



BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ
PRÉHISTORIQUE
FRANÇAISE

TOME 119
NUMÉRO 1
JANVIER-MARS
2022

SOMMAIRE / CONTENTS

ARTICLES

- Justin GUIBERT — L'outillage sur galet au Paléolithique ancien en Europe de l'Ouest : étude technicofonctionnelle de l'UA G de la Caune de l'Arago (Tautavel, France) 7
Lower Palaeolithic pebble tools in Western Europe: a technicofunctional study of AU G of Caune de l'Arago Cave (Tautavel, France)
- Nicole PIGEOT — L'objet « lame » : un épiphénomène technique, économique, culturel et cognitif 37
The "blade" object: a technical, economic, cultural, and cognitive epiphenomenon
- Aurélié SALAVERT, Françoise TOULEMONDE, Rémy AURAY, Caroline HOERNI, Guillaume HUITOREL, Ivan LAFARGE — Présentation de l'expérimentation d'agriculture de type néolithique menée à l'archéosite du parc de la Haute-Île (Neuilly-sur-Marne, France) : mise en œuvre et résultats des cultures céréalières 49
Presentation of the Neolithic-type agriculture experiment of the « parc de la Haute-Île » (Neuilly-sur-Marne, France): implementation and first results from the cereal plots
- Guillaume BRUNIAUX, Victor LEGRAND, Éric BOUCHET, François LÉVÊQUE, Catherine LOUBOUTIN, Vivien MATHÉ, Vincent ARD — Discussions sur la complémentarité de la méthode géomagnétique et de l'imagerie aérienne pour l'étude des enceintes néolithiques du Centre Ouest de la France 77
Comparing geomagnetic and aerial imagery for the study of Neolithic enclosures in Central Western France

ACTUALITÉS SCIENTIFIQUES / SCIENTIFIC NEWS

DÉCOUVERTES RÉCENTES / RECENT DISCOVERIES

- Nicolas SAMUELIAN, Katia MEUNIER, Nathalie AMEYE, Valérie DELATTRE — Une sépulture du Néolithique récent dans une fosse à profil en Y-V à Marolles-sur-Seine « La Pierre Rognure » (Seine-et-Marne, Île-de-France) 105
A Late Neolithic grave in a pit with Y-V shaped sections in Marolles-sur-Seine « La Pierre Rognure » (Seine-et-Marne, Île-de-France)

CORRESPONDANCE / CORRESPONDENCE

- Sébastien PLUTNIAK — L'analyse topologique des remontages archéologiques : la méthode TSAR et le package R Archeofrag 105

RÉSUMÉS DE THÈSE / THESIS ABSTRACTS

- Elisa CARON-LAVIOLETTE (2021) — (Ré)occupations : réflexions autour de la variabilité magdalénienne à travers une séquence exceptionnelle d'occupations à Étiolles 114
- Clément PARIS (2021) — La période du Gravettien dans la zone loessique du Nord de la France : traditions culturelles et dynamiques de peuplement 117

COMPTES RENDUS / REVIEWS

- ARMBRUSTER Barbara (2021) — Les ors de l'Europe atlantique à l'âge du Bronze : technologies et ateliers, par Claude MORDANT 120

VIE DE LA SOCIÉTÉ / SPF EVENTS — Hommages : Santiago Uceda Castillo le dernier jalon de la coopération franco-péruvienne en préhistoire (1954-2018) : 122 ; Gilbert Fages (1941-2022) : 125 ; Itinéraire du « *rancher archaeologist* » : George C. Frison (1924-2020) : 128 ; Jean-Louis Guendon (1947-2022) : 133 – Assemblée générale de la SPF : 134.

LA SOCIÉTÉ PRÉHISTORIQUE FRANÇAISE

La Société préhistorique française, fondée en 1904, est une des plus anciennes sociétés d'archéologie. Reconnue d'utilité publique en 1910, elle a obtenu le grand prix de l'Archéologie en 1982. Elle compte actuellement près de neuf cents membres parmi lesquels près de quatre cents bibliothèques, universités ou associations sont, en France et dans le monde, abonnées au *Bulletin de la Société préhistorique française*.

Tous les membres de la Société préhistorique française peuvent participer :

- aux séances scientifiques de la Société – Plusieurs séances ont lieu chaque année, en France ou dans les pays limitrophes. Le programme annuel est annoncé dans le premier *Bulletin* et rappelé régulièrement. Ces réunions portent sur des thèmes variés : bilans régionaux ou nationaux sur les découvertes et travaux récents ou synthèses sur une problématique en cours dans un secteur de recherche ou une période en particulier;
- aux Congrès préhistoriques de France – Ils se déroulent régulièrement depuis la création de la Société, actuellement tous les quatre à six ans. Leurs actes sont publiés par la Société préhistorique française. Depuis 1984, les congrès se tiennent sur des thèmes particuliers;
- à l'assemblée générale annuelle – L'assemblée générale se réunit en début d'année, en région parisienne. Elle permet au conseil d'administration de rendre compte de la gestion de la Société devant ses membres et à ceux-ci de l'interpeller directement. Le renouvellement partiel du conseil se fait à cette occasion.

Les membres de la Société préhistorique française bénéficient :

- d'information et de documentation scientifiques – Le *Bulletin de la Société préhistorique française* comprend, en quatre livraisons de 200 pages chacune environ, des articles, des comptes rendus, une rubrique d'actualités scientifiques et une autre sur la vie de la Société. La diffusion du bulletin se fait par abonnement annuel. Les autres publications de la SPF – Mémoires, Travaux, Séances, fascicules des Typologies de la Commission du Bronze, Actes des Congrès, Tables et index bibliographiques ainsi que les anciens numéros du *Bulletin* – sont disponibles au siège de la Société préhistorique française, sur son site web (avec une réduction de 20% pour les membres de la SPF et téléchargement gratuit au format PDF lorsque l'ouvrage est épuisé) ou en librairie.
- de services – Les membres de la SPF ont accès à la riche bibliothèque de la Société, mise en dépôt à la bibliothèque du musée de l'Homme à Paris, ainsi qu'à la *Newsletter* de la SPF.

Régie par la loi de 1901, sans but lucratif, la Société préhistorique française vit des cotisations versées par ses adhérents. Contribuez à la vie de notre Société par vos cotisations, par des dons et en suscitant de nouvelles adhésions autour de vous.

CONSEIL D'ADMINISTRATION DE LA SOCIÉTÉ PRÉHISTORIQUE FRANÇAISE EN 2022

Membres

Tiers renouvelable en janvier 2023

Arnaud BLIN, Dominique COMMELIN, Catherine DUPONT, Caroline HAMON,
Olivier LEMERCIER, Ludovic MEVEL, Vincent MOURRE, Aurélie SALAVERT

Tiers renouvelable en janvier 2024

Sylvain DUCASSE, Christophe GILABERT, José GOMEZ DE SOTO,
Héloïse KOEHLER, Daniel MORDANT, Nicolas NAUDINOT, Rebecca PEAKE, Marc TALON

Tiers renouvelable en janvier 2025

Colas GUÉRET, Isabelle KÉROUANTON, Claire MANEN, Claude MORDANT,
Roland NESPOULET, Jean-Marc PÉTILLON, Martin SAUVAGE, Jean-Denis VIGNE

Bureau de la Société préhistorique française

Président : Jean-Denis VIGNE

Secrétaire générale : Caroline HAMON – *Secrétaires généraux adjoints* : Sylvain DUCASSE, Ludovic MEVEL

Trésorier : Daniel MORDANT – *Trésorier adjoint* : Jean-Marc PÉTILLON

Les autres fonctions au sein du CA de la Société préhistorique française :

Séances de la SPF

José GOMEZ DE SOTO, Claire MANEN, Claude MORDANT et Nicolas NAUDINOT

Patrimoine de la SPF et archives

Dominique COMMELIN et Roland NESPOULET

Site Internet et outils de communication

Dominique COMMELIN

Relations avec le pôle éditorial de la MSH Mondes

Ludovic MEVEL et Caroline HAMON

Bulletin de la Société préhistorique française

Voir en deuxième de couverture

Éditions non périodiques

Responsables : Arnaud BLIN et Martin SAUVAGE – *Comité éditorial* : Ludovic MEVEL, Daniel MORDANT et Jean-Denis VIGNE

Relations internationales

Héloïse KOEHLER et Rebecca PEAKE

Membre d'honneur : M. Clive GAMBLE.

Présidents d'honneur : M^{me} C. ÉLUÈRE, MM. J. CLOTTES, Y. COPPENS, H. de LUMLEY, J. GUILAINE, J.-P. MOHEN, C. CONSTANTIN.

Anciens Présidents : É. RIVIÈRE, L. BONNEMÈRE, A. de MORTILLET, Dr BALLEST, Dr BAUDON, A. GUÉBHARD, Dr HENRI-MARTIN, L. COUTIL, A. VIRÉ, E. HUE, Dr ATGIER (1914-1918), J.-A. LE BEL, A. VIRÉ, PAGES-ALLARY, P. de GIVENCHY, J.-A. LE BEL, Dr R. de SAINT-PÉRIER, G. COUNTRY, L. DESSAILLY, L. COUTIL, Dr F. RÉGNAULT, G. POISSON, A. VAYSON de PRADENNE, P. ROYER, Colonel VÉSIGNÉ, Dr P. RIVET, E. VIGNARD, SAINT-JUST PÉQUART, Abbé H. BREUIL, A. CABROL, Colonel PUPIL, H. DESMAISONS, Dr STEPHEN-CHAUVEY (1940-1945), L. COUTIER, M. EXSTEENS, Colonel VÉSIGNÉ, M^{lle} H. ALIMEN, J. BLANCHARD, G. GAUDRON, A. LEROI-GOURHAN, L.-R. NOUGIER, Abbé H. BREUIL, Dr A. CHEYNIER, C. ARAMBOURG, Dr R. JULLIEN, M. CHASSAING, R. JOFFROY, M^{lle} H. ALIMEN, P.-R. GIOT, M^{lle} G. HENRI-MARTIN, J.-J. HATT, L. BALOUT, R. JOFFROY, J. CHAVAILLON, R. GROSJEAN, H. DELPORTE, G. BAILLOUD, M^{me} A. LEROI-GOURHAN, J. BRIARD, J. HINOUT, F. CHAMPAGNE, M^{me} de SONNEVILLE-BORDES, Y. COPPENS, A. CHOLLET, J. ROCHE, E. BONIFAY, J. CLOTTES, J.-P. MOHEN, B. VANDERMEERSCH, G. GAUCHER, F. CHAMPAGNE, F. POPLIN, J.-P. MOHEN, C. ÉLUÈRE, J.-C. BLANCHET, A. TUFFREAU, A. CHOLLET, C. CONSTANTIN, J. LECLERC, C. BURNEZ, D. MORDANT, J.-P. FAGNART, C. LOUBOUTIN, G. PION, L. SALANOVA, J. JAUBERT, C. MORDANT, C. MANEN.



ÉDITORIAL

Chères et chers sociétaires,

Comme toutes les premières livraisons de l'année, ce volume 2022 du *Bulletin de la Société préhistorique française* comporte, outre un contenu scientifique riche et diversifié, une dizaine de pages de compte rendu de l'assemblée générale annuelle. Elles traduisent encore cette année – et en dépit de la pandémie – l'implication, la dynamique et, de façon générale, la bonne santé de notre association dans toutes les missions que lui confèrent ses statuts.

En 2021, l'animation et l'échange scientifique ont été largement nourris par le Congrès préhistorique de France, magnifiquement organisé (à distance) par nos collègues toulousains du 31 mai au 4 juin, avec ses 800 inscrits et ses 200 à 300 connexions par jour, ainsi que par les deux séances d'avril (« Recontextualiser Lascaux à la lueur des traditions culturelles de la fin du Dernier Maximum glaciaire ») et d'octobre (« Actualité des recherches sur la préhistoire des Balkans »). Trois autres séances sont en cours d'organisation pour 2022. La première sur les systèmes techniques lithiques mésolithiques (28 et 29 octobre, Nanterre), la seconde sur les dernières avancées sur pétroarchéologie du silex (novembre, Lyon) et la dernière sur Emile Rivière, co-fondateur de notre Société (décembre, Saint-Germain-en-Laye). Au titre de l'animation et des échanges, il faut souligner la très riche et utile rubrique « [À noter](#) » de notre site web, de plus en plus fréquentée.

Les quatre livraisons 2021 de notre *Bulletin*, fleuron de l'activité d'éditeur national et international de la SPF, ont été marquées par de nombreuses contributions de grande qualité, par un heureux retour du débat scientifique franc, direct mais respectueux, et par la mise à disposition d'un nouveau service, ô combien appréciable, de « ressources en ligne ». Il s'y ajoute la mise à disposition en libre accès sur notre site internet d'une nouvelle livraison des Séances, *[En mouvement : Mobilités des hommes, des objets et des idées pendant le Paléolithique supérieur européen](#)*, coéditée avec notre association jumelle d'outre-Rhin, la Hugo Obermaier Gesellschaft ; ainsi que la parution de deux volumes de mémoires, l'un consacré à l'emblématique site de [Pincevent](#) et au développement de l'ethnologie préhistorique, l'autre, paru dans les premières semaines de 2022, sur [les productions lithiques du quart nord-ouest de la France entre les 3^e et 2^e millénaires av. n.è.](#) Ces deux volumes portent à 69 le nombre de mémoires de la SPF, une somme de connaissances auxquels s'ajoutent notamment les 10 volumes de travaux et les 28 volumes d'actes des Congrès préhistoriques de France.

« Émettre des vœux sur toutes questions intéressant la Préhistoire et la Protohistoire et intervenir, s'il y a lieu, auprès des autorités compétentes pour les faire adopter » est le 6^e alinéa du premier article de nos statuts. Comme elle l'avait fait à propos de la Loi de programmation pour la recherche en 2020, la SPF sera attentive à l'évolution de sujets particulièrement sensible : le financement de l'archéologie programmée par le Ministère de la Culture et notre place au sein de l'édition scientifique en Préhistoire dans un contexte devenu, on ne peut que le regretter, très concurrentiel.

La bonne santé de l'association s'exprime aussi en termes budgétaires. Grâce à une vigilance de chaque instant et à une gestion financière très professionnelle, les comptes sont sains et équilibrés.

Ils le restent en dépit d'une érosion inexorable du nombre de nos abonnés mais grâce au soutien sans faille, encore récemment renouvelé, de nos partenaires institutionnels que sont le CNRS et la Sous-Direction de l'Archéologie du Ministère de la Culture.

Enfin, ce dynamisme s'exprime dans l'investissement de celles et ceux d'entre nous qui organisent des manifestations scientifiques sous l'ombre de la SPF, proposent des articles ou des volumes à l'édition ou s'impliquent dans le Conseil d'administration. Sur ce dernier point, il faut remercier tout particulièrement les membres sortants, J.-P. Fagnard, M. Ilett, C. Montoya et S. Rigaud, tout autant que les nouveaux entrants (C. Gilibert, C. Guéret, I. Kerouanton, A. Salavert). Stable depuis plusieurs années, le Bureau du Conseil d'administration connaît cette année un important renouvellement : départ de la Présidente, Claire Manen, à qui nous devons beaucoup, remplacée par Jean-Denis Vigne ; retour au Secrétariat général de Caroline Hamon, épaulée par Sylvain Ducasse ; glissement de Jean-Marc Pétillon qui quitte le secrétariat pour assister Daniel Mordant à la Trésorerie.

