hors-Série, volume 2, Toulouse, 85-112
- Beresford G., Brandon P., Linehan C.-D., 1979 - Three deserted medieval settlements on Dartmoor: a report on the late E. Marie Minter's excavations. *Medieval Archaeology*, 23, 1, 98-158
- Berthet A.-L., Ferrier C., 2003 - Apports de l'étude micromorphologique. *Bulletin de la Société préhistorique française*, 100, 2, 315-320
- Bizien-Jaglin C., Laporte L., Guyodo J.-N., Wattez J., 2015 - Constructions en terre du Néolithique moyen près des rives de la Manche. *Archéopages*, 42, 22-23
- Bullock P., Fedoroff N., Jonguerius A., Stoops G. Tursina T., Babel U., 1985 - *Handbook for soil thin section*, Waine Research Publications, Wolverhampton.
- Cammass C., 1994 - Approche micromorphologiques de la stratigraphie urbaine à Lattes : premiers résultats. *Lattara*, 7, 181-202
- Cammass C., 2003 - L'architecture en terre crue à l'âge du fer à l'époque romaine : apports de la discrimination micromorphologique des modes de mise en œuvre, in : De Chazelle C.-A., Klein A., Acetta A. (coord.), *Echanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue*, Actes de la table ronde des 17-18 novembre 2001, Montpellier, éditions de l'Espérou, 33-53
- Cammass C., 2015 - La construction en terre crue de l'âge du Fer à nos jours. *Archéopages*, 42, 58-67
- Cammass C., 2016 - La construction en terre crue de l'âge du Fer à nos jours : l'apport de la micromorphologie à la compréhension des techniques. *Archéopages*, 42, 59-69

- Cammas C., 2018 - Micromorphology of earth building materials: toward the reconstruction of former technological processes (Protohistoric and Historic Periods). *Quaternary International*, 483, 160-179
- Cubizolle H., 2007 - La répartition géographique des tourbières : une combinaison de facteurs physiques et humains. L'exemple du Massif central français oriental granitique, in Cubizolle H. (dir.), *Origine, fonctionnement et conservation des tourbières, Saint-Etienne, Actes du colloque de Goutelas, 5-7 octobre 2005*, PUSE, 18-44.
- Cubizolle H., Etlicher B., Porteret J., 2013 - Modélisation de la répartition géographique des tourbières à partir des données géologiques, topographiques et géomorphologiques : application au Massif central oriental (France). *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, 19, 2, 165-180
- Cubizolle H., Argant J., Fasson F., Latour-Argant C., Deng-Amiot Y., Diètre B., 2014 - L'histoire de la végétation depuis la fin du Tardiglaciaire et l'évolution de l'emprise humaine à partir du milieu de l'Holocène dans le Massif central oriental (France). *Quaternaire*, 25, 3, 209-235
- Cubizolle H., Tholly J., Oberlin C., Tourman A., 2015 - La mise en place et l'extension latérale des tourbières au Tardiglaciaire et à l'Holocène sur la bordure orientale du Massif central (France) : l'exemple de la tourbière de Molhiac dans les Monts du Forez. *Quaternaire*, 4, 26, 293-306
- Davasse B., 2015 - *La trace des temps. Les complexes socio-écologiques au prisme du paysage. Pour une géographie de l'environnement impliquée*. Habilitation à Diriger des Recherches, Géographie, Université de Toulouse-Jean Jaurès.
- De Chazelle C.-A., Guyonnet F., 2007 - La construction en pisé du Languedoc-Roussillon et de la Provence, du Moyen Âge à l'époque Moderne (13^e - 19^e s.), in Guillaud H., De Chazelle C.-A., Klein A. (dir.), *Les constructions en terre massive : pisé, bauge. Echanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue*, 2, Actes de la table ronde de Villefontaine (38), 28-29 mai 2005, Montpellier, édition de l'Espérou, 109-139
- De Chazelle C.-A., Roux J.-C., 2009 - La construction en terre crue en France méditerranéenne. Archéologie des rivages méditerranéens : 50 ans de recherche, octobre 2009, Arles, France, 343-347
- Dendievel A.-M., 2017 - *Paléoenvironnements holocènes du plateau du Béage (Massif du Mézenc, Massif central, France) : les variations climatiques et activités anthropiques révélées par l'étude des macro-restes dans les sédiments tourbeux et la gyttja*, Thèse de doctorat, Saint-Etienne, Université de Saint-Etienne, 2017, 383 p.
- Etlicher B. 1986 - *Les massifs du Forez, du Pilat et du Vivarais : régionalisation et dynamique des héritages glaciaires et périglaciaires en moyenne montagne cristalline*, Thèse de doctorat, Saint-Etienne, Presses de l'Université de Saint-Etienne, 1986, 687 p.
- Fau L., 2006 - *Les monts d'Aubrac au Moyen Âge. Genèse d'un monde agropastoral*, éditions de la Maison des Sciences de l'Homme, Paris, 214 p.
- Fedoroff N., Courty M.-A., 1994 - Organisation du sol aux échelles microscopiques, in Duchaufour P., Souchier B. (dir.), *Pédologie 2 ; Constituants et propriétés du sol*, 2^e édition, Paris, Masson, 349-375.
- Friesem D.-E., Karkanis P., Tsartsidou G., Shahack-Gross R., 2014a - Sedimentary processes involved in mud brick degradation in temperate environments: a micromorphological approach in an ethnoarchaeological context in northern Greece. *Journal of Archaeological Science*, 41, 556-567
- Friesem D.-E., Tsartsidou G., Karkanis P., Shahack-Gross R., 2014b - Where are the roofs? A geoethnoarchaeological study of mud brick structures and their collapse processes, focusing on the identification of roofs. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 6, 73-92

- Friesem D.-E., Wattez J., Onfray M., 2017 - Earth construction materials, in Nicosia C., Stoops G. (ed.), *Archaeological soil and sediment micromorphology*, édition Wiley-Blackwell, 99-110
- Gaime S., Charmoillaux J. (dir.), 2019 - Les formes de l'habitat rural au Moyen Âge en Limagne septentrionale et Sologne bourbonnaise, *Recherches Archéologiques*, 17, CNRS éditions
- Gautier A., 2020 - Trajan et Hadrien dans les îles britanniques aux premiers siècles médiévaux, in Benoist S., Gautier A., Hoët-Van Cauwenberghe C., Poignault R. (dir.), *Mémoires de Trajan, mémoires d'Hadrien*, Presses Universitaires Septentrion, 255-276
- Ghesquière E., Giazon D., Wattez J., 2015 - Construction en terre crue au Néolithique moyen I - le tertre du monument 29 de Fleury-sur-Orne. *Archéopages* [en ligne], 42
- Guillaud H., 2003 - Construire en blocs découpés et mottes de gazon, in De Chazelle C.-A., Klein A. (dir.), *Echanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue, volume 1, Terre modelée, découpée ou coffrée, matériaux et modes de mise en œuvre, Actes de la table ronde de Montpellier, 17-18 novembre 2001*, Montpellier, éditions de l'Espérou, 185-211
- Hoët-Van Cauwenberghe C., 2017 - Le « mur d'Hadrien » et la frontière bretonne de l'Empire Romain. Histoire et réception. *Raison présente*, 2, 202, 9-19
- Hamard E., 2017 - *Rediscovering of vernacular adaptative construction strategies for sustainable moder building : application to cob and rammed earth*, Thèse de doctorat, Lyon, Université de Lyon, ENTPE
- Hamard E., Cammas C., Fabbri A., Razakamanantsoa A.-D., 2016 - Historical rammed earth process description thanks to micromorphological analysis. *International Journal of Architectural Heritage*
- Hamard E., Cammas C., Lemercier B., Cazacliu B., Morel J.-C., 2019 - Micromorphological description of vernacular cob process and comparison with rammed earth. *Frontiers of Architectural Research*
- Hurard S., Mercé G., 2015 - Fortifier en terre crue au 17^e siècle. *Archéopages*, 42, 106-115
- Huisman D.-J., Milek K.-B., 2017 - Turf as construction material, in Nicosia C., Stoops G. (dir.), *Archaeological Soil and Sediment Micromorphology*, John Wiley & Sons, 113-119
- Le Couédic M., 2010 - *Les pratiques pastorales d'altitude dans une perspective ethnoarchéologique. Cabanes, troupeaux et territoires pastoraux pyrénéens dans la longue durée*, Thèse de doctorat, Tours, Université François - Rabelais, volume 1, 401p
- Legrand d'Aussy P.-J.-B., 1788 - *Voyage d'Auvergne*, éditions E. Onfroy, 555 p.
- Lisá L., Komoroczy B., Vlách M., Válek D., Bajer A., Kovárník J., Rajtár J., Hüssen C.-M., Šumberová R., 2015 - How were the ditches filled ? Sedimentological and micromorphological classification of formation processes within graben-like archaeological objects. *Quaternary International*, 370, 66-76
- Mauquoy D., Hughes P.-D.-M., Van Geel B., 2010 - A protocol for plant macrofossil analysis of peat deposits. *Mires and Peat*, 7, 6
- Milek K.-B., 2012 - Floor formation processes and the interpretation of site activity areas: an ethnoarchaeological study of turf buildings at Thvera, northeast Iceland. *Journal of Anthropological Archaeology*, 31, 2, 119-137
- Milcent P.-Y., 2001 - Fouille d'un tumulus aristocratique du 5^e s. av. J.-C. à Bourges. *Bulletin de l'Association française pour l'étude de l'âge du Fer*, AFEAF, 19, 13-14
- Pesez J.-M., 1998 - Archéologie du village et de la maison rurale au Moyen Âge, Collection d'histoire et d'archéologie médiévales, 5, Presses Universitaires de Lyon, Lyon, 526 p.