Parmi les nombreux objectifs qu'il se fixe, ce nouveau Conseil d'administration vise en premier lieu la qualité et le volume des productions éditoriales et des manifestations scientifiques, l'équilibre des finances et la viabilité du modèle économique de l'association, ainsi que le rôle d'acteur national et international de la SPF dans le domaine de l'archéologie pré- et protohistorique, et ce en lien étroit avec les institutions et avec les autres organisations partenaires, françaises ou étrangères. Durant ses prochaines séances (enfin en présentiel, espérons-le !), le Conseil d'administration examinera comment faire progressivement évoluer le modèle associatif qui est le nôtre, sans en rien renier mais en l'amplifiant d'actions au service de la recherche et de la valorisation participative du patrimoine archéologique. Cette éventuelle ouverture sur une dimension participative répond à une incontestable et rapide évolution de nos sociétés, mais aussi à notre volonté collective de toujours mieux partager les savoirs et de communiquer de manière plus efficace sur nos méthodes et nos pratiques scientifiques. Elle pourrait être de nature à renouveler notre vocation associative née il y a bien longtemps, dans un monde où être bénévole n'avait pas la même signification qu'aujourd'hui.

En vous laissant le plaisir de découvrir cette nouvelle livraison du *BSPF* (la 119^e !) nous vous souhaitons à toutes et à tous une santé aussi bonne que celle de notre belle Association.

Le bureau de la Société préhistorique française

L’outillage sur galet au Paléolithique ancien en Europe de l’Ouest

Étude technicofonctionnelle de l’UA G de la Caune de l’Arago (Tautavel, France)

Justin GUIBERT

Résumé : L’étude de la production et de l’utilisation de l’outillage sur galet contribue à une meilleure compréhension de la diversité des systèmes techniques du Paléolithique ancien européen. Le site acheuléen mondialement connu de la Caune de l’Arago (Tautavel, France) a livré une importante quantité de pièces classées comme « galets aménagés » en comparaison avec des assemblages similaires de cette période. L’unité archéostratigraphique G (UA G) datée du SIM 12 et communément appelée « sol G » a livré à elle seule, bon nombre des « galets aménagés » de ce site. Ce terme de « galet aménagé » englobe et masque une diversité technique, puisqu’il recouvre autant des matrices fonctionnelles (outils) que des matrices productionnelles (nucléus). En partant de ce constat, l’objectif de cette étude est de mener une analyse technicofonctionnelle de ces objets afin d’illustrer la variabilité technique, morphologique et fonctionnelle de ces pièces. L’analyse de 402 galets aménagés permet de constituer différents technotypes d’outils par niveaux d’occupations (Gs1, Gm2, Gm3 et Gi4) au sein de l’UA G. Dès lors, ces résultats questionnent la place de ces outils sur galet au sein de l’outillage de la Caune de l’Arago, mais aussi des technocomplexes du Paléolithique ancien en Europe de l’Ouest. Enfin, ce phénomène technique permet également de discuter de l’essence et de ce que l’on attribue bien souvent à l’Acheuléen.

Mots-clés : Galet aménagé, Pléistocène moyen, Acheuléen, analyse technicofonctionnelle, système technique.

Abstract: The world-renowned Paleolithic site of Caune de l’Arago Cave (Tautavel, France) has yielded large quantities of archaeological and paleontological material in over more than 50 years of excavations that were first undertaken by Professor Henry de Lumley and his team. The sedimentary accumulation, some 15 meters thick (Perrenoud et al., 2016), covers the entire Middle Pleistocene, between 690,000 years BP and 95,000 years BP (de Lumley et al., 1984, 2015; Falguères et al., 2004, 2015).

This unique stratigraphic sequence provides information not only on the paleoclimatic and paleoenvironmental history of the Tautavel-Vingrau valley but also about the prehistoric populations of the European Lower Paleolithic through its 55 occupation levels. The sedimentary fill is divided into four phases (lower, middle, upper and summit) and excavations are focused on the middle phase which constitutes most of the sequence (9 meters thick). This phase is divided into three sub-phases correlated from bottom to top to marine isotopic stages 15 to 12.

Archaeostratigraphic Unit G (AU G), dated by radiometric methods to about 438 ± 31 kyr (Falguères *et al.*, 2015) and connected to MIS 12, is the spatio-temporal framework of our study. The research aim is to understand the place and technicofunctional variability of lithic industries classified as "galets aménagés" from the archaeological levels of AU G (Gs1, Gm2, Gm3 and Gi4). This macro-tools made from pebbles had been the subject of typo-analytical (Laplace, 1968) and morpho-statistical (de Lumley, 1978; Geleijnse, 1981; Kalli, 1984; Lebel, 1984; Millogo-Kallo, 1984; Gezgin, 1986; Beyene, 1991; Voinchet-Zulli, 1991) studies which concluded that there was little standardisation of the tools and a great variability of chopper "types".

This review is in line with the historical continuity of these works, but since an epistemological and methodological revision, we have apprehended these prehistoric objects using a standardised protocol. This new study has led us to question the originality of these “galets aménagés” while discussing what is hidden behind this appellation.

Firstly, we characterised the raw materials used by the prehistoric knappers by petrographic and morphometric analyses, which indicate that massive ovoid limestone pebbles (> 1000 g) and “light” quadrangular milky quartz pebbles (<500 g) were preferred. This dichotomy is probably due to economic and technical choices as the volumetric criterion is the presence of peripheral convexities adjacent to the natural flat surfaces (cortical). In addition, we evaluated the taphonomic aspect of the objects by qualifying their surface condition in order to ascertain the importance of this factor on our technological reading.

We subsequently carried out a techno-typological seriation with the aim of discriminating the potentially functional pieces, i.e. those with a well-identified active cutting part. Four types were proposed as follows:

1/ Pieces discriminated as “core” (N=100; 24.9%) corresponding to artefacts with a production vocation, some of which may have a functional potential.

2/ Other elements were classified as “pebbles” (N=62; 15.4%), which are equivalent to pieces that do not have any production use or functional potential, the majority of which may be fractured/diaclassed pebbles that are very close to geofact/gelifact.

3/ A few pieces have been classified as “manuports” (N=5; 1.2%), because these pebbles have significant percussion marks located on the proximal and distal parts.

4/ Finally, the industries referred to as “shaped objects” (N=235; 58.5%) make up the majority of this lithic series and present a functional potential.

Secondly, the shaped pebbles (N=235) were analysed according to relevant technico-functional criteria.

The methodological protocol we adopted comes from scientific research initiated by É. Boëda in the early 1990s and formalised by M. Lepot in 1993 using the term “théorie artisanale de l’outil” (Boëda, 1992; Lepot, 1993). This systemic approach to the prehistoric tool breaks it down into at least three sub-systems or Techno-Functional Units (TFU). A Receptive Contact of energy (RC); a Prehensive Contact of the tool (PC); a Transformative Contact with the material to be transformed (TC).

In line with this approach, our observations focused on the position of the cutting edges on the supports and the associations of the different TFUs, particularly with regards to the Prehensive Contact (PC) / Transformative Contact (TC) or cutting part.

The 235 pebbles resulting from a shaping operation and presenting a functional potential were also the subject of a technical biography following the creation of diacritical diagrams (Dauvois, 1976).

Following the application of the technico-functional criteria, the results are as follows:

1/ The archaeological level Gs1 showed a technical and structural variability of six pebble tool technotypes illustrated by diversified TFU pairs (table 2).

2/ The Gm2 level presents a diverse six technotypes of tool, some of which are similar to Gs1 and the so-called “light” matrices (< 500 g) dominate these two units.

3/ Within the Gm3 level, we have also constituted five technotypes of pebble tool, which illustrate a strong technical, morphological and structural variability. Nevertheless, this unit has matrices with a consequent volumetric excess compared to the industries of the previous levels. The technotypes with massive pebbles (> 1000 g) are more frequent and probably indicate singular functional activities.

4/ Finally, the lower level of AU G offers many similarities with Gm3 both in terms of the morphometric and volumetric criteria of the matrices, as well as in terms of the variety of similar technotypes.

In view of the results obtained for the “galets aménagés” of AU G of Caune de l’Arago Cave, this technico-functional rereading (TMS) has made it possible to go beyond the simple hylemorphic scheme of previous studies and to reveal the technical, morphological, structural and functional variability of these pebble tool matrices. These variabilities express the sociological, technical and symbolic behaviour of the Lower Palaeolithic populations associated with what is known as the “Acheulean technocomplexe”.

Keywords: Pebble tools, Middle Pleistocene, Acheulean, technico-functional analysis, technical system.

La diversité actuelle des expressions techniques du Paléolithique ancien européen s’exprime à travers une grande variabilité des productions lithiques au sein d’un technocomplexe que l’on nomme « Acheuléen » (Villa, 1981 ; Santonja et Villa, 2006 ; Nicoud, 2011, 2013 ; Rocca, 2013 ; Rocca *et al.*, 2016 ; Moncel *et al.*, 2018, 2020). L’apparition de ce phénomène est souvent marquée de façon conjointe avec l’émergence de la technologie bifaciale. Celle-ci émerge en Afrique de l’Est dès 1,7 Ma (Beyene *et al.*, 2013 ; Diez-Martin *et al.*, 2015 ; Semaw

et al., 2018), au Levant dès 1,5 Ma (Goren-Inbar *et al.*, 2000) et au Maghreb vers 1,3 Ma (Gallotti *et al.*, 2021). En Europe occidentale, nous retrouvons cet « Acheuléen » qu’aux alentours de 0,7 Ma (Moncel *et al.*, 2018) marqué par la présence de pièces bifaciales sur les sites de Notarchirico en Italie (Piperno, 1999 ; Moncel *et al.*, 2019) ou bien de La Noira en France (Moncel *et al.*, 2013). À cela, nous pourrions ajouter les récentes découvertes de pièces bifaciales sur le site de La Boella dans le Nord-Est de l’Espagne, daté entre 1 et 0,9 Ma (Vallverdú *et al.*,

2014 ; Mosquera *et al.*, 2015, 2016). Bien souvent rattaché à l'unique présence ou absence de l'artefact bifacial, nous sommes en mesure de nous demander, de quoi le phénomène Acheuléen est-il l'histoire ? Entre diffusion (Vallverdú *et al.*, 2014) et convergence technique (Boëda, 2014), cet insaisissable Acheuléen mérite d'être revu à travers l'analyse de la production d'autres types d'outils ou de supports d'outils. C'est à travers la part outillée sur galet que nous nous engageons dans ce débat, en prenant l'exemple de l'UA G du site de la Caune de l'Arago datée du SIM 12 (Falgüères *et al.*, 2015).

En effet, la grande unité archéostratigraphique G est celle qui témoigne de la plus forte concentration de ce type d'objet lithique à travers l'intégralité de l'assemblage, avec 457 pièces. Ce « niveau » est aussi le plus riche du remplissage stratigraphique fouillé jusqu'à présent (Grégoire *et al.*, 2007). Les différentes études menées sur ce macro-outillage sur galet (de Lumley, 1978 ; Geleijnse, 1981 ; Kalli, 1984 ; Lebel, 1984 ; Millogo-Kallo, 1984 ; Gezgin, 1986 ; Beyene, 1991 ; Voinchet-Zuili, 1991) font état d'une grande variabilité morphologique et d'une omniprésence des industries lithiques de type « chopper », c'est-à-dire aménagés partiellement sur une seule face.

Néanmoins, les descriptions et classifications morphologiques mises en place par les études successives sur ce matériel ont permis de faire émerger un « morpho-type à tranchant sans pointe convexe » (Gezgin, 1986). Dans cette perspective typo-descriptive (Bordes, 1950 et 1961), certains de ces travaux placent ces éléments archéologiques dans « un continuum évolutif qui caractérise l'industrie sur galet de la Caune de l'Arago » (Gezgin, 1986 ; Voinchet-Zuili, 1991) ce qui veut dire que d'après les auteurs, tous ces galets outillés seraient liés les uns aux autres à travers le temps (entre les différentes UA) pour tendre vers des productions de plus en plus sophistiquées. Sur les 457 pièces identifiées via une requête sur la base de données du Centre européen de recherches préhistoriques de Tautavel (CERPT), seules 402 éléments ont pu être analysés. Les pièces manquantes n'ont pu être retrouvées dans les collections du CERPT.

L'objectif de cette étude technicofonctionnelle est bien de comprendre la perception que l'on a de ces industries sur galets de l'Arago, au sein de l'UA G mais plus largement dans la caractérisation et la définition de ce que l'on nomme « Acheuléen » en Europe occidentale. En d'autres termes, qu'elle est la variabilité et la place de ces outils sur galet au sein de la panoplie d'outils acheuléens ?

LE SITE DE LA CAUNE DE L'ARAGO : UN PRÉCIEUX TÉMOIN DE LA VARIABILITÉ TECHNIQUE DES INDUSTRIES DU PALÉOLITHIQUE ANCIEN

Le site archéologique et paléontologique de la Caune de l'Arago se situe sur le territoire de la commune de Tautavel, dans les Pyrénées-Orientales (France) à

une vingtaine de kilomètres au nord-ouest de Perpignan. Celui-ci s'inscrit dans le paysage sous la forme d'une vaste cavité karstique qui domine la plaine de Tautavel-Vingrau, à une altitude d'environ 187 mètres NGF. Découvert par le pharmacien et naturaliste perpignanais Joseph Farines à la fin des années 1820 (Descamps, 2005 ; Lefebvre, 2006), la *Caverne d'Argou* (de Serres et Farines, 1829) ne fera l'objet de fouilles programmées et de recherches de laboratoires que sous l'impulsion du professeur Henry de Lumley à partir du mois d'avril 1964. Dès lors, d'importants travaux interdisciplinaires de terrain et en laboratoire seront assurés par son équipe, au sein du Centre européen de recherches préhistoriques de Tautavel (CERPT). L'intérêt scientifique de la Caune de l'Arago est toujours d'actualité puisqu'il constitue un véritable conservatoire artefactuel/naturel *in situ*, essentiel pour l'étude et la compréhension des comportements des populations humaines du Pléistocène moyen en Europe de l'Ouest.

Le remplissage stratigraphique puissant d'une quinzaine de mètres d'épaisseur, nous renseigne sur l'histoire paléoclimatique et paléoenvironnementale de la vallée de Tautavel-Vingrau, entre 690 000 ans BP et 95 000 ans BP (de Lumley *et al.*, 1984 ; Falgüères *et al.*, 2004 ; Han *et al.*, 2010 ; Falgüères *et al.*, 2015 ; de Lumley *et al.*, 2015). L'accumulation sédimentaire qui s'y est déposée essentiellement durant le Pléistocène moyen, révèle l'alternance de phases climatiques humides, tempérées ou froides avant 560 000 ans BP et de phases sèches et froides ou bien humides et tempérées, entre 560 000 ans BP et 95 000 ans BP (Perrenoud *et al.*, 2018). Ce remplissage sédimentaire a été divisé en quatre complexes stratigraphiques : inférieur, moyen, supérieur et terminal ; et témoigne de 55 subdivisions archéostratigraphiques correspondant à autant d'occupations humaines. Il s'agit là, aussi, d'un des intérêts principaux de ce site majeur du Pléistocène moyen en Europe car il présente une diversité d'occupations humaines au sein de contextes climatiques variés pour l'ensemble de cette période.