- Peixoto X., Celly P., 2013 - La première enceinte de la rive droite à Paris (10^e et 11^e siècles). Fouilles du 140a, rue de Rivoli Paris 1^{er}. Etude topographique du tracé et exploitation des sources écrites. *Archéologie Médiévale*, 43, 1-19
- Pioffet H., 2013 - Des vases et des îles : étude de la céramique des Fouaillages à Guernesey dans son contexte (Néolithique ancien et début du Néolithique moyen), in Daire M.-Y., Dupont C. (dir.), *Anciens peuplements littoraux et relations Homme/Milieu sur les côtes de l'Europe atlantique*, Actes du Colloque International HOMER 2011, 391-400
- Rendu C., 2003 - *La montagne d'Enveig. Une estive pyrénéenne de longue durée*, Edition Trabucaire, Le Canet en Roussillon, 606 p.
- Roger I.-M., Carter S., Boardman S., 1993 - Dalginross and Dun: excavations at two Roman camps. *Society of Antiquaries of Scotland*, 123, 277-290
- Romankiewicz T., Milek K., Beckett C., Russell B., Snyder J.-R., 2020 - New perspectives on the structure of the Antonine Wall, in Breeze D.-J., Hanson W.-S. (ed.), *The Antonine Wall, Papers in honour of Professor Lawrence Keppie*, Archaeopress Roman Archaeology, Oxford, 121-141
- Scholtès A., 2017 - *Les sites de Colleigne et de Gros-Fumé, commune de Sauvain (Loire)*, Rapport d'opération archéologique 2017, Service Régional de l'Archéologie Auvergne Rhône-Alpes, 103 p.
- Scholtès A., 2018 - *Les sites de Barras et de Garnier, commune de Saint-Bonnet-le-Courreau (Loire)*, Rapport d'opération archéologique 2018, Service Régional de l'Archéologie Auvergne Rhône-Alpes, 97 p.
- Scholtès A., 2020 - *2000 ans d'agropastoralisme sur les Hautes-Chaumes des Monts du Forez (Massif central oriental). Occupation du sol, gestion des territoires et changements environnementaux de l'Antiquité au 18^e siècle*, Thèse de doctorat, Saint-Etienne, Université de Saint-Etienne, 2 vol. , 705 p.
- Sénépart I., Wattez J., Jallot L., Hamon T., Onfray M., 2015 - La construction en terre crue au Néolithique, un état de la question en France. *Archéopages*, 42, 6-19
- Surmely F., 2008 - Pailherols (Cantal). La Montagne de la Vèze. *Archéologie médiévale*, 38, 188-189
- Surmely F., Franklin J., Berthon A., Horry A., 2018 - Le hameau moderne abandonné de Pré-Rigot (Compains, Puy-de-Dôme). *Revue archéologique du Centre de la France* [en ligne], 57.
- Usai M.-R., 2000 - Assessment of soils and sediments from Cawthorn Camps, North Yorkshire. *EAU Reports*, 12, 9 p.
- Valadas B., 1984 - *Les hautes terres du Massif central français : contribution à l'étude des morphodynamiques récentes sur les versants cristallins et volcaniques*, Thèse de doctorat, Paris, Université de Paris I Panthéon-Sorbonne, 1984, 927 p.
- Van Hoof J., Van Dijken F., 2008 - The historical turf farms of Iceland: architecture, building technology and the indoor environment. *Building and Environment*, 43, 6, 1023-1030
- Wattez J., 2003 - Caractérisation micromorphologique des matériaux façonnés en terre cuite dans les habitats du Sud de la France : l'exemple des sites Jacques Cœur (Montpellier, Hérault), du Jas del Biau (Millau, Aveyron) et de la Capoulière (Mauguio, Hérault), in De Chazelle C.-A., Klein A. (dir.), *Echanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue, 1, Terre modelée, découpée ou coffrée, Matériaux et modes de mise en œuvre*, Actes de la table ronde de Montpellier, 17-18 novembre 2001, Montpellier, éditions de l'Espérou, 21-31
- Wattez J., 2009 - Enregistrement sédimentaire de l'usage de la terre crue dans les établissements néolithiques du sud de la France : le cas des sites du Néolithique Final de La Capoulière 2 et du Mas de Vignoles IV, in Beeching A., Sénépart I. (dir.), *De la maison au village : l'habitat néolithique*

dans le Sud de la France et le Nord-Ouest méditerranéen, Actes de la table ronde des 23 et 24 mai 2003 (Marseille, Musée d'histoire de la ville de Marseille), Mémoire de la SPF n° 48, Paris, Société Préhistorique Française, 199-218

Yvart J.-A.-V., 1819 - *Excursion agronomique en Auvergne, principalement aux environs des Monts D'Or et du Puy-de-Dôme*, Imprimerie Royal, Paris, 218 p.

NOTES

1. Etude xylogologique réalisée par P. Mille (INRAP Auvergne Rhône-Alpes)

RÉSUMÉS

Les recherches relatives à l'habitat d'estive du haut Forez ont été une opportunité récente pour étudier l'évolution des techniques de construction et l'aménagement des bâtiments agropastoraux entre le Moyen Âge central et l'époque Moderne (XI^e - XVIII^e siècles). L'étude archéologique de cette forme de l'occupation du sol a été couplée, dès que possible, à des échantillonnages réalisés dans le but de conduire une analyse micromorphologique. La micromorphologie des sols a été un procédé utile pour reconnaître les matériaux employés dans la réalisation des cabanes pastorales sur les Hautes-Chaumes des Monts du Forez. Rudimentaire à première vue, l'architecture de l'estive adopte des procédés qui se normalisent au fil des siècles. Les bâtiments, semi-excavés, sont façonnés avec des matériaux prélevés sur place. Mottes de gazon et élévations (remblais) en terre composent l'essentiel des constructions et ont été reconnues à l'échelle microscopique.

INDEX

Mots-clés : micromorphologie, archéologie, Moyen Âge, époque Moderne, architecture, bâtiments, mottes, agropastoralisme, moyenne montagne, Massif central

AUTEUR

ANTOINE SCHOLTÈS

Inrap Auvergne Rhône-Alpes / antoine.scholtes@inrap.fr

(Re)penser la relation au territoire : vers une archéologie de l’habiter

Héloïg Barbel Le Page, Dominique Todisco et James Woollett

Les auteur.rices remercient chaleureusement et rendent crédit à tou.te.s leurs partenaires pour leurs contributions à ce projet collectif, nakummek : le Gouvernement du Nunatsiavut et la communauté de Nain, particulièrement Lena Onalik, Deirdre Elliott et Corey Hutchings du Bureau d'Archéologie du Gouvernement du Nunatsiavut, l'ensemble des membres des équipes de fouilles communautaires des été 2021 et 2022, les guides Joe Atsatata, Shawn Brayden, Herman Merkuratsuk, Rodney Merkuratsuk, Joe Webb, Henry Webb, Chess Webb, Erik Webb, Sid Pain, Edward Sillitt et Mike Pilgrim, et Jim Lyall pour avoir cru en ce projet et lui avoir donné les moyens de se concrétiser. Merci au Nain Reserach Center et à l'Illusuak Cultural Center pour avoir contribué à la création d'espaces publics d'échanges et de partages. Un sincère remerciement à tou.te.s nos collègues, au Québec et en France, de l'ANR InterArctic, particulièrement à Clément Recq, Gregor Marchand, Gabrielle Legault, Adrien Cesario et Antoine Guérette ; merci aux collègues du Réseau Thématique Arctique pour les riches échanges et discussions. Merci à l'ANR InterArctic, la J.R. Smallwood Foundation, le Provincial Archaeological Office, le CReAAH, le Centre d'études nordiques, l'Institut polaire français Paul-Émile Victor, le FRQSC, le FRQNT, Sentinelle Nord, l'Institut Nordique du Québec, et la Chaire de recherche sur les relations avec les sociétés inuit de l'Université Laval pour leur soutien technique et financier. Enfin, de sincères remerciements et une profonde gratitude envers les auteur.rices qui, à travers leurs écrits et leurs prises de paroles, ont contribué à la charpente sur laquelle les réflexions élaborées dans ces pages ont germé. Bien que leurs travaux ne soient pas directement mentionnés dans ces pages, il.elle.s ont éveillé chez nous des réflexions plus larges sur les enjeux contemporains et historiques concernant le colonialisme, les rapports de pouvoir et les articulations entre recherche, sciences, savoirs et sociétés. Ces remerciements ne devraient pas être perçus comme une quête de caution intellectuelle, mais comme l'expression d'une redevabilité envers ces personnes qui, par le partage de leur savoir et de leur vision du monde, ont profondément nourri la nôtre. Merci particulièrement à Shawn Wilson, Andrea V. Breen, Lindsay Dupré et l'ensemble des contributeur.rices à l'ouvrage qu'il.elle.s ont édité en 2019 , Kisha Supernant, Zoe Todd, Sheila Watt-Cloutier, Zebedee Nungak, Grégor Marchand, Caroline Desbiens, Glenn Coulthard, Jeff Corntassel, Alfred Taiaiake, Leanne Betasamosake Simpson,

Thomas King, Solen Roth, An Antane Kapesh, le collectif Write Back, Serge Bouchard et Miguel Sioui.

Introduction

- 1 Au cours des vingt dernières années, les études archéologiques s'intéressant à la période de la colonisation missionnaire au Nunatsiavut (Labrador, Canada) se sont multipliées. Sur un plan théorique, plusieurs de ces études (e.g., Cabak et Loring, 2000 ; Fay, 2008 ; 2016, Jurakic ; 2007 ; Pouliot, 2020) se sont inscrites dans les paradigmes postcoloniaux développés par Edward Said (1978, 1994) et Homi Bhabha (2006). Ces approches s'ancrent sur une conscientisation de la façon dont les études archéologiques des contextes coloniaux étaient structurées par certaines conceptions héritées de la pensée coloniale. Prenant le contrepied du paradigme de l'acculturation (Deagan, 1998 p. 26-27), les approches postcoloniales mettent l'agentivité des populations autochtones au cœur de leurs considérations.
- 2 Les études archéologiques menées sur les périodes récentes de l'histoire du Nunatsiavut se sont focalisées sur les débuts de la période de colonisation missionnaire, de la fin du XVIII^e au milieu du XIX^e siècle (Arendt, 2011 ; Elliott, 2017 ; Fay, 2016 ; Jurakic, 2007 ; Pouliot, 2020). Certaines de ces recherches se sont concentrées sur le contexte immédiat des missions moraves¹ (Arendt, 2011 ; Cabak, 1991 ; Cabak et Loring, 2000). Les études approfondies de sites hors des abords des missions moraves demeurent peu nombreuses (Arendt 2011 ; Bohms 2015 ; Elliott 2017 ; Fay 2016 ; Jurakic 2007 ; Kelvin 2011 ; Pouliot 2020). Les quelques fouilles extensives menées sur des habitations hors des missions ont mis au jour une richesse et une variété de vestiges archéologiques (vestiges fauniques, artéfactuels, ligneux, architecturaux et sédimentaires) qui correspond vraisemblablement à des palimpsestes accumulés sur près d'un siècle, illustrant la diversité des systèmes d'activités quotidiennes des Nunatsiavummiut durant cette période (Arendt, 2011 ; Elliott, 2017 ; Fay, 2016 ; Jurakic 2007). Ceci soulève la question de la diversité des choix que les Nunatsiavummiut ont pu faire au cours du XIX^e siècle concernant leurs relations avec les missions et les modèles sociaux, culturels, religieux, techniques et économiques qu'elles prônaient (e.g., l'idéal européen de la famille nucléaire chrétienne industrielle sédentaire, portée sur les valeurs du travail, passant par la mise en place d'un système de crédit au poste de traite de la mission ; Brice-Bennett, 1990). Toutefois, en l'absence d'approche taphonomique approfondie des dynamiques d'accumulation et d'enfouissement de ces vestiges, l'étude de ces palimpsestes peine à documenter la temporalité des dynamiques entourant ces choix.
- 3 La caractérisation de ces thématiques à partir de la seule étude des archives moraves soulève des enjeux concernant les biais de discours et de représentation coloniaux (e.g., Brice-Bennett, 1981, 1990 ; Hiller, 1967, 1971 ; Kleivan, 1966 ; Rollmann, 2011, 2018, Treude, 1974 ; Whiteley, 1961, 1964, 1966, 1980 ; Williamson, 1964). En outre, sur un plan méthodologique, les études archéologiques sur le XIX^e siècle se sont fréquemment concentrées sur l'étude des artefacts (Arendt, 2011 ; Cabak et Loring, 2000 ; Fay, 2016 ; Jurakic, 2007 ; Pouliot, 2020). Ainsi, les vestiges fauniques ne sont que rarement étudiés conjointement avec les artefacts (e.g., Elliott, 2017), limitant de fait notre compréhension des dynamiques entourant les activités commerciales (e.g., dynamiques des échanges au poste de traite de fourrures, de poisson séché, et de gras et de peaux de phoque, contre des biens d'importation européenne).

- 4 Dans ce contexte, nos recherches récentes, menées en collaboration avec le Gouvernement du Nunatsiavut et la communauté de Nain, visent à contribuer à pluraliser les narrations historiques sur la période missionnaire. Elles s'intéressent à la diversité des choix des Nunatsiavummiut concernant leurs relations avec le système missionnaire, à travers l'étude de deux structures d'habitation des sites South Aulatsivik 6 et Nain Bay 3, datant respectivement de la fin du XIX^e siècle et début du XX^e siècle, situés dans l'archipel de Nain, hors des abords immédiats de Nain. Pour ce faire, nous développons une approche holistique qui considère l'ensemble des vestiges retrouvés sur le site pris dans toute leur diversité (vestiges fauniques, archéologiques, artéfactuels, ligneux, architecturaux et sédimentaires).
- 5 La posture endossée par les chercheur.es est structurante des problématiques qui les intéressent et de leurs choix quant aux approches employées pour les aborder. La démarche de réflexion élaborée dans ces pages vise à discuter l'importance d'étendre notre pensée au-delà du méthodologique pour questionner nos postures paradigmatiques, qui structurent notre rapport à la recherche. L'approche géoarchéologique que nous élaborons propose une réflexion sur une archéologie de l'habiter par l'étude de la diversité des traces matérielles issues des activités quotidiennes sur le territoire.
- 6 Cette discussion aborde tout d'abord la nécessité d'une approche relationnelle du territoire en archéologie, pour ensuite développer la perspective de l'habiter que nous proposons d'adopter. Ceci nous conduit à questionner les traces matérielles laissées par les systèmes d'activités quotidiennes à travers le temps et l'espace. Une réflexion sur les façons d'appréhender la complexité des relations aux lieux, aux éléments du paysage et aux artefacts nous amène enfin à considérer la diversité des vestiges archéologiques mis au jour, et la nécessité d'une mise en dialogue des disciplines pour étudier les systèmes d'activités passées à partir de leurs traces.