Dans le cadre de cette étude, seules les industries lithiques sur galet de l'UA G datée à 438 ± 31 ka (Falgüères *et al.*, 2015) ont été étudiées. L'unité archéostratigraphique G d'une épaisseur de 80 cm se présente comme un amas d'objets archéologiques et paléontologiques d'une très forte densité, sans vraiment une accumulation sédimentaire stérile entre les différents niveaux d'occupations individualisés. Ainsi, ce fameux « sol G » divisé en quatre occupations humaines ou sous-unités archéostratigraphiques (Gs1, Gm2, Gm3 et Gi4) a grandement contribué à la renommée internationale de la Caune de l'Arago. C'est lui qui a livré il y a 50 ans, le 22 juillet 1971, la face du vingt-et-unième fossile humain de ce site, le célèbre Arago XXI (de Lumley, 2015). De même, l'ensemble de l'UA G totalise 93 des 152 restes humains exhumés à ce jour, attribués anthropologiquement à des *Homo erectus tautavelensis* (de Lumley, 2015) ou à des *Homo heidelbergensis* (Rosas et De Castro, 1998). En association avec ces restes humains de nombreux restes

de faunes et d'industries lithiques ont été découverts. D'ailleurs, plusieurs travaux sur la biostratigraphie, la paléocologie ou bien la taphonomie ont concerné cette UA et permis de mettre en évidence des différences de dynamiques d'accumulations sédimentaires, faunistiques et polliniques, témoignant de variations paléoclimatiques entre les différents niveaux (Desclaux, 1992 ; Lartigot, 2007 ; Rivals et Moigne, 2007 ; Lebreton *et al.*, 2017 ; Lebreton, 2018).

D'un point de vue taphonomique l'ensemble du remplissage est affecté par un important soutirage karstique qui profondément modifié le dépôt originel des éléments archéologiques et paléontologiques (de Lumley *et al.*, 1981, 1984 ; Perrenoud, 1993 ; de Lumley *et al.*, 2015). À cela s'ajoute une importante poche décarbonatée résultant probablement d'une accumulation conséquente de guano de chauve-souris. L'impact de ce guano riche en phosphates, additionné à des infiltrations/percolations d'une eau devenue acide, a affecté fortement une partie du remplissage (Miskovsky, 1997).

Par ailleurs, la Caune de l'Arago a livré une abondante industrie lithique qui couvre l'ensemble du Pléistocène moyen, entre 690 000 et 95 000 ans BP. L'assemblage de la grande unité archéostratigraphique G ou « sol G » est constitué de plus de 20 000 objets lithiques (Barsky, 2001 et 2013 ; Garcia-Garriga, 2011) exhumés au cours des 54 années de fouilles sur le site. D'un point de vue typologique, nous retrouvons des classes d'objets permettant de rattacher l'Arago à ce que l'on nomme « acheuléen » (Tuffreau, 2004, p. 83) tels que des outils sur éclat (éclats bruts, racloirs, encoches et denticulés) associés à quelques éléments issus du façonnage (bifaces, hachereaux et galets aménagés). On observe également une économie de la matière première, les pièces bifaciales sont principalement confectionnées dans de la cornéenne et les galets aménagés dans du calcaire, du quartz (hyalin mais surtout laiteux) et rarement dans du grès-quartzite. Au niveau pétrographique, les roches employées sont assez diversifiées même si leur provenance est souvent locale (moins de 5 km) pour les quartz et le calcaire alors que les roches siliceuses plus rares, type silex, proviennent pour la grande majorité de plus de 30 km (Grégoire, 2000).

D'un point de vue technologique, l'UA G se caractérise par l'emploi massif du débitage par percussion bipolaire sur enclume (Soriano *et al.*, 2010 ; Barsky, 2013) utilisée notamment pour l'exploitation des galets de quartz et de quartzite. Le concept de débitage repose dans l'application d'un algorithme ou SSDA (Système par Surface de Débitage Alternée ; Forestier, 1993) majoritairement utilisé pour l'exploitation des matrices de matière première sous forme de galets pour produire des éclats à dos naturel cortical (un dos opposé à un tranchant naturel). Une des particularités de ces niveaux du complexe moyen de l'Arago est l'intense fragmentation des roches et notamment du quartz laiteux provoquant l'apparition de nombreux débris avec aussi des éclats dont les stigmates de taille ne sont pas toujours reconnaissables conformément à la fracturation de roches grenues (de Lumley et Barsky,

2005 ; Foucault et Raoult, 2010). Le schème opératoire de façonnage a été étudié notamment via les pièces bifaciales dans le cadre d'une thèse de doctorat mettant en évidence la polyfonctionnalité de ces outils emblématique du Paléolithique ancien (Viallet, 2016).

Au sein de l'effectif typologique de l'UA G, 457 pièces identifiées comme « galets aménagés » ont été sélectionnées pour composer le corpus de notre étude sans qu'il y ait de raccord ou de remontage dans la série. Elles se répartissent suivant les quatre sous-unités archéostratigraphiques ou niveaux d'occupations de l'UA G (Gs1, Gm2, Gm3 et Gi4). Le tableau synthétique suivant illustre cette répartition (tabl. 1).

En premier lieu, celui-ci nous informe que sur les 457 pièces identifiées, uniquement 402 ont pu être étudiées puisque ces éléments manquants, n'ont pu être localisés dans les réserves du CERPT.

Par la suite, au sein de ces pièces initialement caractérisées comme « galets aménagés », une sériation technotypologique classique (Tixier *et al.*, 1980), nous a permis de les classer en quatre groupes différents :

1/ Les pièces discriminées par nous, comme « nucléus » (n=100 ; 24,9%) correspondant à des artefacts à vocation productionnelle uniquement, mais qui avaient été interprétés comme outils par les études antérieures.

2/ D'autres éléments ont été classés comme « galets » (n=62 ; 15,4%), ces derniers, équivalent à des pièces qui ne présentent aucune exploitation productionnelle, ni un potentiel fonctionnel, il peut s'agir pour une bonne majorité de galets fracturés/dioclases se rapprochant fortement du géofact/gélifact.

3/ Quelques pièces ont été sériées comme « manports » (n=5 ; 1,2%), car ces galets possèdent d'importants stigmates de percussion localisés sur les parties proximale et distale. Elles pourraient correspondre à ce que l'on appelle communément des percuteurs et/ou enclumes.

4/ Enfin, les pièces dénommées « objets façonnés » (n=235 ; 58,5%) composent la majorité de cette série lithique et présentent un potentiel fonctionnel illustré par l'étude de leur schème opératoire de façonnage. Cette catégorie est retenue pour illustrer la variabilité technico-fonctionnelle des « galets aménagés » de l'UA G de la Caune de l'Arago.

La composition lithologique de ces pièces est assez diversifiée même si nous pouvons noter que trois catégories de matières premières se distinguent : le calcaire (n=171 ; 42,5%), le quartz laiteux (n=84 ; 20,9%) et le grès-quartzite (n=60 ; 14,9%). L'approvisionnement est quasi-exclusivement local, puisque ces catégories lithologiques se retrouvent dans l'environnement proche de la grotte à savoir les alluvions de la rivière le Verdoube, qui serpente en contrebas du site archéologique (Grégoire, 2000 ; Barsky *et al.*, 2005). Celles-ci se présentent sous la forme de galets, de plus ou moins grande taille. Généralement, les matrices de calcaire sont massives, volumineuses et de forme ovale/oblongue, alors que les matrices en quartz laiteux sont plus légères, moins volumineuses et de forme quadrangulaire. Cela peut

Dénomination		Effectif Gs1	Effectif Gm2	Effectif Gm3	Effectif Gi4	Effectif total	%
Types	Matières premières						
Nucléus	<i>Calcaire</i>	1	15	3	9	100	24,9%
	<i>Grès</i>	-	-	1	2		
	<i>Grès-quartzite</i>	1	5	6	6		
	<i>Quartz hyalin</i>	1	-	2	2		
	<i>Quartz laiteux</i>	5	4	11	10		
	<i>Quartzite</i>	-	-	-	-		
	<i>Roches éruptives</i>	-	2	3	2		
	<i>Marne-cornéenne</i>	-	-	-	-		
	<i>Micro-gneiss</i>	-	-	-	-		
	<i>Micaschiste</i>	-	-	1	4		
	<i>Cristal de roche</i>	-	-	3	1		
Objets façonnés	<i>Calcaire</i>	13	20	36	36	235	58,5%
	<i>Grès</i>	-	5	5	5		
	<i>Grès-quartzite</i>	4	7	17	10		
	<i>Quartz hyalin</i>	1	2	4	1		
	<i>Quartz laiteux</i>	6	14	13	14		
	<i>Quartzite</i>	2	2	1	-		
	<i>Roches éruptives</i>	-	-	1	-		
	<i>Marne-cornéenne</i>	-	1	-	-		
	<i>Micro-gneiss</i>	-	-	4	-		
	<i>Micaschiste</i>	-	3	-	4		
	<i>Cristal de roche</i>	-	1	-	3		
Manuports	<i>Calcaire</i>	-	1	-	1	5	1,2%
	<i>Quartz hyalin</i>	-	1	-	-		
	<i>Quartz laiteux</i>	-	1	1	-		
Galets	<i>Calcaire</i>	3	8	8	17	62	15,4%
	<i>Grès</i>	1	-	3	4		
	<i>Grès-quartzite</i>	-	2	1	1		
	<i>Quartz hyalin</i>	1	-	-	-		
	<i>Quartz laiteux</i>	-	2	2	1		
	<i>Quartzite</i>	-	1	-	-		
	<i>Roches éruptives</i>	-	-	-	-		
	<i>Marne-cornéenne</i>	-	1	-	-		
	<i>Micro-gneiss</i>	-	2	-	-		
	<i>Micaschiste</i>	-	-	2	2		
	<i>Cristal de roche</i>	-	-	-	-		
Total		39	100	128	135	402	100,0%

Tabl. 1 – Décompte général des pièces étudiées selon leur catégorie technique et leur matière première.

Table 1 – Table of the pieces studied according to their technical category and raw material.

s'expliquer suivant deux aspects fondamentaux et non négligeables. Tout d'abord, par l'origine gîtologique primaire de ces galets. Le calcaire provient de l'érosion de blocs issus de l'encaissant, alors que le quartz laiteux est généralement issu de formes filoniennes et possède donc naturellement une morphologie quadrangulaire. Mais aussi par une sélection volontaire de matrices possédant

des critères volumétriques et technicofonctionnels précis, dans ce que l'on peut nommer « une perception affordante du bloc » (Boëda, 2021, p. 86).

L'APPROCHE TECHNICOFONCTIONNELLE COMME MOYEN D'ACCÈS À DES OUTILS SUR GALET HORS DE NOTRE MÉMOIRE

La relecture des galets aménagés de l'UA G de l'Arago s'inscrit dans une façon singulière de percevoir l'objet préhistorique à partir de ses caractères technicofonctionnels (Boëda, 2013, 2021). Le protocole méthodologique retenu s'inscrit dans les recherches entamées depuis les années 1990 à l'Université Paris-10 Nanterre. Cette approche dite « structurelle » trouve ses origines dans une trajectoire scientifique impulsée par Éric Boëda (1992) au début des années 1990 et formalisée par Michel Lepot en 1993 dans un mémoire de maîtrise sous le terme de « théorie artisanale de l'outil » (Lepot, 1993). Depuis, elle fut appliquée à diverses séries paléolithiques dans des contextes spatio-temporels variés (Brenet, 1996 ; Boëda, 1997, 2001, 2005 et 2013 ; Bourguignon, 1997 ; Soriano, 2000 ; Bonilauri, 2010 ; Bodin, 2011 ; Nicoud, 2011 ; Chevrier, 2012 ; Rocca, 2013 ; De Weyer, 2016 ; Manclossi, 2016 ; Viallet, 2016 ; Mathias, 2018). Cette orientation analytique singulière puise ses fondements théoriques dans l'œuvre de L. Von Bertalanffy pour l'analyse systémique (1973) et dans celle de P. Rabardel (1995) à propos de l'ergonomie et de la dualité homme-outil. Suivant ces préceptes, l'outil est pensé non seulement en système au sein d'une triade humain/objet/matière mais également comme système puisqu'il est décomposable en quatre sous-structures.

Dans ce cadre, les concepts d'instrumentalisation et d'instrumentation (Rabardel, 1995) sont mobilisés pour penser les contraintes techniques et culturelles qui régissent les relations entre l'outil, l'humain et la matière d'œuvre. Pour les processus d'instrumentalisation, celles-ci sont extrinsèques (caractéristiques de la matière d'œuvre, impact de l'environnement, ainsi que la mémoire technique héritée par l'artisan préhistorique) et intrinsèques (la structuration de l'objet technique analysé). En ce qui concerne les processus d'instrumentation, ils sont régis par des contraintes liées aux schèmes d'utilisation, structurant l'objet technique suivant trois relations : la relation contraignante de l'outil avec la matière d'œuvre ; la relation contraignante de l'outil avec l'humain ; la relation contraignante de l'humain, de l'outil et de la matière d'œuvre dans un rapport de spatialité (Boëda, 2021, p. 44-45). Compte tenu de ce fond théorique, l'outil préhistorique est d'abord perçu comme un objet technique que l'on doit décomposer pour mieux cerner les intentions premières des artisans de la Préhistoire.

Pour l'analyse de l'outillage sur galet de l'UA G de l'Arago, nous avons mobilisé cette approche conjointement à une lecture technologique classique (Tixier *et al.*, 1980) qui s'oriente plutôt, vers une connaissance des différentes étapes de la « chaîne opératoire » (Mauss, 1947 ; Leroi-Gourhan, 1964 ; Creswell, 1983 ; Lemonnier, 1983 et 2004). Ainsi, l'approche technicofonctionnelle permet avant tout de déchiffrer les conséquences fonctionnelles retranscrites dans les traces laissées par la phase de production de l'objet. Comme énoncé précédemment, cette

perception systémique de « l'outil » préhistorique (Boëda, 1992, 2021 ; Lepot, 1993) le découpe en au moins quatre sous-systèmes (ou sous-structures) ou Unités-Techno-Fonctionnelles (UTF) :

- une partie transmettrice de l'énergie ;
- une partie préhensible (en contact avec la main de l'artisan) ;
- une partie transformative ;
- un fil transformatif (premier élément en contact avec la matière d'œuvre).

Conformément à cette décomposition, nous observons la position des tranchants sur les supports et les associations des différentes UTFs et notamment du couple partie préhensible/partie transformative ou partie tranchante. Une fois les UTFs tranchantes individualisées, elles sont décrites suivant ces critères (fig. 1) : l'angle de coupe (dièdre), la délinéation frontale (rectiligne, concave, convexe, denticulée), la délinéation sagittale (rectiligne, courbe et avoyée) et la nature du plan de coupe (biplan, plan-concave, plan-convexe, biconcave, biconvexe et concavo-convexe).

De même, la reconstitution virtuelle des étapes de la vie de l'objet technique, depuis la phase de sélection de la matière première jusqu'à son abandon, passe par une lecture dynamique et la réalisation de schémas diacritiques pour établir une biographie technique de chaque pièce (Dauvois, 1976). Ces schémas sont en soi une première interprétation par une synthèse technique et une vision objective de l'objet lithique mettant en exergue les zones/unités technicofonctionnelles comme derniers témoins de son fonctionnement inscrit dans la matière.