1 - Changer le regard : pour une approche relationnelle du territoire

- 7 L'approche géoarchéologique développée dans ces pages vise à contribuer aux réflexions actuelles sur les postures théoriques et les cadres interprétatifs que nous endossons dans l'étude des vestiges archéologiques. Elle émane d'une rencontre et d'une réunion de réflexions émergeant des disciplines archéologiques et géographiques (e.g., Chouquer, 2008), à la croisée des autres disciplines des sciences humaines et sociales, telles que l'anthropologie et la sociologie (e.g., Jusseret, 2010 ; Kourampas, 2012).
- 8 En tant qu'archéologues occidentaux, un des enjeux paradigmatiques actuel est celui de ne pas universaliser aux autres sociétés humaines, distantes dans l'espace ou dans le temps, le regard que nous portons sur la nôtre. Rien n'est moins universel à l'échelle de l'histoire de l'humanité qu'une société capitaliste et extractiviste. Au cours des quarante dernières années, le courant de l'anthropologie ontologique a fortement contribué à la prise de conscience dans les sociétés occidentales de la diversité des modes d'engagement au monde, et parallèlement de l'illusion de l'universalisme d'une conception duale Nature/humain (e.g., Descola, 2015 ; Kohn, 2015, 2017 ; Poirier, 2016 ; Viveiros de Castro, 2014). Il ne serait ainsi pas concevable pour des sociétés humaines

pensant leurs relations aux non-humains en termes de réciprocité et de redevabilité, d'endosser une posture extractiviste d'accaparement. Le concept de « ressources », fréquemment employé par les archéologues afin de désigner les non-humains avec lesquels les humains sont en interrelations, s'inscrit ainsi dans une conception duale que les humains entretiennent avec les non-humains des relations suivant la logique du profit. Or si la logique de production de profit est effectivement la colonne vertébrale des systèmes économiques et sociaux des sociétés capitalistes, elle entre en opposition directe avec d'autres logiques économiques et sociales, telles que celles reposant sur des principes de réciprocité et de partage, qui peuvent être structurantes de sociétés fonctionnant sur d'autres modèles économiques (voir Heinrich, 2021). Évoquons par exemple que, pour les sociétés inuit² du XVIII^e siècle au Labrador, le maintien de bons rapports avec les proies chassées relève d'enjeux très concrets d'assurer la pérennité de chasses fructueuses (e.g., Olsthoorn, 2017). Ce rapport au monde des Nunatsiavummiut s'est confronté à celui des missionnaires moraves pendant toute la période de leur présence au Labrador. Ainsi, les missionnaires, suivant leur perspective extractiviste, commerciale et capitaliste, voyaient les filets comme étant une excellente méthode de chasse au phoque qui permettait une importante productivité, par exploitation intensive de la ressource avec un faible besoin en main d'œuvre. En revanche, pour nombre de Nunatsiavummiut, cette méthode était impensable car elle impliquait une chasse massive aveugle qui infligeait à ces êtres vivants une lente mort par noyade inutilement douloureuse, ce qui allait à l'encontre des règles de respect des proies dont la transgression menaçait la pérennité et le succès des chasses à venir. Ainsi, nombre de Nunatsiavummiut ont refusé d'adhérer à ce modèle de chasse au filet, et le fusil est par ailleurs aujourd'hui encore l'arme la plus couramment utilisée pour la chasse au phoque. Le respect témoigné aux corps des êtres chassés pouvait par exemple consister en la remise à l'eau des têtes des phoques (Olsthoorn, 2017), cette relation de réciprocité et de redevabilité pouvant ainsi se refléter dans les assemblages archéozoologiques.

- 9 La démarche archéologique repose sur l'étude des traces matérielles laissées par des systèmes d'activités passés. Nous désignons par trace tout produit, intentionnel ou non, de ces systèmes d'activités, qui perdure dans le temps, ces traces pouvant être matérielles ou immatérielles (telles que les données numériques par exemple, Galinon-Melenec *et al.*, 2015). Comme nous le discuterons dans les prochaines pages, les traces incluent donc les artefacts mais ne s'y limitent pas. Nous désignons par le concept d'*artefact* toute chose dès lors qu'une pensée instrumentale lui a été imposée. Cette chose peut à la fois être la finalité d'une activité et la logique instrumentale d'une autre (e.g., l'aiguille utilisée pour coudre un manteau ; elle-même confectionnée par le travail d'un fragment d'os). Ainsi, peuvent être artefacts une branche, un copeau de bois, une cuillère, des clous, des plumes, un bateau etc. Comme nous le verrons, le rapport à cet artefact ne peut être réduit à cette logique instrumentale, d'autres dimensions étant structurantes de cette ce rapport, telles que les systèmes de règles et de valeurs, le rapport au collectif, au temps et à l'espace (pour les courants cognitivistes de l'instrumentation et de l'instrumentalisation, voir Rabardel, 1995). Cette conception de l'artefact permet de suspendre le jugement quant à un présupposé degré de complexité, et de ne pas mettre la focale sur les procédés de son élaboration dans la définition de l'artefact (sortant d'une approche mécaniste de l'artefact). Ceci permet de sortir du registre de catégorisation des artefacts selon l'origine de leur fabrication, pour porter l'attention sur la façon dont ils s'insèrent dans les systèmes d'activités des personnes

ayant habité les lieux. Soulignons que nous employons la notion de système suivant les approches systémiques développées par Yrjö Engeström (2015). Elle n'est pas à comprendre ici selon la conception positiviste d'un système clos, déterminé et déterminant. Elle est plutôt à concevoir comme la mise en réseau de relations de dialogue, en perpétuel mouvement, en perpétuel changement (Engeström, 2015). De par les interrelations de dialogue entre les différents pôles du système, aucun de ces pôles ne peut être considéré isolément des autres. Selon cette conception de l'approche systémique, les systèmes sont des « tout ouverts » (pour reprendre l'expression de Kohn, 2017). Chaque système peut lui-même contenir une multitude de systèmes et ces systèmes interagissent avec d'autres systèmes ; ils ne sont pas à prendre comme des entités délimitées par des frontières.

- 10 Une conception causale du lien entre l'activité et la trace exclue de nos représentations les activités n'ayant pas laissé de trace. Par exemple, inclue-t-on dans nos représentations des sociétés paléolithiques la possibilité que des enfants soient en train de jouer à cache-cache dans la forêt ? Ainsi, l'émoi collectif autour de la capacité de Néandertal à confectionner des liens en fibre végétale, suscité en 2020 suite à la publication des travaux de Hardy *et al.* (2020) dans une des prestigieuses revues de Nature, traduit la non-représentation dans la pensée collective d'une éventuelle compétence de Néandertal à confectionner ces artefacts. Cet exemple (parmi d'autres) illustre bien la façon dont l'absence de prise en considération de la non-trace façonne nos représentations du passé (au risque de l'écueil d'une conception réductrice et simpliste des sociétés passées).
- 11 Les sites archéologiques³ de périodes récentes présentent souvent une richesse et une diversité de vestiges, traces matérielles d'activités passées, qui peut être mise en perspective avec les dimensions non-matérielles des sociétés. Ces dimensions sont accessibles grâce aux savoirs partagés par les personnes elles-mêmes sur leur propre histoire et leur propre culture. Les disciplines des sciences historiques et sociales, en particulier l'histoire et l'ethnographie, s'y intéressent, à travers l'étude des documentations écrites comme orales ou encore iconographiques (e.g., les perspectives géohistoriques Chouquer et Watteaux, 2013).
- 12 Dans ce contexte, une approche holiste des vestiges archéologiques, qui dépasse les barrières disciplinaires imposées par la spécialisation méthodologique, s'avère nécessaire pour étudier ces vestiges dans toute leur complexité, et ainsi éviter l'écueil d'un réductionnisme. Pour ce faire, une des voies possibles est d'initier une réflexion sur la façon dont les systèmes d'activités quotidiennes s'inscrivent dans des toiles de relationnalités. Nous désignons par *toiles de relationnalités* les réseaux d'interrelations qui se créent, dans le cours de leurs activités quotidiennes, entre les êtres qui se représentent le monde. Comme nous le développerons dans la prochaine partie, suivant l'approche développée par l'anthropologue Eduardo Kohn (2017), nous désignons par le concept de *représentation* les processus cognitifs⁴ de signification et d'interprétation qui font intervenir la perception du passé et l'intentionnalité future. Cette perspective permet de remettre en question l'amalgame qui est parfois fait par les archéologues entre bâtir et habiter, entre bâti et habitat. *Penser l'habiter* implique de penser avec et par le territoire.

2 - Aborder l'archéologie par une perspective de l'habiter

- 13 Les conceptions de l'anthropologue Eduardo Kohn (2017), qui reposent sur ses apprentissages auprès des Runas de la région d'Ávila (actuelle Équateur) avec qui il a travaillé et qui lui ont partagé une partie de leurs savoirs, sont un point de départ intéressant pour développer les réflexions sur cette démarche d'ouverture. Il cherche à développer une approche pour comprendre les relations des êtres humains avec les êtres non humains en s'intéressant aux processus, partagés dans le monde vivant, de représentation, qui constituent la base de toute pensée.
- 14 En distinguant les êtres qui sont capables de se représenter le monde par rapport aux choses qui en sont incapables, Kohn (2017 p. 131-133) remet en question l'idée de considérer comme des entités équivalentes l'ensemble des non-humains. Cette place accordée à la représentation permet ainsi de distinguer les *sois* (néologisme issu de la traduction de *selves* en anglais), qui, à l'inverse des *choses*, se représentent le monde. Chaque soi, humain et autre qu'humain⁵, se distingue des choses de par les propriétés ontologiquement uniques qu'il.elle possède, associées à sa nature sémiotique. Kohn (2017 p. 29) appuie ses réflexions sur les théories de la sémiotique développées par Charles Peirce au XIX^e siècle, pour remettre en question l'assimilation de la représentation au langage. La sémiose est le nom du processus vivant de signes par lequel une pensée en fait émerger une autre, qui elle-même en fait émerger une autre, ceci se reproduisant à l'infini, vers un futur potentiel (Kohn 2017 p. 61). Ainsi, tous les sois vivants font des choses pour le compte d'un futur possible, en se le représentant dans le présent. *L'à-propos*, c'est-à-dire la représentation, l'intention et le futur, est donc dans le monde, et constitue un trait structurant et intrinsèque de la dynamique vivante dans le monde biologique. La sémiose n'est donc pas caractéristique de l'esprit humain (Kohn, 2017 p. 110).
- 15 En accordant une place centrale aux processus d'intentionnalité et de signification, Eduardo Kohn (2017 p. 116) propose une approche permettant de rendre compte de la complexité des interrelations entre les sois, dans la vaste toile des relationnalités qu'il appelle *l'écologie des sois*. La dimension spatiale des toiles de relationnalités entre les sois est peu discutée dans l'approche de Kohn, mais elle peut être abordée à travers les approches de la géographie phénoménologique proposées par André-Frédéric Hoyaux, à partir de son travail avec des habitant.es de la région de Grenoble et Chambéry en France (Hoyaux, 2003). Ainsi, les toiles de relationnalités génèrent l'émergence de collectifs hybrides de sois, humains et autres qu'humains, qui peuvent avoir en commun, à différents degrés, des représentations partagées, et habiter collectivement des territoires. Les territoires émergent ainsi en tant que dimension spatiale de ces toiles de relationnalités, à travers les processus de domestication des espaces.
- 16 La question de la trace qui est laissée par la trame temporelle dans laquelle s'inscrivent ces processus de domestication et de territorialisation peut être abordée en s'inspirant des approches développées par l'anthropologue Tim Ingold (2000a), suite à de longues années de travail et d'apprentissage auprès des populations Saami et finlandaises de Laponie. En s'inspirant de la perspective de l'habiter d'Ingold (2000b) et de l'approche systémique constructiviste de Jean-Louis Le Moigne (1999 p. 46) nous proposons de considérer que les paysages sont une résultante dans le temps des processus de

territorialisation : les paysages émergent des processus relationnels dans lesquels les sois sont engagés, ils sont coconstruits par leurs activités quotidiennes. Les paysages sont donc la dimension matérielle des territoires habités. On peut ainsi emprunter à Ingold (2000b) le concept de *taskscape*, en tant qu'ensemble d'activités entrelacées de la vie quotidienne, et considérer que le *taskscape* est incorporé dans les paysages à travers le temps, qui est ici un temps social intrinsèque. Cette conception permet ainsi de penser l'habiter par le paysage, au-delà des seuls vestiges archéologiques qui y ont été laissées, et de sortir du registre capitaliste, extractiviste et utilitariste par lequel sont souvent considérées les relationnalités entre sois humains et autres qu'humains (cf *supra*).

3 - Intégrer la relation au territoire dans l'appréhension des vestiges archéologiques

- 17 Les conceptions de la relation au monde de Ingold (2000b) sont structurées autour du concept d'*affordance* développé par Gibson ([1979] 2014). Il conçoit les *affordances* comme étant des propriétés résidant au sein même des choses considérées en référence à un.e observateur.rice. En considérant les *affordances* par le prisme de la représentation (et non de la perception tel que le fait Gibson), les *affordances* peuvent être considérées comme des propriétés résidant au sein même des choses considérées en référence à un soi, en tant qu'*agent.e* (et non à un.e observateur.rice). Ceci nous permet de considérer la manière dont les rapports que les sois entretiennent avec les choses contribuent à façonner leurs appréhensions du monde. Cette approche permet ainsi de rendre plus robuste notre compréhension de la complexité des relations aux lieux, aux éléments du paysage et aux artefacts.
- 18 Considérons l'exemple de clous en fer du site South Aulatsivik 6 : dans leurs rapports à ces choses, les commerçant.es européen.nes pouvaient appréhender des registres d'utilisation et de valeurs culturellement, historiquement et socialement contingents, tels que le fait de les employer pour construire des postes de traite, des navires et embarcations, des maisons, les utiliser pour leur valeur d'échange etc. Les Nunatsiavummiut ont pu développer dans leurs rapports aux clous en fer, des utilisations et des registres de valeurs semblables, et d'autres différents comme le fait de les employer comme matière première et ainsi les transformer pour d'autres utilisations (hameçons, têtes de harpons, etc.), de les employer comme biens dans leurs propres réseaux d'échange, etc. (e.g., Fay, 2016 ; Pouliot 2020). L'ensemble de ces registres d'utilisations des choses est relatif à leurs *affordances*, qui sont culturellement, historiquement et socialement contingentes. L'exemple précédemment mentionné concernant l'utilisation de filets pour la chasse au phoque illustre bien le caractère socialement contingent des *affordances*. Là où les missionnaires moraves considéraient dans les filets des *affordances* permettant de chasser massivement et ainsi satisfaire leurs valeurs de rendement et de rentabilité, les Nunatsiavummiut voyaient dans les filets des *affordances* permettant d'infliger des morts aveugles et douloureuses qui allaient à l'encontre de leur système de règles et de valeurs reposant sur le respect et la réciprocité. La compréhension que nous avons de ces *affordances* émerge de la mise en perspective des vestiges archéologiques avec les connaissances que l'on a sur les dimensions non-matérielles de sociétés. Ces dimensions nous sont connues par les approches des sciences historiques et sociales et grâce aux savoirs partagés par les

personnes sur leur propre culture et leur propre histoire (telles que les histoires orales et les productions artistiques et culturelles de plus en plus largement diffusées avec l'ère du numérique et la réappropriation des outils de production, telles que les productions cinématographiques et documentaires autochtones). Susan Kaplan (2009) souligne les biais de représentation que s'étaient faits les archéologues travaillant au Labrador, qui, ayant constamment porté leur attention sur les sites archéologiques littoraux, en devenaient convaincu.es que les Inuit ne vivaient que sur la côte. Elle rappelle ainsi l'importance de la prise en considération de cette complexité des systèmes d'activités, et des limites que peut imposer la démarche archéologique prise isolément.