La notion de structure (Sigaut, 1991) est aussi privilégiée pour « déchiffrer » l'intention fonctionnelle de l'artisan afin d'éviter toute simplification morphologique, puisqu'un système peut fonctionner même quand une structure ne coïncide pas avec une forme qui l'accompagne, ce qui renvoie à des systèmes « dialogiques » (Forestier, 2000). Par conséquent, l'objet façonné sera analysé suivant des critères objectifs de nature technique, morphologique et structurelle (fig. 1). La finalité de notre analyse est de proposer des technotypes d'outils (que nous nommerons aussi à l'occasion : groupes technicofonctionnels) permettant d'illustrer la variabilité technique de ce qui se cache derrière ces « galets aménagés » de l'UA G de la Caune de l'Arago. Cette variabilité, comme nous le verrons, questionne à la fois, la pertinence de nos outils d'analyse et de nos cadres chronoculturels. L'approche technicofonctionnelle se pose ainsi, comme un des moyens d'accès à la compréhension d'objets que le temps a placés hors de notre mémoire technique, symbolique et culturelle.

RÉSULTATS

Analyse technicofonctionnelle des outils sur galet de l'UA G par niveaux archéologiques

Au cours des 54 années de travaux de terrain, le site de la Caune de l'Arago a livré un total de 623 « galets

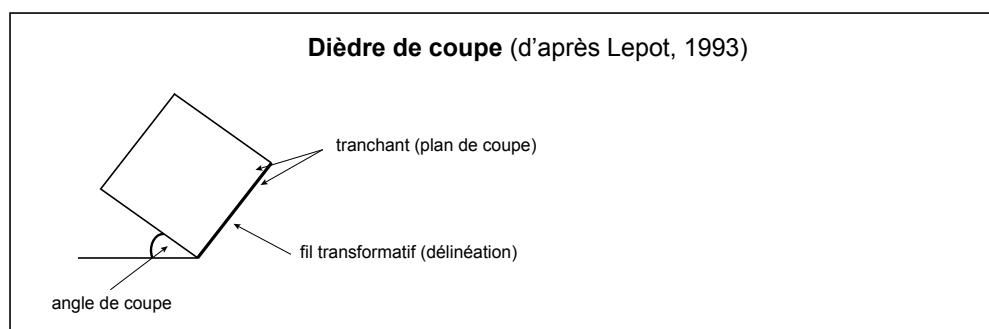
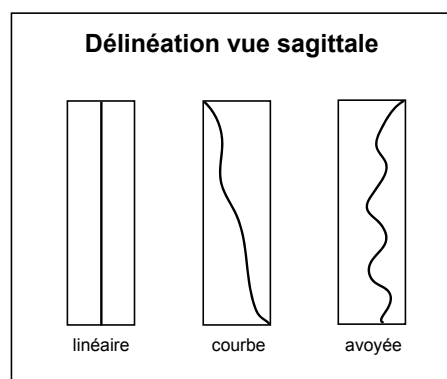
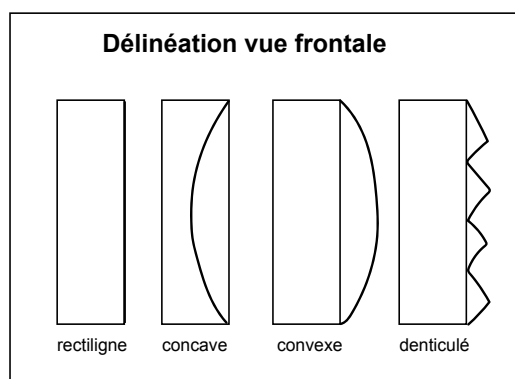
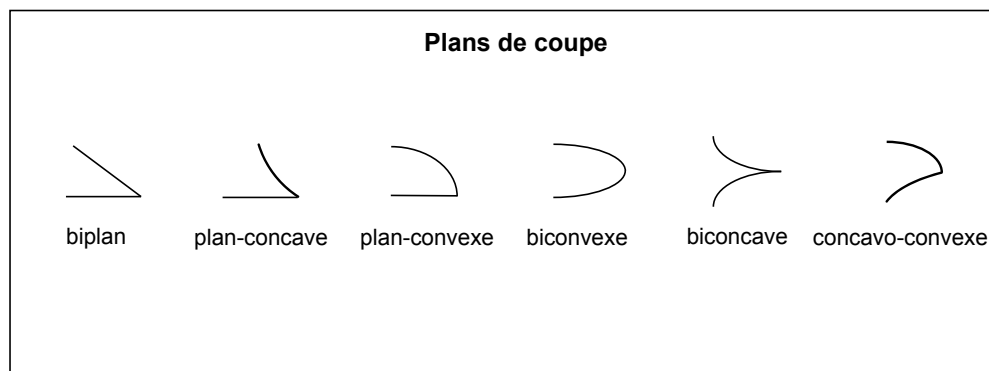
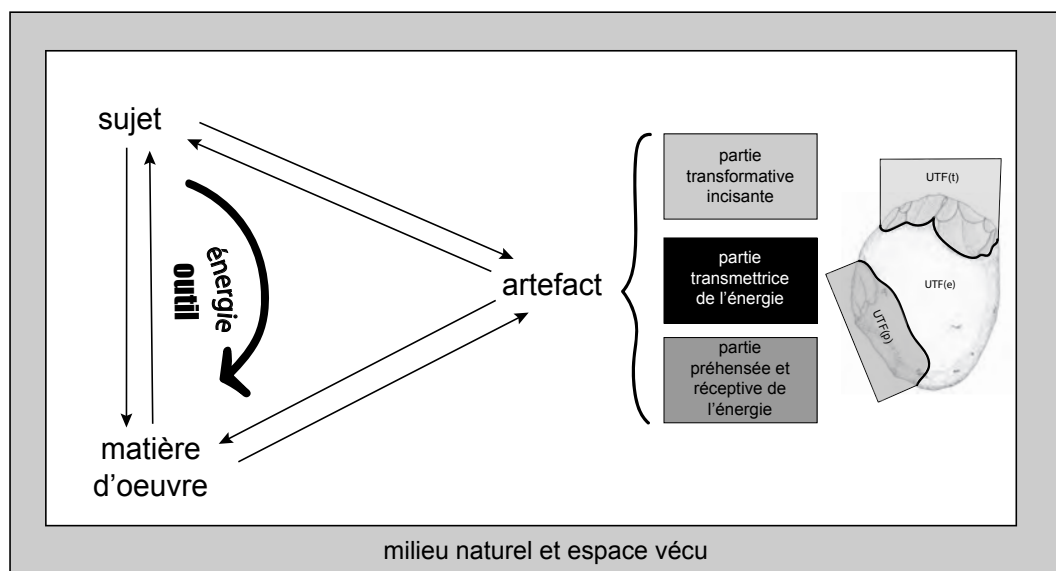


Fig. 1 – 1, schéma de la décomposition structurale de l'outil en Unités-Techno-Fonctionnelles (UTF) (inspiré de Boëda, 2013) ;
2, critères retenus pour l'analyse technicofonctionnelle des galets aménagés (d'après Rocca, 2013, modifié).

Fig. 1 – 1, diagram of the structural decomposition of the tool into Techno-functional Units (TFU) (inspired by Boëda, 2013);
2, criteria retained for the technicofunctional analysis of pebble tools (after Rocca, 2013, modified).

aménagés ». L'unité archéostratigraphique G est celle qui en compte le plus grand nombre, avec un total de 457 pièces. L'étude technicofonctionnelle a été réalisée sur un échantillon de 402 pièces présentant un état de conservation globalement correct, même si certains éléments ont été affectés par des dépôts de calcite rendant la lecture un peu plus compliquée. Parmi ces 402 galets aménagés, seules 235 pièces ont été classées comme résultant d'un schème opératoire de façonnage et possédant un potentiel fonctionnel. Les résultats présentés se basent sur ce corpus d'outils. D'un point de vue lithologique, trois matières premières ont été sélectionnées préférentiellement pour la production de ces outils sur galet, à savoir : le calcaire, le quartz laiteux et le grès-quartzite provenant de l'environnement proche du site (Grégoire, 2000). L'analyse a révélé des variabilités techniques et structurelles illustrées par les différents technotypes d'outils constitués par niveau archéologique. À ce titre, les deux sous-unités archéostratigraphiques Gs1 et Gm2 présentent une même diversité de six groupes technico-fonctionnels. Les niveaux Gm3 et Gi4 livrent, quant à eux, cinq technotypes d'outils sur galet. Comme nous le verrons dans la présentation des résultats par niveau, certains technotypes témoignent d'une même organisation structurelle mais de caractères volumétriques différents. En effet, dans cette étude, les outils sont regroupés en technotypes suivant la position et la morphologie de leur partie transformative (tranchante) en vue frontale. On remarquera également que certains niveaux partagent des technotypes similaires et donc peut-être une variabilité technique semblable. Dans un souci de clarté, nous allons présenter succinctement les résultats généraux et le nombre de technotypes d'outils par niveau. Au sein des quatre parties consacrées à la présentation de ces résultats, nous intégrerons deux à trois exemples d'analyse technicofonctionnelle, illustrée par des schémas diacritiques et des photographies des artefacts lithiques. À la fin de cette partie consacrée à la synthèse des résultats, un tableau synthétique illustrera en détail les spécificités de chaque technotype d'outils sur galet de cette UA G de la Caune de l'Arago.

Les outils sur galets du niveau archéologique Gs1

Ce niveau a livré initialement 39 pièces classées comme galets aménagés. Suite à une première sériation techno-typologique que nous avons décrite précédemment, 26 pièces ont été sélectionnées et analysées suivant des critères technicofonctionnels. Ces observations nous ont appris qu'une sélection volumétrique, massive et dimensionnelle des matrices s'est opérée, à partir d'une matrice-type quadrangulaire et/ou ovoïde, d'une masse d'environ 700 grammes et de dimensions moyennes avoisinant 106 mm de longueur et 82 mm de largeur. De cette étude se dégage un critère morphologique fondamental qui est celui de la présence de convexités adjacentes à des surfaces planes naturelles et de la recherche de matrices à section transversale quadrangulaire. De fait, si ces condi-

tions sont réunies, la mise en place du schème opératoire de façonnage est facilitée avec l'aménagement de tranchants représentés par la diversité des sous-structures de parties transformatives mises en évidences. Nous constatons également, une prédominance de l'aménagement unifacial des supports, ainsi qu'une dichotomie entre supports massifs et supports légers.

L'application du protocole analytique fait émerger la constitution des six groupes technicofonctionnels ou technotypes d'outils sur galet présentés ci-après :

- technotype n° 1 : outil unifacial à tranchant transversal concave (n=4) ;
- technotype n° 2 : outil unifacial massif à tranchant transversal convexe (n=4) ;
- technotype n° 3 : outil unifacial à tranchant transversal denticulé (n=3) ;
- technotype n° 4 : outil unifacial massif à tranchant latéral convexe (n=3) ;
- technotype n° 5 : outil unifacial à tranchant latéral denticulé (n=7) ;
- technotype n° 6 : outil unifacial à tranchant bord/pointe denticulé convexe (n=5).

Puisque nous ne pourrions pas être trop exhaustifs, nous allons présenter uniquement deux exemples d'analyse technicofonctionnelle de pièces représentant les technotypes n° 1 et 5. Ces deux exemples permettront de mettre en évidence la portée de cette approche ainsi que la variabilité technique et structurelle de ces galets aménagés.

L'exemple du technotype n° 1

Ce premier technotype d'outils sur galet de la sous-unité archéostratigraphique Gs1 est composé de quatre pièces quadrangulaires à tranchant transversal concave. L'aménagement de la partie active se fait suivant une récurrence d'enlèvements sécants sur une seule face de la matrice lors d'une séquence de façonnage. Le tranchant est ensuite aménagé par une phase de confection de quelques enlèvements permettant de corriger ses caractères morphologiques et structuraux. Le reste du galet est volontairement laissé brut de modification, puisqu'une sélection de critères techniques naturels a été effectuée lors de la collecte de cette matrice. Cette partie corticale remplit tous les objectifs techniques voulus par l'artisan préhistorique. Par conséquent, elle n'a donc pas besoin d'être modifiée pour devenir efficiente. Ce choix technique entre dans ce que l'on peut appeler une sélection par affordance (Boëda, 2021, p. 86). Nous verrons que la majorité des pièces étudiées de l'UA G de l'Arago ont fait l'objet d'une sélection de ce type. Pour en revenir aux caractéristiques des outils de ce technotype, leur morphologie est quadrangulaire en vue frontale et en section transversale. Deux sous-structures (UTF-CT/UTF-CP) peuvent être mises en évidence. La partie transformative s'oppose à une partie préhensible uniquement corticale et la matière première utilisée est exclusivement du calcaire. L'unité technofonctionnelle transformative (UTF-CT) se présente sous la forme d'un

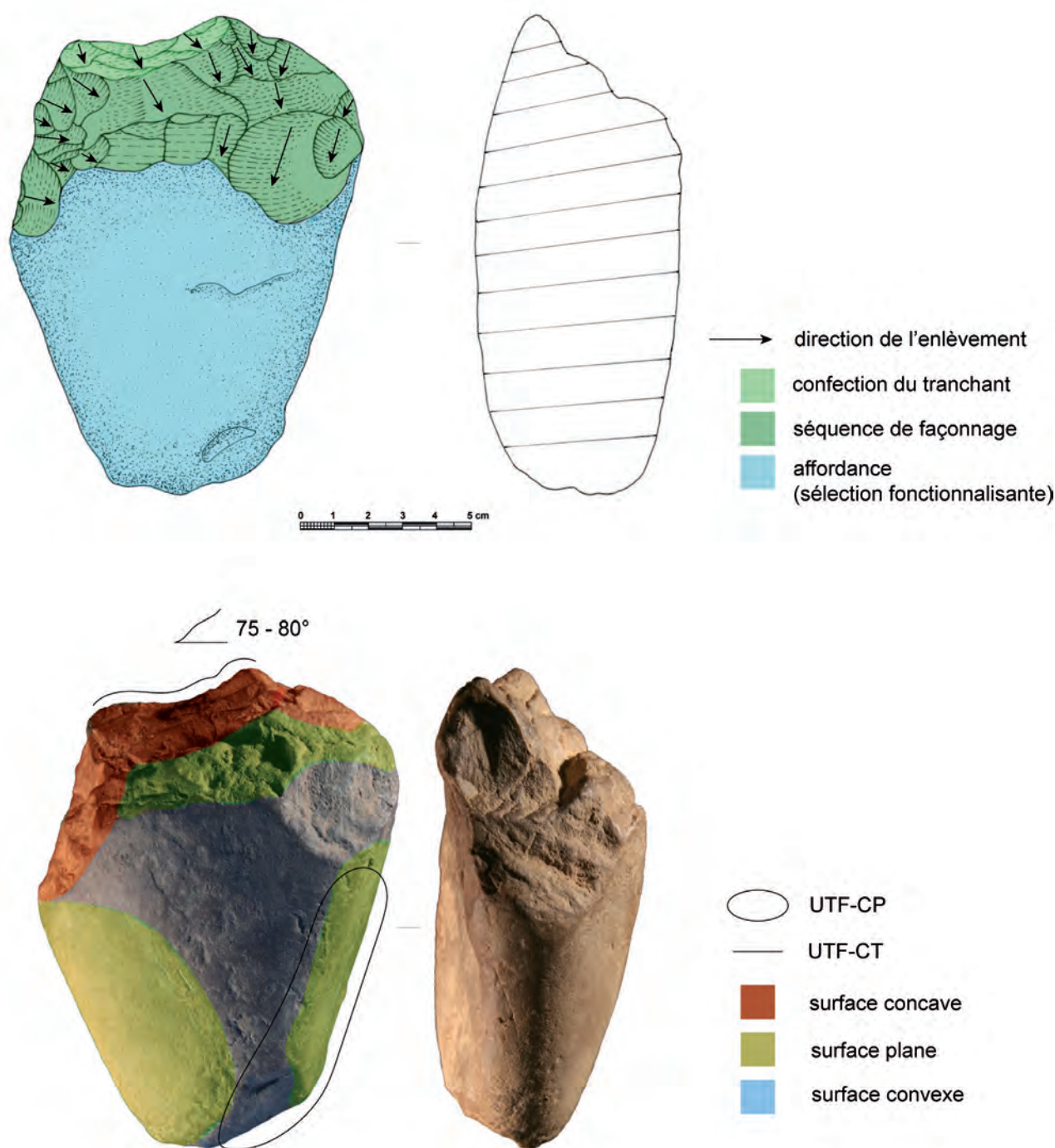


Fig. 2 – Schémas techno-productionnel et technico-fonctionnel de la pièce H17 n°1906 illustrant le technotype n°1 du niveau Gs1 (dessins : J. Guibert ; cliché : D. Dainat ; DAO : J. Guibert).