- 19 Cette conception des *affordances* rejoint en ce point la conception d'Appadurai (1986) sur les *régimes de valeur* des artefacts selon les différents moments de leurs itinéraires. Nous proposons donc de considérer que les affordances orientent l'action, dans le sens où les rapports aux choses contribuent à façonner nos appréhensions du monde, et nos modes d'être au monde, tant spatialement que temporellement. Les travaux de Béatrice Collignon avec les Inuinnait (Collignon, 1996) et de Claudio Aporta avec les habitant.es d'Igloodik (Aporta, 2004) se sont ainsi notamment intéressés à la façon dont, par exemple, le choix d'adopter des modes de déplacement différents au xx^e siècle, avec notamment l'utilisation de la motoneige et de l'embarcation de bois, s'insèrent plus largement dans l'émergence de nouveaux rapports à l'espace et au temps.

4 - De la diversité des choses à la diversité des traces

- 20 Le concept de *chose*, jusqu'à présent défini comme étant tout ce qui relève du non-soi, englobe pêle-mêle toute une diversité d'entités (le concept d'entité étant considéré comme ouvert ; e.g., une habitation, une fenêtre, un carreau, rejoignant la conception d'Hoyaux, 2003). La diversité de ces éléments implique de devoir adopter une diversité méthodologique et disciplinaire pour les aborder et essayer d'inférer, à partir de la compréhension que nous avons des traces, les systèmes d'activités qui les ont produites.
- 21 Le *sol*, au sens pédologique, est un terme générique désignant une infinie diversité de sois engagés dans des toiles de relationnalités complexes et de choses. Les pédologues (e.g., Brady et Weil, 2008 ; Broll *et al.*, 1999, IUSS Working Group WRB, 2015 ; Soil Classification Working Group, 2002 ; Tarnocai et Bockheim, 2011) emploient des termes tels que pédofaune, pédoflore et champignons pour désigner ces sois, qui vivent en étroite relation avec d'autres sois tels que les végétaux et animaux habitant la surface. Les recherches en sciences forestières des dix dernières années ont ainsi contribué à montrer la complexité des toiles de relationnalités animant les forêts, depuis les profondeurs des sols à la cime des arbres (Klein *et al.*, 2016, Simard et Wohlleben, 2016 ; Wohlleben et Tresca, 2017). Ces toiles de relationnalités sont tissées par les sois avec les choses dont le sol foisonne, telles que les entités minérales (e.g., des argiles, la roche-mère), des particules organiques décomposées, ou encore des vestiges archéologiques. En dehors de ceux-ci, s'intéresser aux autres choses qui constituent le sol et aux sois qui l'habitent est important pour comprendre les activités dans lesquelles ces vestiges ont été impliqués après le départ des habitant.es humains de ces lieux. Les études taphonomiques s'intéressent ainsi à reconstituer ces histoires à partir des traces laissées par ces activités et processus (e.g., Brugal, 2017 ; Thiébaud *et al.*, 2010). L'étude

de l'histoire des différents registres de mobilisation des vestiges (*i.e.*, l'étude de toutes les activités et processus à l'origine de leur conservation différentielle dans le temps), et plus largement l'histoire pédologique qu'ils contribuent à constituer, permet de donner une profondeur temporelle à l'histoire des itinéraires de ces traces. Cette approche de la temporalité de l'histoire des itinéraires des traces permet ainsi de questionner les temporalités des dynamiques d'accumulation et d'enfouissement. Cette approche permet plus largement de documenter les temporalités des activités quotidiennes des collectifs d'humains et d'autres qu'humains qui retiennent particulièrement l'attention des archéologues. L'un des enjeux qui se pose alors est celui de l'échelle temporelle que les approches méthodologiques permettent de questionner par rapport à la temporalité des activités étudiées.

- 22 Un autre ensemble de vestiges archéologiques concerne les choses qui firent à un moment partie de sois. Ceci concerne principalement les vestiges osseux, abondamment présents sur le site South Aulatsvik 6. Certains de ces vestiges peuvent notamment être considérés comme des artefacts (*e.g.*, un manche de couteau confectionné à partir du travail d'un os). En revanche, pour la majorité des vestiges osseux mis à jour lors des fouilles, la relation des humains à ces os s'insère dans des activités de chasse, de dépeçage, de stockage et culinaires qui concernent, tout ou partie, le corps du soi chassé (davantage que chaque os comme entité indépendante). L'archéozoologie étudie le statut quelque peu particulier de ces vestiges, en tant que traces de sois avec lesquels les habitant.es des lieux ont été en relation (pour une synthèse, Gifford-Gonzalez 2018). Elle cherche notamment à informer les modes d'engagement au monde de ces sois (*e.g.*, études isotopiques de la diète et des circulations géographiques ; étude des profils de la population). Elle s'intéresse aussi aux étroites relations quotidiennes de vivre-ensemble entre certains de ces sois autres qu'humains et les humains ayant habité les lieux (*e.g.*, études des os de chiens). En outre, elle cherche à comprendre les intentionnalités humaines qui ont pu motiver les relations de prédation (*e.g.*, activités de chasse, de boucherie, de stockage). Pour ce faire, les approches taphonomiques étudient dans quelle mesure l'assemblage osseux archéologique est un reflet de l'amas osseux issu des activités de chasse et de pêche.
- 23 L'importance des assemblages fauniques mis au jour sur l'ensemble des sites archéologiques des régions arctiques met en évidence la place centrale des activités de chasse et de pêche dans le quotidien des habitant.es des lieux (*e.g.*, Friesen *et al.*, 2016 ; Hood, 1998 ; Rankin, 2009 ; Woollett, 2003). Elles ne constituent bien sûr pas les seules activités de ces habitant.es. Il.elle.s s'adonnaient à une multitude d'autres activités, qui s'entrelacent dans le continuum du temps social, chaque activité pouvant occasionner une diversité de traces matérielles (*e.g.*, pour les relations dialogiques entre les activités de couture et de chasse, voir Edmunds *et al.*, 2019). La mise en dialogue de la diversité de ces traces matérielles est donc essentielle afin de faire émerger une narration historique sur les systèmes d'activités quotidiennes passées.

5 - Conclusion

- 24 La démarche réflexive proposée ici interroge les modes de construction du savoir que nous employons, en tant qu'héritier.es des épistémologies occidentales. Elle permet de souligner l'importance d'étudier les vestiges archéologiques par une approche de l'habiter ; en somme, décloisonner les barrières disciplinaires pour penser l'archéologie

par le territoire, avec les sciences historiques et sociales (géographie, anthropologie, histoire) et avec les savoirs partagés par les personnes elles-mêmes sur leur propre histoire et leur propre culture. Nous avons pris comme point de départ une réflexion s'ancrant sur les travaux de l'anthropologue Eduardo Kohn afin de mettre en perspective que les processus de représentation, d'interprétation, de signification et d'intentionnalité sont propres au monde vivant (aux sois), et prennent leur essor dans les interrelations complexes qui se tissent au sein de toiles de relationnalités.

- 25 Ceci nous a conduit à développer une réflexion sur la façon dont ces toiles de relationnalités s'inscrivent dans l'espace et dans le temps. En s'inspirant des travaux en géographie phénoménologique de André-Frédéric Hoyaux (2003) nous proposons d'aborder le territoire comme étant la dimension spatiale des toiles de relationnalités entre les sois qui, avec les choses, à travers leurs pratiques territoriales, domestiquent des espaces. En reprenant le concept de *taskscape* développé par Tim Ingold, en l'hybridant à nos réflexions sur la représentation, nous avons développé l'idée que ces toiles de relationnalités font foisonner des activités qui coconstruisent les paysages, à travers le temps. L'archéologie, en tant que discipline de la trace, peut documenter, à partir de l'étude des vestiges qu'elles ont laissés, ces systèmes d'activités passés, à travers une démarche inférentielle. Une réflexion sur les affordances des artefacts discute la nécessité de questionner la façon dont les rapports à ces choses orientent le rapport au monde des personnes qui les utilisent. Ceci nous amène à aborder la diversité des traces produites par les systèmes d'activités passés, et la nécessité de croiser différentes approches disciplinaires et méthodologiques pour les étudier.