Fig. 2 – *Techno-productional and technico-functional diagrams of piece H17 n°1906 illustrating technotype n°1 of level Gs1 (drawings: J. Guibert ; photo: D. Dainat ; CAD: J. Guibert)*

tranchant concave en délimitation frontale et de plans de coupe, plan-concaves (fig. 2). De plus, les angles des dièdres de coupe varient de 75° à 80°, tandis que la masse moyenne des pièces de ce technotype est de 550 grammes. À partir des schémas techno-productionnel et technico-fonctionnel (fig. 2), nous pouvons inférer la présence d'au moins une UTF transformative concave opposée à une UTF préhensible corticale sur ce galet aménagé du niveau Gs1.

L'exemple du technotype n° 5

Ce cinquième technotype d'outil est le plus important numériquement de la sous-unité archéostratigraphique Gs1 avec sept pièces sur galet à tranchant latéral denticulé. L'exemple sélectionné pour illustrer ce technotype est révélateur des choix techniques opérés pour l'aménagement des parties actives transformatives et préhensibles. Le façonnage est exclusivement unifacial. Ici, le

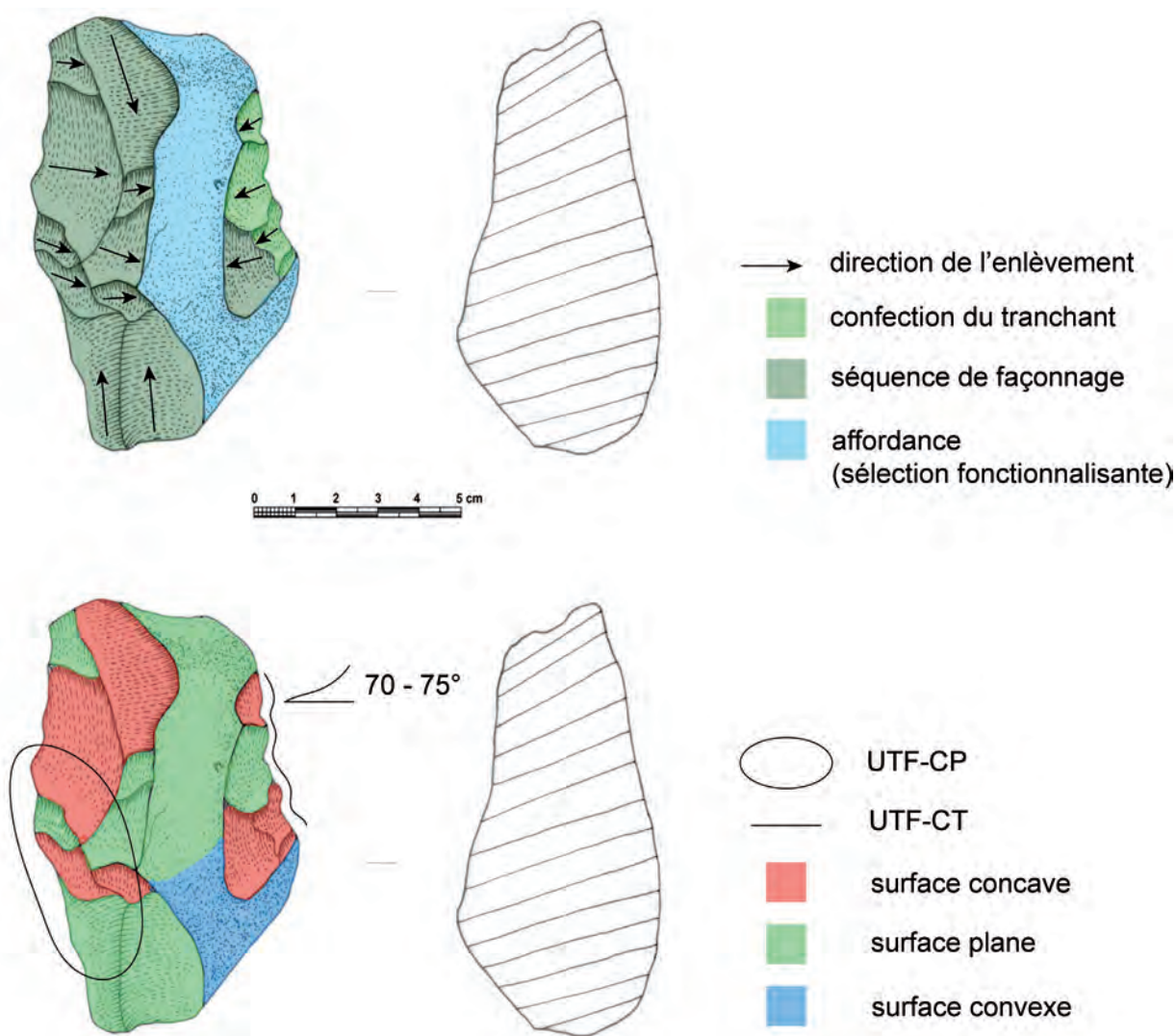


Fig. 3 – Schémas techno-productionnel et technico-fonctionnel de la pièce E15 n°3137 illustrant le technotype n°5 du niveau Gs1 (dessins : J. Guibert).

Fig. 3 – Techno-productional and technico-functional diagrams of piece E15 n°3137 illustrating technotype n°5 of level Gs1 (drawing: J. Guibert).

bord gauche est aménagé par plusieurs enlèvements multidirectionnels, tandis que le bord droit fait l'objet d'une séquence de façonnage puis d'une phase de confection d'un tranchant suivant une série d'enlèvements sécants unidirectionnels. Le schéma techno-productionnel nous renseigne sur les objectifs du tailleur et donc sur la finalité technico-fonctionnelle de cette pièce. La partie transformative tranchante est positionnée sur le bord droit alors que la partie préhensible qui n'a pas été laissée corticale présente des caractères morphologiques et techniques permettant une « bonne » préhension (fig. 3). L'affordance s'exprime dans ce cas à travers la sélection d'un support possédant des convexités adjacentes à une surface plane. Ces caractères autorisent un déroulement « efficient » de la phase de production de l'outil. Globalement, la morphologie des pièces est quadrangulaire et quelques fois ovoïde, en vue frontale et de profil. Les outils de ce technotype sont produits en quartz laiteux ou en calcaire. De plus, la masse moyenne des pièces de ce

groupe est d'environ 375 grammes, ce qui témoigne de galets plutôt « légers ». Enfin, concernant les caractères technico-fonctionnels, l'UTF transformative présente un tranchant denticulé/rectiligne (suivant les pièces) en vue frontale et d'un fil coupant avoyé/rectiligne en vue sagittale (fig. 3). Quant à eux, les plans de coupe sont plan-concaves et ils oscillent entre 70° et 75°.

Les outils sur galet du niveau archéologique Gm2

Ce niveau fournit un corpus important avec 100 pièces lithiques classées en « galets aménagés » par les études antérieures. Après un premier classement techno-typologique, 55 pièces ont été analysées suivant le protocole technico-fonctionnel. Comme pour les galets du niveau précédent, nous observons une sélection volumétrique, massique et dimensionnelle des matrices de galet au début de la chaîne opératoire. Le choix des tailleurs s'est

porté sur une matrice-type quadrangulaire et/ou ovoïde, d'une masse d'environ 677 grammes et de dimensions moyennes avoisinant 106 mm de longueur et 85 mm de largeur. De ces observations transparait un critère morphologique fondamental (déjà constaté pour le niveau Gs1) qui est celui de la présence de convexités adjacentes à des surfaces planes et de la recherche de matrices à section transversale quadrangulaire. Cela traduit une sélection par affordance. Par conséquent, si ces critères morphologiques sont réunis, l'initialisation et le déroulement du schème opératoire de façonnage sont facilités avec l'aménagement de tranchants représentés par la diversité des sous-structures de parties transformatives mises en évidences. Pour ce niveau, le façonnage est majoritairement unifacial et parfois bifacial, et la phase d'analyse nous permet de proposer la création des six technotypes d'outils sur galet suivants :

- technotype n° 1 : outil unifacial à tranchant transversal concave (n=3) ;
- technotype n° 2 : outil uni/bifacial à tranchant transversal denticulé convexe (n=13) ;
- technotype n° 3 : outil unifacial à tranchant transversal convexe (n=8) ;
- technotype n° 4 : outil uni/bifacial à tranchant latéral convexe (n=9) ;
- technotype n° 5 : outil uni/bifacial à tranchant latéral denticulé (n=8) ;
- technotype n° 6 : outil unifacial à tranchant bord/pointe denticulé (n=14).

Comme pour la présentation des résultats du niveau précédent, nous avons sélectionné uniquement quelques exemples d'analyse technicofonctionnelle de pièces outillées représentant les technotypes n°s 1, 3 et 6. Ces trois exemples permettront de mettre en évidence la portée de cette approche ainsi que la variabilité technique et structurelle de ces galets aménagés.

L'exemple du technotype n° 1

Ce premier technotype du niveau archéologique Gm2 comprend uniquement trois pièces lithiques de morphologie quadrangulaire en vue frontale et en section transversale. La matière première employée pour la production de ces outils est exclusivement du grès-quartzite. Les matrices sélectionnées sont plutôt « légères » avec une masse moyenne d'environ 500 grammes. Le schème opératoire de façonnage s'est fait suivant des enlèvements sécants unifaciaux qui structurent la partie transformative. Sur l'exemple sélectionné pour illustrer le premier technotype de ce niveau, aucune phase de confection de la partie active tranchante n'est observée (fig. 4). Le reste de la pièce est entièrement cortical et a été sélectionné pour ses caractéristiques techniques naturelles dans le cadre d'une sélection affordante. L'aménagement unifacial de ce galet quadrangulaire permet la création d'un tranchant concave en délinéation frontale. Ainsi, l'UTF transformative se présente sous la forme d'un tranchant concave en vue frontale et courbe en vue sagittale. L'UTF préhensible est quant à elle entièrement corticale et convexe

(fig. 4). Enfin, le plan de coupe est plan-concave en vue transversale et varie de 75° à 80°.

L'exemple du technotype n° 3

Ce troisième groupe technicofonctionnel est composé de huit artefacts lithiques dont la morphologie est quadrangulaire ou ovoïde en vue frontale et en section transversale. Ces pièces renseignent de matériaux variés sélectionnés pour la taille : quartz laiteux, calcaire et marne-cornéenne. La masse moyenne des matrices est d'environ 400 grammes, ce qui en fait des pièces plutôt « légères » comme pour celles de l'exemple précédent. Ici, le schème opératoire de façonnage est exclusivement orienté vers une modalité unifaciale suivant des enlèvements sécants et nécessitant la présence d'une surface plane adjacente à une convexité. La partie active tranchante se matérialise sous la forme d'un tranchant en position transverse, opposée à une partie préhensible non corticale (fig. 5). La pièce prise comme exemple pour illustrer ce troisième technotype d'outil présente un aménagement unifacial résultant d'enlèvements récurrents multidirectionnels. La partie transformative tranchante est aménagée à la suite d'une séquence de façonnage puis d'une phase de confection du tranchant. La partie préhensible est quant à elle plan-convexe et majoritairement corticale ou néocorticale. Concernant les caractères morphologiques et structurels de l'UTF transformative, elle présente un tranchant convexe en vue frontale et courbe/rectiligne en vue sagittale. Enfin, le plan de coupe est biplan et oscille entre 70° et 75°.

L'exemple du technotype n° 6

Ce sixième technotype d'outils sur galet est composé de quatorze pièces. Deux sous-groupes d'outils possédant des volumes différents sont représentés. D'une part, des pièces massives témoignant d'une masse d'environ 1300 grammes. D'autre part, des éléments plus légers qui présentent une masse moyenne de 360 grammes. Concernant les outils les plus massifs, leur morphologie est principalement ovoïde, alors que les pièces les plus légères sont majoritairement quadrangulaires et parfois ovoïdes. La composition lithologique est là aussi hétérogène suivant ces deux groupes volumétriques d'outils sur galet. On observe une dichotomie entre d'un côté les pièces massives confectionnées sur des galets de calcaire et de l'autre les pièces à plus petit volume façonnées sur des galets en quart laiteux, grès-quartzite et micaschiste. Au sein de ce technotype, le schème opératoire de façonnage est exclusivement tourné vers l'aménagement d'un tranchant unifacial. La partie active tranchante est en position mésio-distale, à laquelle s'oppose à une partie préhensible corticale. L'outil sur galet pris comme exemple pour illustrer ce sixième technotype possède une partie transformative aménagée à la suite d'une série d'enlèvements unidirectionnels (fig. 6). La partie transformative résulte d'une séquence de façonnage puis d'une phase de confection du fil transformatif. L'UTF préhensible est quant à

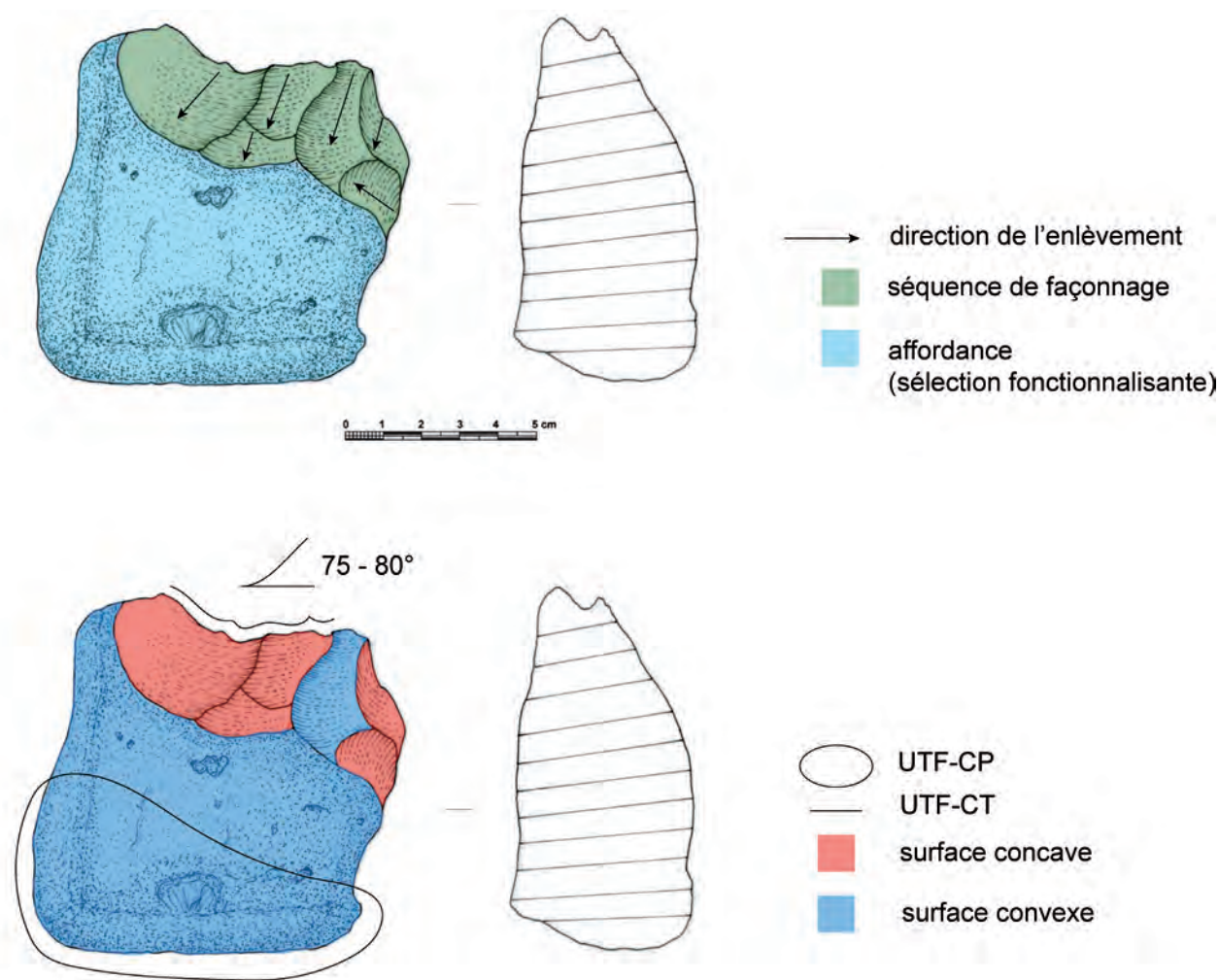


Fig. 4 – Schémas techno-productionnel et technicofonctionnel de la pièce H17 n°3794 illustrant le technotype n°1 du niveau Gm2 (dessins : J. Guibert).

Fig. 4 – Techno-productional and technicofunctional diagrams of piece H17 n°3794 illustrating technotype n°1 of level Gm2 (drawings: J. Guibert).

elle plan-convexe et entièrement corticale (fig. 6). Enfin, l'UTF transformative possède un plan de coupe plan-convexe avec un angle d'environ 75° à 80°.

Les outils sur galet du niveau archéologique Gm3

Ce niveau a livré initialement 128 pièces classées comme galets aménagés. Après un premier « tri » technotypologique, 81 pièces ont été sélectionnées et analysées d'un point de vue morphologique, technique et structural. L'analyse nous apprend comme pour les deux niveaux précédents, qu'une sélection volumétrique, massique et dimensionnelle des matrices s'est opérée à partir d'une matrice-type quadrangulaire et/ou ovoïde, d'une masse d'environ 974 grammes et de dimensions moyennes avoisinant 117 mm de longueur et 93 mm de largeur. De ces observations transparaît un critère morphologique fondamental qui est celui de la présence de convexités adjacentes à des surfaces planes et de la recherche de matrices à section transversale quadrangulaire. En effet,

si ces modalités sont rassemblées, la mise en place du schéma opératoire de façonnage est facilitée avec l'aménagement de tranchants représentés par la diversité des sous-structures de parties transformatives mises en évidence. Comme pour le niveau Gm2, le façonnage est majoritairement unifacial et parfois bifacial. Suite à notre analyse, nous proposons la constitution des cinq technotypes d'outils sur galet suivants :

- technotype n° 1 : outil uni/bifacial à tranchant transversal convexe/rectiligne (n=28) ;
- technotype n° 2 : outil uni/bifacial à tranchant transversal denticulé (n=19) ;
- technotype n° 3 : outil uni/bifacial à tranchant latéral denticulé (n=18) ;
- technotype n° 4 : outil unifacial à tranchant latéral convexe (n=7) ;
- technotype n° 5 : outil unifacial à tranchant bord/pointe convexe (n=9).

En accord avec la présentation des résultats des niveaux précédents, nous avons sélectionné uniquement quelques exemples d'analyse technicofonctionnelle de

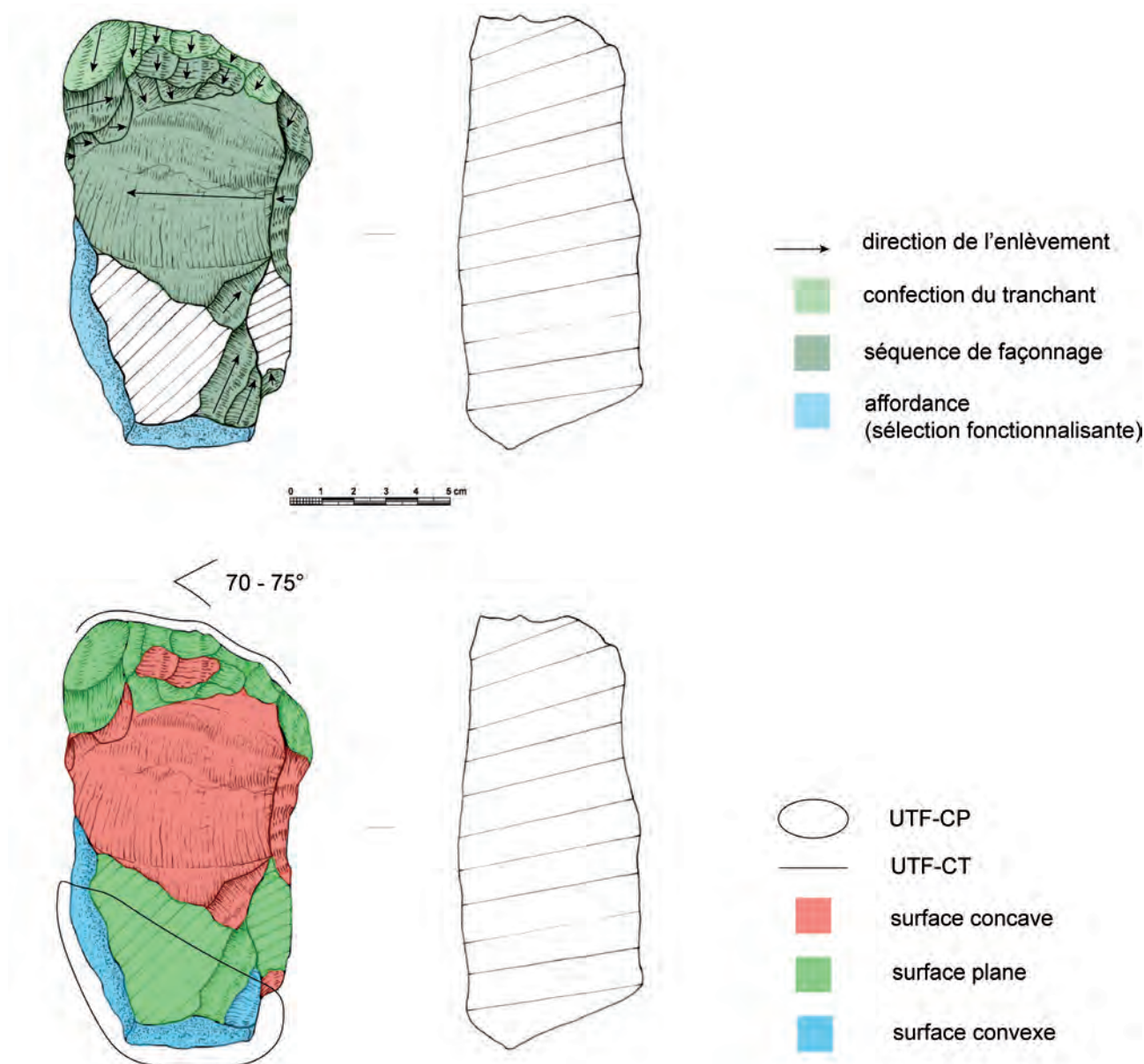


Fig. 5 – Schémas techno-productionnel et technico-fonctionnel de la pièce H17 n°3794 illustrant le technotype n°1 du niveau Gm2 (dessins : J. Guibert).

Fig. 5 – *Techno-productional and technico-functional diagrams of piece H17 n°3794 illustrating technotype n°1 of level Gm2 (drawings: J. Guibert).*

pièces outillées représentant les technotypes n° 1 et n° 3. Ces deux exemples permettront de mettre en évidence la portée de cette approche méthodologique ainsi que la variabilité technique et structurelle des galets aménagés de ce niveau.

L'exemple du technotype n° 1

Ce premier technotype du niveau archéologique Gm3 comprend vingt-huit pièces lithiques de morphologie quadrangulaire en vue frontale et en section transversale. Nous pouvons observer une dichotomie volumétrique et lithologique entre des supports massifs en calcaire et des supports plus légers en quartz laiteux. La

masse moyenne des outils massifs est de 1700 grammes alors que celle des supports moins volumineux est de 410 grammes. Dans le cadre des outils de ce groupe, le schéma opératoire de façonnage s'est fait suivant des enlèvements sécants unifaciaux ou bifaciaux qui structurent la partie transformatrice. Sur l'exemple sélectionné pour illustrer le premier technotype de ce niveau, une séquence de façonnage suivant des enlèvements unidirectionnels permet la création d'une partie transformatrice. Celle-ci est ensuite suivie d'une courte phase de confection du fil transformatif (fig. 7). Le reste de la pièce est entièrement cortical et a été sélectionné pour ses caractéristiques techniques naturelles dans le cadre d'une sélection affordante. L'aménagement unifacial de

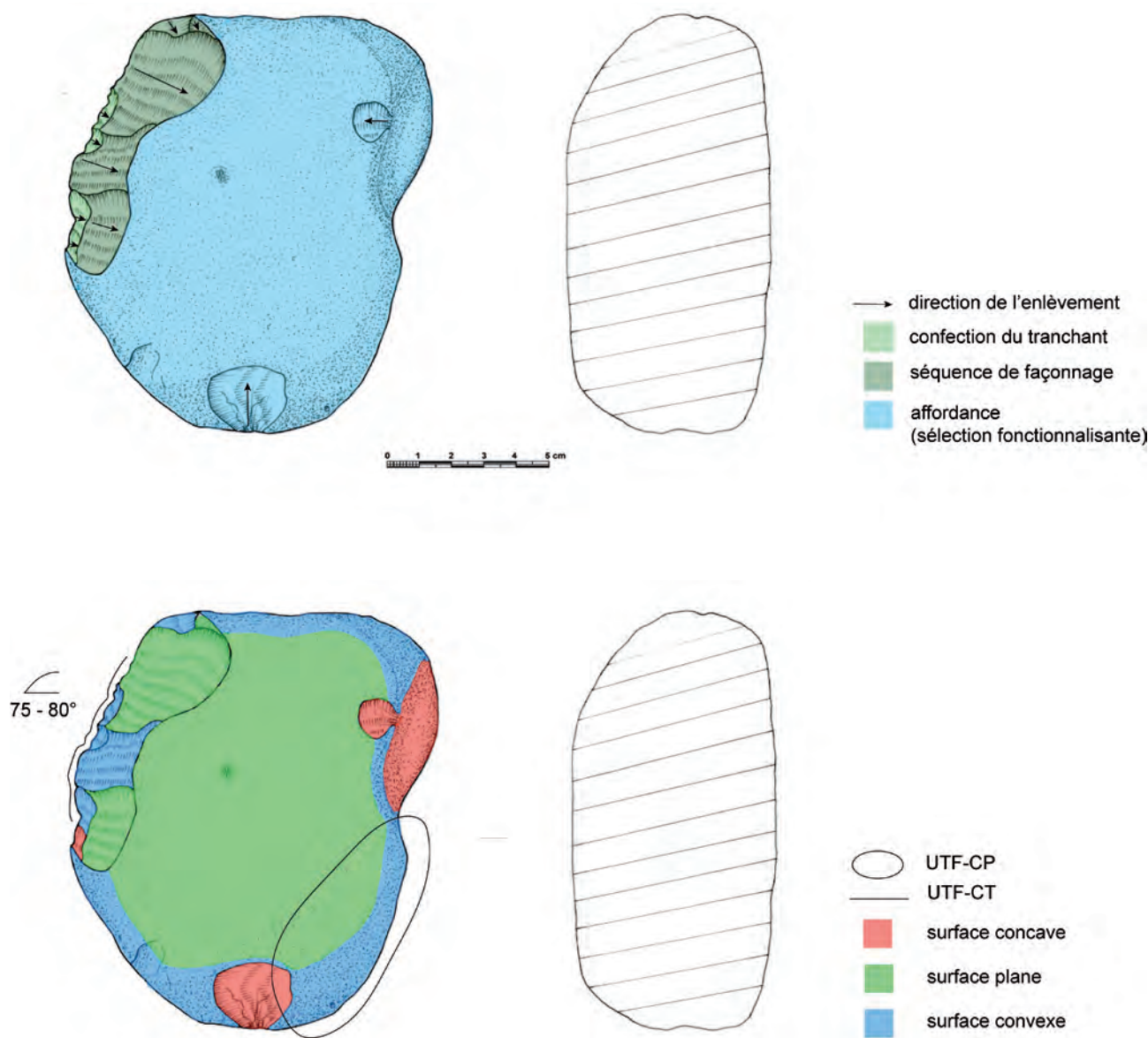


Fig. 6 – Schémas techno-productionnel et technicofonctionnel de la pièce I19 n°4684 illustrant le technotype n°6 du niveau Gm2 (dessins : J. Guibert).

Fig. 6 – *Techno-productional and technicofunctional diagrams of piece I19 n°4684 illustrating technotype n°6 of level Gm2 (drawings: J. Guibert).*

ce galet quadrangulaire permet la création d'un tranchant plan-convexe en vue transversale oscillant entre 75° et 80°. L'UTF transformative se présente sous la forme d'un tranchant rectiligne en vue frontale et courbe en vue sagittale. D'après nos observations sur cet outil, le tranchant se poursuit sur la pointe, la rendant peut-être active. Opposée au tranchant, l'UTF préhensible est quant à elle entièrement corticale et convexe permettant une bonne préhension (fig. 7).