BIBLIOGRAPHIE

Aporta C., 2004 - Routes, trails and tracks: Trail breaking among the Inuit of Igloolik, *Études/Inuit/Studies* 28 (2).

Appadurai A., 1986 - Introduction: commodities and the politics of value, in A. Appadurai (dir.), *The social life of things commodities in cultural perspective*, Cambridge University Press, Cambridge p. 3-63.

Arendt B. J. Y. M., 2011 - *Gods, Goods and Big Game: The Archaeology of Labrador Inuit Choices in an Eighteenth- and Nineteenth-Century Mission Context*, Unpublished doctoral's thesis, Charlottesville, University of Virginia, 472 p.

Bhabha H. K., 2006 - *The location of culture*, Routledge classics Routledge, London ;, 408 p.

Bohms J., 2015 - *Illuminating Inuit Life at Double Mer Point: The Excavation of an 18th-century Comunal Winter House*, Unpublished master thesis, St. John's, Memorial University of Newfoundland, 216 p.

Brady N. C., Weil R. R., 2008 - *The nature and properties of soils*, Pearson/Prentice Hall, Upper Saddle River, xvi, 965 p p.

Brice-Bennett C., 1981 - *Two Opinions: Inuit and Moravian Missionaries in Labrador 1804-1860*, Unpublished Master's thesis, St. John's Newfoundland, Memorial University of Newfoundland.

- Brice-Bennett C., 1990 - Missionaries as Traders : Moravians and the Inuit, 1771-1860, in R. E. Ommer (dir.), *Merchant credit and labour strategies in historical perspective*, Acadiensis Press, Fredericton, p. 223-246.
- Broll G., Tarnocai C., Mueller G., 1999 - Interactions between vegetation, nutrients and moisture in soils in the Pangnirtung Pass Area, Baffin Island, Canada, *Permafrost and Periglacial Processes* 10 (3).
- Brugal J.-P., 2017 - *TaphonomieS*, Archives Contemporaines, Paris, 536 p.
- Cabak M., 1991 - *Inuit Women as Catalysts of Change: An Archaeological Study of 19th Century Northern Labrador*, Unpublished master thesis, Clumbia, University of South Carolina.
- Cabak M., Loring S., 2000 - "A Set of Very Fair Cups and Saucers": Stamped Ceramics as an Example of Inuit Incorporation, *International Journal of Historical Archaeology* 4 (1).
- Chouquer G. r., 2008 - *Traité d'archéogéographie. La crise des récits géohistoriques.*, Paris, 199 p.
- Chouquer G. r., Watteaux M., 2013 - *Traité d'archéogéographie. L'archéologie des disciplines géohistoriques*, 2. Ed. Errance, Paris, 397 p.
- Collignon B., 1996 - *Les Inuits : ce qu'ils savent du territoire*, L'Harmattan, Paris, 254 p.
- Deagan K., 1998 - Transculturation and Spanish American Enthogenesis: The Archaeological Legacy of the Quincentenary, in J. G. Cusick (dir.), *Studies in culture contact : interaction, culture change, and archaeology*, Center for Archaeological Investigations, Southern Illinois University, Carbondale, p. 23-43.
- Descola P., 2015 - *Par-delà nature et culture*, Gallimard, Paris, 792 p.
- Edmunds D., Frieda M., Igloliorte C., 2019 - *Sewing in Nunatsiavut, Tradition and Transition Partnership*: Canada.
- Elliott D. A., 2017 - *Investigating the Effect of European Contact on Inuit-Animal Interactions in Labrador*, Unpublished master thesis, St. John's, Memorial University of Newfoundland, 287 p.
- Engeström Y., 2015 - *Learning by expanding : an activity-theoretical approach to developmental research*, Cambridge University Press, New York, 299 p.
- Fay A., 2008 - *Creating a Community Archaeology in Nain*, Unpublished master thesis, St. John's, Memorial University of Newfoundland, 150 p.
- Fay A., 2016 - *Understanding Inuit-European contact along the Labrador Coast: a case for continuity*, Unpublished doctoral's thesis, Sain-Jean, Memorial University of Newfoundland, 303 p.
- Friesen, T. M., Mason O. K., Friesen T. M., Mason O. K., 2016 - *The Oxford handbook of the prehistoric Arctic*, [Oxford handbooks] Oxford University Press, New York.
- Galinon-Melenec B., Zlitni S., Liénard F., 2015 - *L'Homme-trace -Inscriptions corporelles et techniques*, L'Homme trace 3. CNRS Éditions, Paris, 286 p.
- Gibson J. J., [1979] 2014 - *The Ecological Approach to Visual Perception*, Psychology Press, New York, 346 p.
- Gifford-Gonzalez D., 2018 - *An introduction to zooarchaeology*, Springer, Cham, Switzerland, 604 p.
- Hardy B. L., Moncel M. H., Kerfant C., Lebon M., Bellot-Gurlet L., Mélard N., 2020 - Direct evidence of Neanderthal fibre technology and its cognitive and behavioral implications, *Scientific Reports* 10 (1).

- Heinrich M., 2021 - *Critique de l'économie politique. Une introduction aux trois livres du Capital de Marx*, Smolny, Toulouse, 320 p.
- Hiller J. K., 1967 - *The foundation and the early years of the Moravian mission in Labrador, 1752-1805*, Master's thesis, St. John's, Memorial University of Newfoundland, 264 p.
- Hiller J. K., 1971 - Early Patrons of the Labrador Eskimos: The Moravian Mission in Labrador, 1764-1805, in R. Paine (dir.), *Patrons and Brokers in the East Arctic*, University of Toronto Press, Toronto, p. 74-97.
- Hood, B. C. 1998 - Theory on Ice: The discourse of eastern Canadian Arctic Paleo-Eskimo archaeology, *Acta Borealia* 12 (2).
- Hoyaux A.-F., 2003 - De l'espace domestique au monde domestiqué. Point de vue phénoménologique sur l'habitation, in B. a. Collignon et J.-F. o. Staszak (dir.), *Espaces domestiques : construire, habiter, représenter*, Bréal, Rosny-sous-Bois, p. 33-45.
- Ingold, T. 2000a - *The perception of the environment : essays on livelihood, dwelling and skill*, Routledge, London, 465 p.
- Ingold, T. 2000b - The Temporality of the landscape, in T. Ingold (dir.), *The perception of the environment : essays on livelihood, dwelling and skill*, Routledge, London, p. 189-208.
- IUSS Working Group WRB 2015 - *World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015 - International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps*, World Soil Resources Reports, Rome, 192 p.
- Jurakic I., 2007 - *Up North : European Ceramics and Tobacco Pipes at the Nineteenth-Century Contact Period Inuit Winter Village Site of Kongy (IgCv-7), Nachvak Fiord, Northern Labrador*, Unpublished master thesis, St. John's, Memorial University of Newfoundland, 162 p.
- Jusseret S., 2010 - Socializing geoarchaeology: Insights from Bourdieu's theory of practice applied to Neolithic and Bronze Age Crete, *Geoarchaeology* 25 (6).
- Kaplan S. A., 2009 - From Forested Bays to Tundra Covered Passes: Transformation of the Labrador Landscape, in B. Grønnow (dir.), *On the Track of the Thule Culture from Berin Strati to East Greenland*, Copenhagen, p. 119-128.
- Kelvin L. E., 2011 - *The Inuit-Metis of Sandwich Bay: Oral Histories and Archaeology*, Unpublished master thesis, St. John's, Memorial University of Newfoundland, 151 p.
- Klein T., Siegwolf, R. T. W., Körner C., 2016 - Belowground carbon trade among tall trees in a temperate forest, *Science (New York, N.Y.)* 352 (6283).
- Kleivan H., 1966 - *The Eskimos of northeast Labrador: a history of Eskimo-white relations, 1771-1955*, Norsk Polarinstitut, Oslo, 195 p.
- Kohn E., 2015 - Anthropology of Ontologies, *Annual Review of Anthropology* 44 (1).
- Kohn E., 2017 - *Comment pensent les forêts : vers une anthropologie au-delà de l'humain*, Zones sensibles, pactum serva, Bruxelles, 334 p.
- Kourampas N., 2012 - Soils, Sediments and Landscapes of Dwelling: Geoarchaeology and the Symmetrical Project, *Journal for Ancient Studies* 3.
- Le Moigne J. L., 1999 - *La modélisation des systèmes complexes*, Dunod, Paris, 178 p.
- Olsthoorn T., 2017 - Labrador Inuit on the Hunt: Seasonal Patterns, Techniques, and Animals as They Appear in the Early Moravian Diaries, *Études/Inuit/Studies* 41 (1-2).

- Poirier, S., 2016 - Ontologies, in É. d. a. contemporaines (dir.), *Anthropogen.org*, Paris.
- Pouliot L., 2020 - *Étude de l'impact des interactions culturelles sur les occupants de l'Habitation 1 de Double Mer Point : développement d'une nouvelle méthodologie pour l'étude des sites de contacts*, Québec, Université Laval, 257 p.
- Rabardel P., 1995 - *Les hommes & les technologies : approche cognitive des instruments contemporains*, Collection U. Série Psychologie Armand Colin, Paris, 293 p.
- Rankin L., 2009 - *An Archaeological view of the Thule/Inuit occupation of Labrador*, Memorial University of Newfoundland, St John's, 52 p.
- Rollmann H., 2011 - "So fond of the pleasure to shoot": The Sale of Firearms to Inuit on Labrador's North Coast in the Late Eighteenth Century, 2011.
- Rollmann H., 2018 - The Adoption of Christian Names and Surnames in the Moravian Communities of Nunatsiavut, Labrador, *Journal of Moravian History* 18 (2).
- Said E. W., 1978 - *Orientalism*, Pantheon Books, New York.
- Said E. W., 1994 - *Culture and imperialism*, Knopf, A. A., New York, 380 p.
- Simard S., Wohlleben P., 2016 - *Intelligent Trees*, TerreWEB et U. o. B. Columbia, Nordmedia: Canada.
- Soil Classification Working Group 2002 - *The Canadian System of Soil Classification*, NRC Research Press, Ottawa, 96 p.
- Tarnocai C., Bockheim J., 2011 - Cryosolic soils of Canada: Genesis, distribution, and classification, *Canadian journal of soil science* 91 (5).
- Thiébaud C., Coumont M.-P., Averbouh A., 2010 - *Introduction : l'approche taphonomique, une nécessité en archéologie*, Société du Musée national de préhistoire et de la recherche archéologique, Les Eyzies de Tayac, Lisbonne, Portugal, 13-20 p.
- Treude E., 1974 - *Nordlabrador : Entwicklung und Struktur von Siedlung und Wirtschaft in einem polaren Grenzraum der Okumene mit 37 Tabellen und 30 Abbildungen*, Westfälische Geographische Studien 29. Institut für Geographie und Länderkunde der Universität und der Geographischen Kommission für Westfalen, Münster, 300 p.
- Viveiros de Castro E. B., 2014 - *Perspectivisme et multinaturalisme en Amérique indigène*, 161-181 p.
- Whiteley W. H., 1961 - The Records of the Moravian Mission in Labrador, *The American Archivist* 24 (4).
- Whiteley W. H., 1964 - The Establishment of the Moravian Mission in Labrador and British Policy, 1763-83, *Canadian Historical Review* 45 (1).
- Whiteley W. H., 1966 - The Moravian Missionaries and the Labrador Eskimos in the Eighteenth Century, *Church History: Studies in Christianity and Culture* 35 (1).
- Whiteley W. H., 1980 - *Mikak*, Université Laval/University of Toronto.
- Williamson A. H., 1964 - *Population Movement and the Foode Gathering Economy of Northern Labrador*, Unpublished master thesis, Montreal, McGill University.
- Wilson S., Breen A. V., DuPré L., 2019 - *Research & Reconciliation: Unsettling Ways of Knowing through Indigenous Relationships*, Canadian Scholars, Toronto, 253 p.
- Wohlleben P., Tresca C., 2017 - *La vie secrète des arbres : découvertes d'un monde caché*, Éditions MultiMondes, [Montréal, Québec].

Woollett J. M., 2003 - *An historical ecology of Labrador Inuit culture change* Unpublished PhD Thesis, New York, University of New York, 681 p.

NOTES

1. À partir des années 1771, les *Brethren Missionaries*, missionnaires protestant.es originaires de Moravie, initièrent la mise en place d'un réseau colonial de missions sur les territoires Inuit le long des côtes septentrionales du Labrador. Leurs tractations avec le *Board of Trade* britannique leur conféra un monopole commercial et religieux sur les régions où il.elle.s s'implantèrent. Leur entreprise missionnaire reposait sur une articulation entre commerce au poste de traite (gras et peau de phoque, poisson séché, fourrures) et évangélisation religieuse (voir e.g., Brice-Bennett 1981, Kleivan 1966).
2. terme invariable, ne s'accordant ni en genre, ni en nombre.
3. Nous employons la notion de « site archéologique » en tant que construit par les archéologues pour désigner un lieu qu'ils.elles considèrent comme remarquable de par les vestiges matériels qui y sont observés.
4. Reprenant la conception de Kohn, nous employons le terme de « *processus cognitif* » au sens large de processus permettant de connaître, c'est-à-dire de pouvoir identifier quelqu'un.e, quelque chose, ce qu'il.elle.s sont, qui il.elle.s sont, sans référence à un quelconque degré de complexité. Comme le souligne Kohn, sa conception de la représentation au-delà de l'humain permet de « *provincialiser le langage* » sans ostraciser les questions relatives à la représentation (Kohn, 2017, p. 30 sqq, p.122). Soulignons que Kohn considère le langage comme une propriété humaine ; toutefois, nombre de recherches en éthologie ont montré la richesse et la complexité langagière chez certaines espèces, bien que l'on puisse effectivement envisager que le langage humain permette un degré d'abstraction plus important que les autres langages (e.g., Marzluff et Angell, 2005).
5. Le terme autre qu'humain, que nous empruntons à la philosophe des sciences Vinciane Despret, permet d'inclure les sois qui ne sont pas humains dans le champ de l'altérité, pour ainsi verbaliser que les relations d'altérité ne relèvent pas d'une spécificité humaine.

RÉSUMÉS

La posture endossée par les chercheur.es structure les problématiques qu'il.elle.s abordent et leurs choix quant aux approches employées pour les étudier. Cet article offre une réflexion sur l'importance de questionner nos postures paradigmatiques, qui structurent notre rapport à la recherche. Elle a émergé de recherches menées en collaboration avec le Gouvernement du Nunatsiavut et la communauté de Nain (Nunatsiavut, Labrador, Canada). Celles-ci contribuent à pluraliser les narrations historiques sur la période coloniale, en s'intéressant à la diversité des choix des Nunatsiavummiut concernant leurs relations avec le système missionnaire. Cette discussion, articulant archéologie et géographie, développe une approche relationnelle du territoire par l'habiter et questionne la trace laissée par les systèmes d'activités quotidiennes à travers le temps et l'espace. Une réflexion sur les façons d'appréhender la complexité des relations aux lieux, au paysage et aux artefacts nous amène à aborder la diversité des vestiges

mis au jour, et la nécessité d'une mise en dialogue des disciplines pour étudier les systèmes d'activités passés à partir de leurs traces.

AUTEURS

HÉLOÏG BARBEL LE PAGE

doctorant, Université de Laval, Département des sciences historiques. Chaire de recherche Sentinelle Nord sur les relations avec les sociétés inuit / heloig.barbel.1@ulaval.ca

DOMINIQUE TODISCO

maître de conférences, Université Rouen Normandie UMR IDEES 6266 / dominique.todisco@univ-rouen.fr

JAMES WOOLLETT

professeur titulaire, département des sciences historiques Université de Laval / james.woollett@hst.ulaval.ca