L'exemple du technotype n° 3

Ce troisième groupe technicofonctionnel est composé de dix-huit artefacts lithiques dont la morphologie est majoritairement quadrangulaire et parfois ovoïde en

vue frontale et en section transversale. Comme pour les outils du technotype n° 1, nous pouvons constater une dichotomie volumétrique et lithologique. Les pièces les plus massives sont façonnées en calcaire et en grès, alors que les pièces les plus légères sont aménagées sur des galets de quartz laiteux, grès-quartzite et quelques fois de calcaire. Là aussi, les différences volumétriques sont importantes puisque la masse moyenne des éléments les plus massifs est de 1200 grammes et celle des plus petits outils sur galet est de 400 grammes. Ici, le schème opératoire de façonnage est bivalent puisqu'orienté tant vers une modalité unifaciale que bifaciale suivant des enlèvements sécants et nécessitant la présence d'une surface plane adjacente à une convexité. La pièce prise comme exemple pour illustrer ce troisième technotype

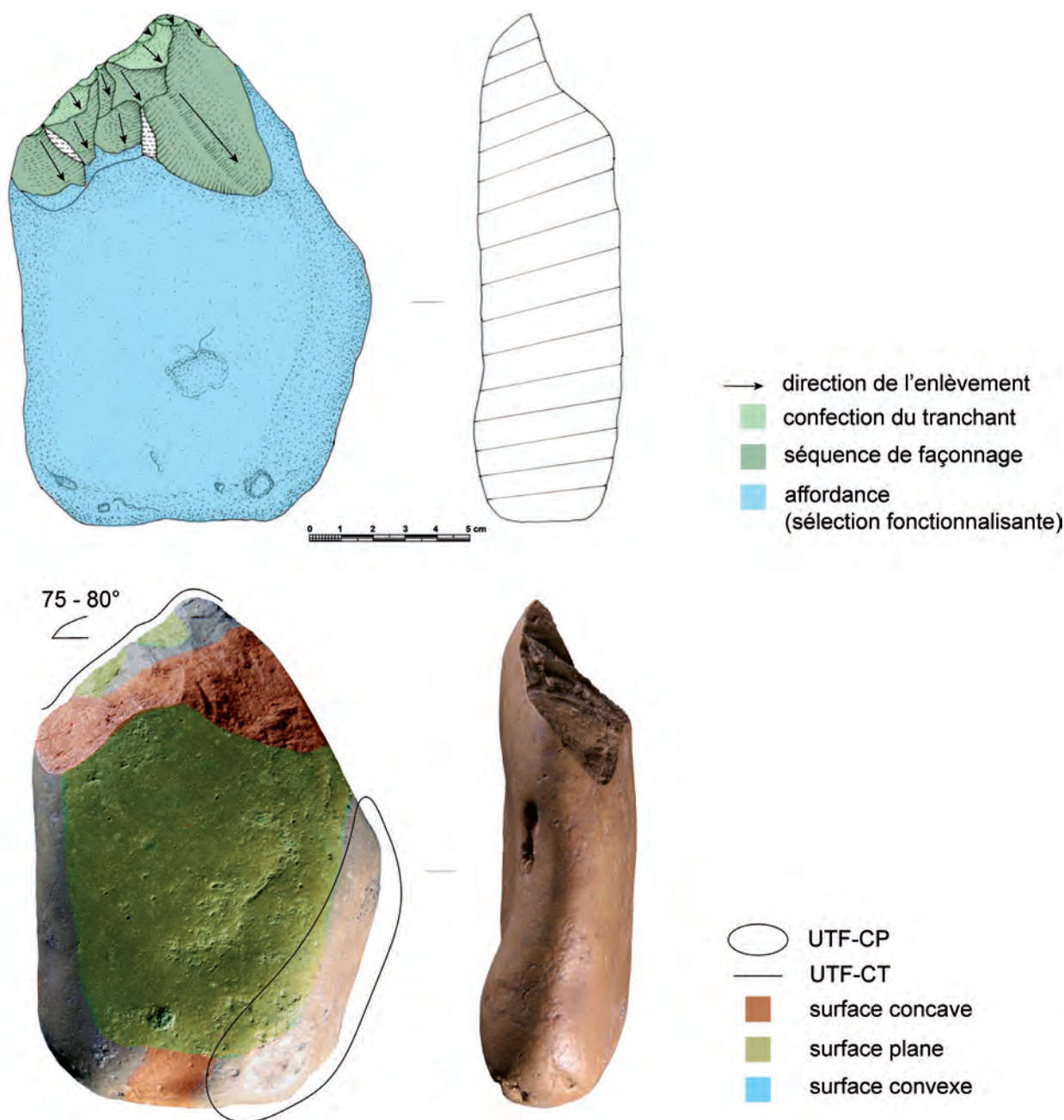


Fig. 7 – Schémas techno-productionnel et technico-fonctionnel de la pièce I16 n°4064
illustrant le technotype n°1 du niveau Gm3 (dessins : J. Guibert ; cliché : D. Dainat ; DAO : J. Guibert).

Fig. 7 – Techno-productional and technico-functional diagrams of piece I16 n°4064
illustrating technotype n°1 of level Gm3 (drawings: J. Guibert / photo: D. Dainat ; CAD: J. Guibert).

d'outil présente un aménagement unifacial résultant d'enlèvements récurrents centripètes (fig. 8). La partie transformative tranchante est aménagée à la suite d'une séquence de façonnage puis d'une phase de confection du fil transformatif. La partie préhensile est quant à elle, plan-convexe et exclusivement corticale. Concernant les caractères morphologiques et structurels de l'UTF transformative, elle présente un tranchant denticulé en vue frontale et avoyé/rectiligne en vue sagittale (fig. 8). Enfin, le dièdre de coupe est biplan et oscille entre 65° et 70°.

Les outils sur galet du niveau archéologique Gi4

Ce dernier niveau témoigne de 135 industries lithiques classées comme galets aménagés. Après un premier classement techno-typologique, 73 pièces ont été sélectionnées et analysées d'un point de vue morphologique, technique et structurel. Ces observations nous ont appris qu'une sélection volumétrique, massique et dimensionnelle des matrices s'est opérée, à partir d'une matrice-

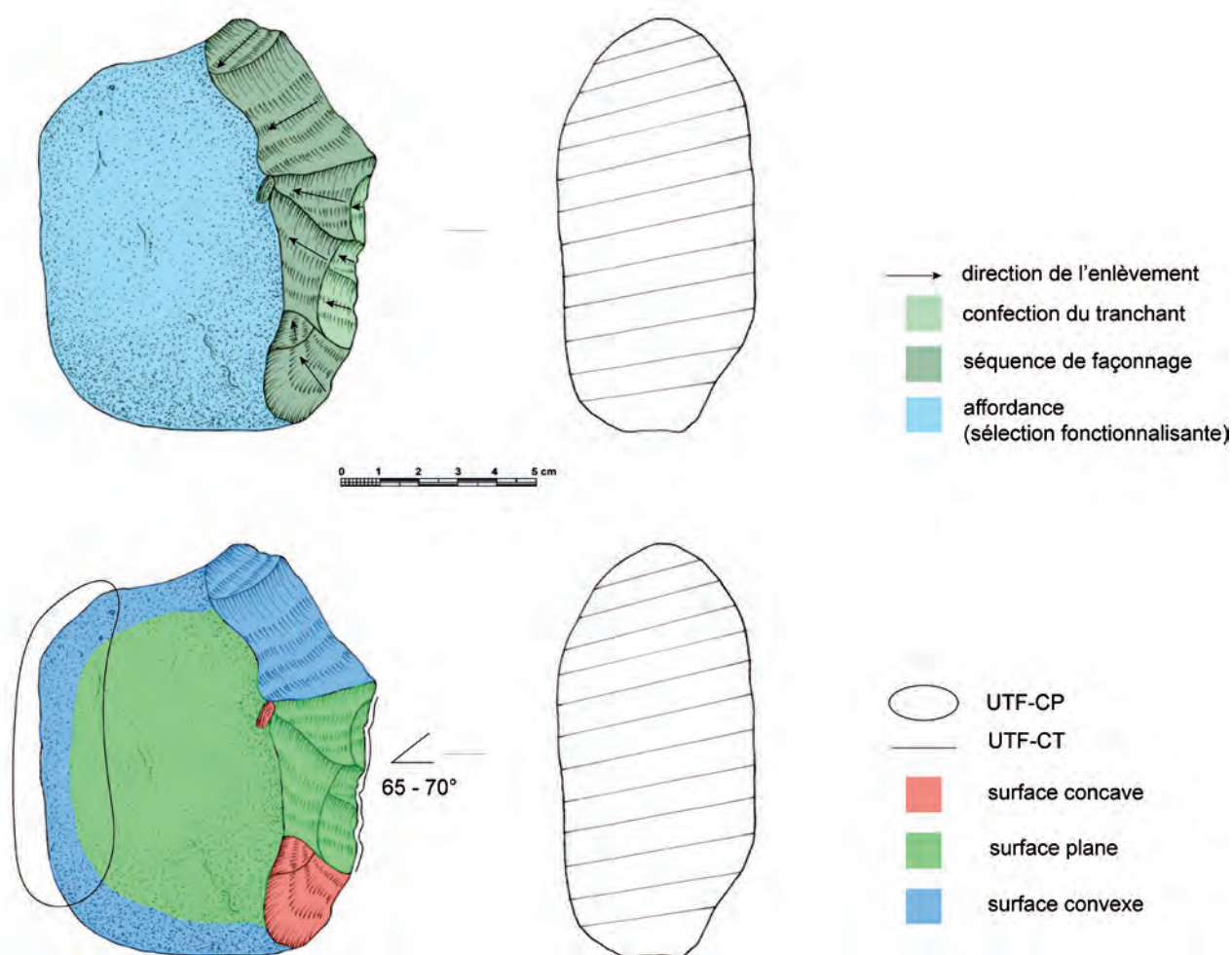


Fig. 8 – Schémas techno-productionnel et technicofonctionnel de la pièce D18 n°5847 illustrant le technotype n°3 du niveau Gm3 (dessins : J. Guibert).

Fig. 8 – Techno-productional and technicofunctional diagrams of piece D18 n°5847 illustrating technotype n°3 of level Gm3 (drawings: J. Guibert).

type quadrangulaire et/ou ovoïde d'une masse d'environ 872 grammes et de dimensions moyennes avoisinant 117 mm de longueur et 92 mm de largeur. De ces observations transparaît un critère morphologique fondamental (déjà constaté pour les niveaux supérieurs, Gs1, Gm2 et Gm3) qui est celui de la présence de convexités adjacentes à des surfaces planes et de la recherche de matrices à section transversale quadrangulaire. Par conséquent, si ces critères morphologiques et volumétriques sont réunis, l'initialisation et le déroulement du schème opératoire de façonnage sont facilités avec l'aménagement de tranchants représentés par la diversité des sous-structures de parties transformatives mises en évidences. L'aménagement des outils sur galet de ce niveau est principalement unifacial et quelques fois bifacial.

L'application du protocole analytique fait émerger la constitution des cinq groupes technicofonctionnels ou technotypes d'outils sur galet présentés ci-après :

- technotype n° 1 : outil uni/bifacial à tranchant transversal convexe (n=25) ;
- technotype n° 2 : outil uni/bifacial à tranchant transversal denticulé (n=21) ;

- technotype n° 3 : outil unifacial à tranchant latéral convexe (n=5) ;

- technotype n° 4 : outil unifacial à tranchant latéral denticulé (n=12) ;

- technotype n° 5 : outil uni/bifacial à tranchant bord/pointe convexe (n=10).

Dans la présentation des résultats, nous procéderons en présentant deux exemples d'analyse technicofonctionnelle de pièces représentant les technotypes n° 1 et n° 5. Ces deux exemples permettront de mettre en évidence la portée de cette approche ainsi que la variabilité technique et structurelle de ces galets aménagés.

L'exemple du technotype n° 1

Ce premier technotype du niveau archéologique Gi4 comprend vingt-cinq pièces lithiques. Au sein de ce corpus d'outils sur galet, deux groupes de pièces peuvent être séparés. D'une part, les pièces massives en calcaire à morphologie ovoïde, et d'autre part, les pièces légères en quartz hyalin et calcaire à morphologie quadrangulaire. De plus, la masse moyenne des outils massifs est de

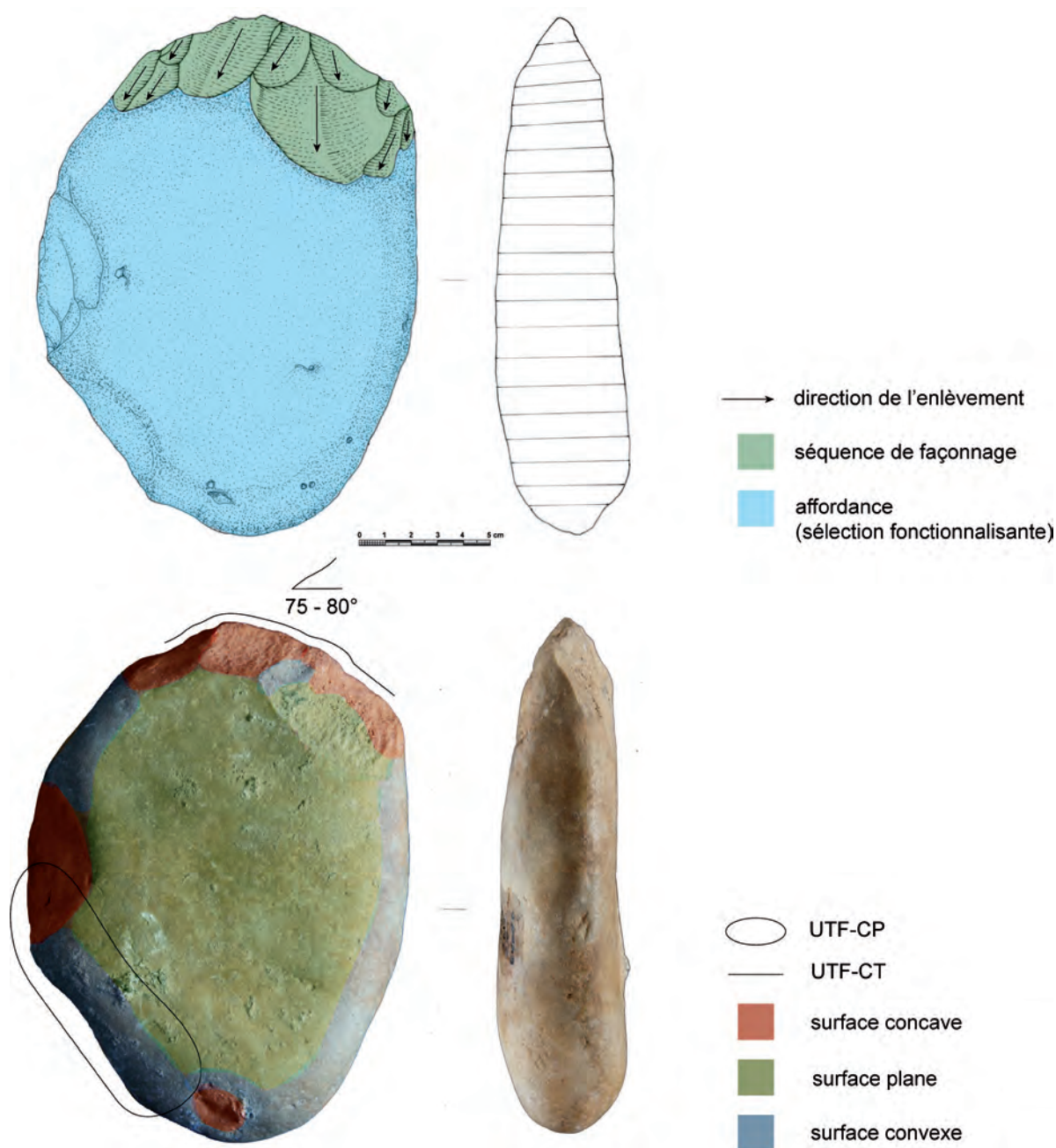


Fig. 9 – Schémas techno-productionnel et technicofonctionnel de la pièce I16 n°4599 illustrant le technotype n°1 du niveau Gi4 (dessins : J. Guibert ; cliché : D. Dainat ; DAO : J. Guibert).

Fig. 9 – Techno-productional and technicofunctional diagrams of piece I16 n°4599 illustrating technotype n°1 of level Gi4 (drawings: J. Guibert ; photo: D. Dainat ; CAD: J. Guibert).

1630 grammes alors que celle des supports moins volumineux est de 510 grammes. Ici, le schéma opératoire de façonnage s'est fait suivant des enlèvements sécants unifaciaux ou bifaciaux qui structurent la partie transformative. Sur l'exemple sélectionné pour illustrer le premier technotype de ce niveau, une séquence de façonnage suivant des enlèvements unidirectionnels permet la création d'une partie transformative. Celle-ci est ensuite, suivie d'une courte phase de confection du fil transformatif (fig. 9). Le reste de la pièce est entièrement corticale et a été sélectionné pour ses caractéristiques techniques naturelles dans le cadre d'une sélection affordante. L'aména-

gement unifacial de ce galet ovoïde permet la création d'un tranchant plan-concave en vue transversale oscillant entre 75° et 80°. L'UTF transformative se présente sous la forme d'un tranchant convexe en délinéation frontale et courbe en délinéation sagittale. Opposée au tranchant, l'UTF préhensible est quant à elle entièrement corticale et convexe permettant une bonne préhension (fig. 9).

L'exemple du technotype n° 5

Ce cinquième et dernier technotype d'outil du niveau Gi4 compte dix pièces à tranchant méso-distal convexe.

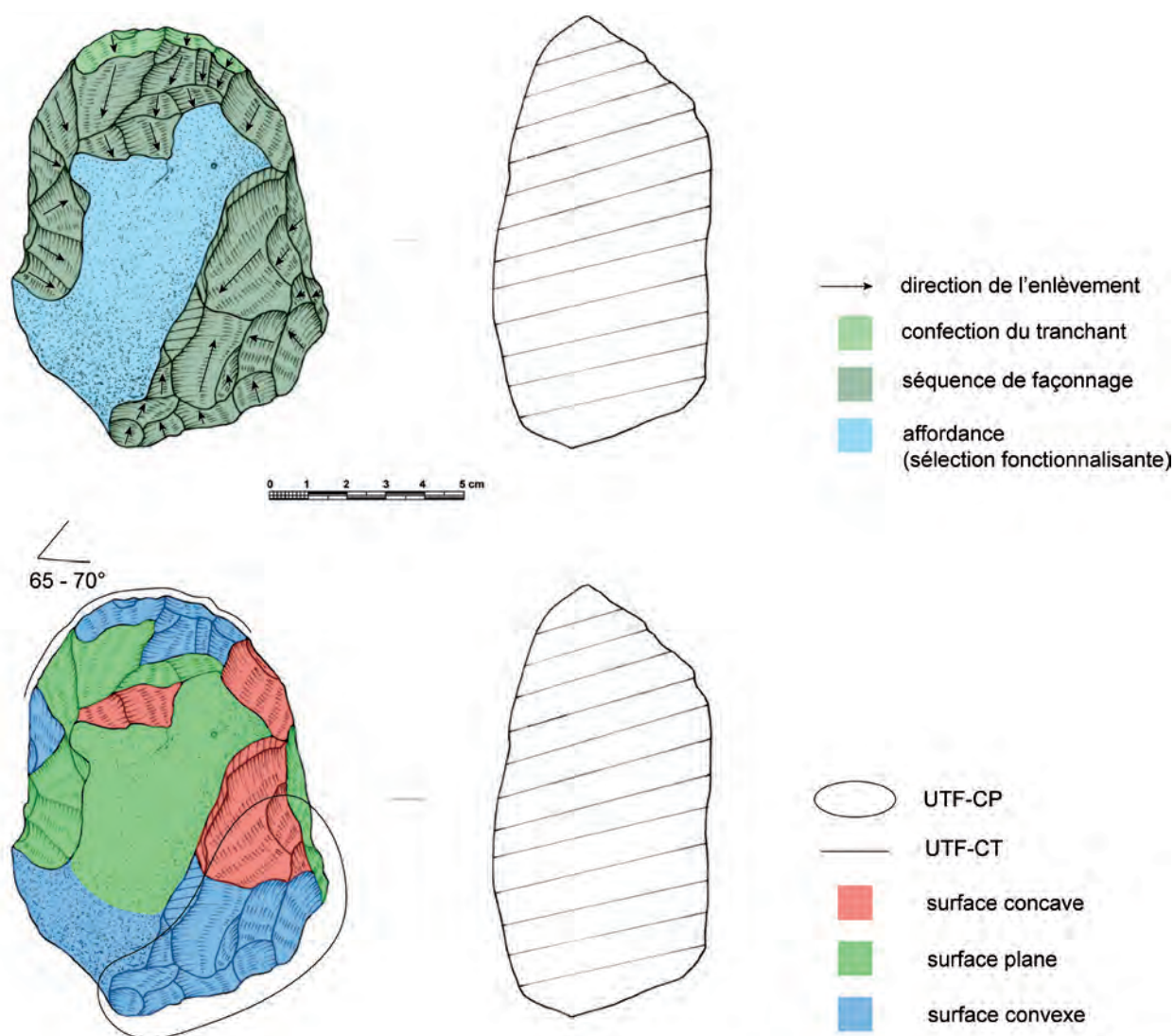


Fig. 10 – Schémas techno-productionnel et technifonctionnel de la pièce H18 n°1871 illustrant le technotype n°1 du niveau Gi4 (dessins : J. Guibert).

Fig. 10 – *Techno-productional and technifunctional diagrams of piece H18 n°1871 illustrating technotype n°1 of level Gi4 (drawings: J. Guibert).*

La morphologie de ces pièces est ovoïde et parfois quadrangulaire en vue frontale et en section transversale. Les choix lithologiques pour la production de ces outils se sont tournés vers une sélection de galets de calcaire, de quartz et de grès-quartzite d'une masse moyenne d'environ 500 grammes. L'exemple sélectionné pour illustrer ce technotype est révélateur des choix techniques opérés pour l'aménagement des parties actives transformatives et préhensibles. Le façonnage se déroule suivant un aménagement unifacial. La zone méso-distale gauche fait l'objet d'une séquence de façonnage puis d'une phase de confection d'un fil transformatif tranchant, tandis que la zone méso-proximale droite est aménagée suivant une série d'enlèvements multidirectionnels sans intention fonctionnelle. Le schéma techno-productionnel nous renseigne sur les objectifs du tailleur et donc sur la finalité technifonctionnelle de cette pièce. La partie transformative tranchante se trouve en position méso-distale

gauche, à l'opposé, nous pouvons inférer que la partie préhensible qui n'a pas été laissée corticale présente des caractères morphologiques et techniques permettant une « bonne » préhension (fig. 10). L'affordance s'exprime dans ce cas à travers la sélection d'un support possédant des convexités adjacentes à une surface plane. Ces caractères permettent un déroulement « efficace » de la phase de production de l'outil. Concernant les caractères technifonctionnels, l'UTF transformative présente un tranchant convexe en vue frontale et d'un fil transformatif courbe en vue sagittale (fig. 10). Enfin, le plan de coupe est plan-convexe et varie entre 65° et 70°.

Après avoir présenté quelques exemples d'analyse technifonctionnelle de certains outils sur galet en illustrant neuf technotype sur les vingt-deux proposés au sein de l'UA G, le tableau suivant (tabl. 2) synthétise en détail les caractéristiques générales des groupes d'outils par niveau.

Caractéristiques UTF T												
Techno- type	N	Matière première	Masse (en g)	Caractéristiques de la matrice	Modalité de production	Nature de la partie préhensible	Structuration entre UTF T et UTF P					
								Vue frontale	Vue sagittale	Morpho-angle	Angle	
Gs1	1	4	Calcaire	550	Quadrangulaire	Façonnage/confection	Corticale	Transversale	Concave	Rectiligne	Plan-concave	75° - 80°
	2	4	Calcaire	1400	Ovoïde	Façonnage	Corticale	Transversale	Convexe	Courbe	Plan-convexe	75° - 85°
	3	3	Calcaire/ quartz hyalin	600	Quadrangulaire	Façonnage/confection	Non corticale	Transversale	Denticulé	Avoyé	Biconvexe	75° - 85°
	4	3	Calcaire	1300	Quadrangulaire	Façonnage	Non corticale	Latérale	Convexe	Courbe	Biconvexe	80° - 85°
	5	7	Quartz laiteux/calcaire	375	Ovoïde/quadrangulaire	Façonnage/confection	Non corticale	Latérale	Denticulé	Avoyé	Plan-concave	70° - 75°
	6	5	Calcaire/quartzite	480	Ovoïde	Façonnage	Non corticale	Mésio-distale	Denticulé	Avoyé/courbe	Biconvexe	60° - 75°
Gm2	1	3	Grès-quartzite	500	Quadrangulaire	Façonnage	Corticale	Transversale	Concave	Courbe	Plan-concave	75° - 80°
	2	13	Calcaire/quartz laiteux	1530 240	Ovoïde/quadrangulaire	Façonnage/confection	Corticale	Transversale	Denticulé	Avoyé/courbe	Plan-convexe	65° - 85°
	3	8	Quartz laiteux/calcaire/ marne cornéenne	400	Quadrangulaire	Façonnage/confection	Non corticale	Transversale	Convexe	Courbe	Plan-convexe	70° - 80°
	4	9	Calcaire/grès/quartzite	1200 400	Ovoïde	Façonnage	Corticale	Latérale	Convexe	Courbe	Plan-convexe	70° - 80°
	5	8	Calcaire/quartzite/ quartz laiteux	420	Quadrangulaire	Façonnage/confection	Corticale	Latérale	Denticulé	Avoyé/rectiligne	Plan-convexe	65° - 75°
	6	14	Calcaire/grès-quartzite/ quartz laiteux	1300 360	Ovoïde/quadrangulaire	Façonnage/confection	Corticale	Mésio-distale	Denticulé	Avoyé/courbe	Plan-convexe	70° - 80°
Gm3	1	28	Calcaire/grès-quartzite	1700 410	Quadrangulaire	Façonnage/confection	Mixte	Transversale	Convexe	Courbe/rectiligne	Plan-convexe	60° - 85°
	2	19	Calcaire/grès-quartzite/ quartz	1600 500	Ovoïde/quadrangulaire	Façonnage/confection	Mixte	Transversale	Denticulé	Avoyé/rectiligne	Plan-convexe	70° - 85°
	3	18	Calcaire/grès-quartzite/ quartz laiteux	1200 400	Quadrangulaire	Façonnage/confection	Corticale	Latérale	Convexe/ Denticulé	Avoyé/courbe	Plan-convexe/ biplan	65° - 85°
	4	7	Calcaire/quartz laiteux	470	Ovoïde	Façonnage	Corticale	Latérale	Convexe	Courbe	Plan-convexe	70° - 80°
	5	9	Calcaire/quartz /micaschiste	1700 490	Quadrangulaire	Façonnage	Corticale	Mésio-distale	Convexe	Courbe	Plan-convexe	65° - 85°
	1	25	Calcaire/quartz hyalin	1630 510	Ovoïde/quadrangulaire	Façonnage	Mixte	Transversale	Convexe/ linéaire	Courbe/rectiligne	Plan-concave/ biplan	70° - 85°
Gi4	2	21	Calcaire/ grès-quartzite	1500 510	Ovoïde/quadrangulaire	Façonnage	Corticale	Transversale	Denticulé	Avoyé/rectiligne	Plan-convexe	70° - 85°
	3	5	Calcaire/grès	1400	Ovoïde	Façonnage/confection	Mixte	Latérale	Convexe	Courbe	Biconvexe	80° - 85°
	4	12	Quartz laiteux	340	Quadrangulaire	Façonnage/confection	Non corticale	Latérale	Denticulé	Avoyé/courbe	Plan-convexe	70° - 80°
	5	10	Calcaire/quartz laiteux/grès	500	Quadrangulaire/ovoïde	Façonnage/confection	Mixte	Mésio-distale	Convexe	Courbe/rectiligne	Biplan/biconvexe	65° - 75°
Total		235										

Tabl. 2 – Synthèse et caractéristiques des technotypes d'outils sur galet par niveau archéologique de l'UA G de la Caune de l'Arago.

Table 2 – Synthesis and characteristics of pebble tool technotypes by archaeological level of AU G of Caune de l'Arago.

DISCUSSION

La réétude technicofonctionnelle des pièces classées en tant que « galets aménagés » de la grande unité archéostratigraphique G de la Caune de l'Arago, a eu pour objectif, d'une part d'illustrer la variabilité technique et structurelle de ces outils sur galet, et d'autre part de comprendre leur place au sein des systèmes techniques d'un assemblage lithique dit « acheuléen ». En ce sens, nous nous sommes posés les questions suivantes :

Que classe-t-on *sensu stricto* comme outil sur galet ?

Quelle est la variabilité et la place technicofonctionnelle des pièces dites « galets aménagés » au sein de l'UA G de la Caune de l'Arago ?

À plus large échelle, quelle est la place et la signification des outils sur galet au sein de la panoplie d'outils d'un assemblage acheuléen en Europe occidentale ?

En partant de ces interrogations, nous discuterons et avancerons certaines hypothèses concernant le rôle joué par cette matrice sur galet, à la fois outil et nucléus.

Que se cache-t-il derrière le galet aménagé ?

Le terme typologique de galet aménagé recouvre une grande diversité de réalités techniques, morphologiques et structurelles. Depuis de nombreuses années, certains auteurs cherchent à le définir, à l'encadrer pour mieux tenter de le saisir ?

Dans la littérature, nous le retrouvons dénommé suivant une multitude d'appellations. À ce propos, dès le début du ^{xx}e siècle, Louis Capitan dit : « En somme, le caillou ainsi brisé et parfois retouché affecte la forme d'un large racloir, la base du galet formant la poignée » (Capitan, 1902 p. 756). Dans cette description, nous retrouvons déjà une notion de tranchant et de partie préhensible souvent laissée corticale sur ce type d'outil. En 1937, H. Breuil utilise le terme de « chopper » pour discuter de ses découvertes de quartzites taillés dans les alluvions des terrasses fluviales de la Garonne (Breuil, 1937). M. Brézillon (1971) évoque aussi la définition donnée par A. Leroi-Gourhan (1964 p.133) qui emploie le terme de « galet éclaté » résultant selon lui « d'un seul type de geste, le plus simple : frapper le bord du galet à 90° ». Pour Leroi-Gourhan, la technique de production de ce type d'objet est, de fait, unique et simple, mais peut-on pour autant le réduire à cela ?

Quant à eux, les préhistoriens anglo-saxons utilisent les termes de « pebble-tools », ou bien de « choppers » et de « chopping-tools » pour définir des outils sur galet qui possèdent une face ou deux faces travaillées. Néanmoins, même si cette dichotomie unifaciale et bifaciale avait été adoptée et définie par H. Movius (1948, 1957) à partir de la morphologie et de la technique de taille, certains préfèrent conserver le terme « chopper », plus englobant au détriment du « chopping-tool » (Leakey, 1951 ; Chavaillon, 1976 ; Isaac, 1976 ; Chavaillon et Chavaillon, 1981). Dans la péninsule ibérique, les outils sur galet sont nommés « cantos trabajados » (Santonja et Querol Fernán-

dez, 1978) ou « cantos tallados » (Benito del Rey, 1978), et sont étudiés suivant un protocole morphotechnique, appliqué notamment à des séries provenant des terrasses du Ter en Catalogne (Carbonell *et al.*, 1984).

À cela s'ajoutent bien d'autres dénominations telles que : galets-biseaux (Gobert et Vaufray, 1950), massacant (Bordes, 1961), tranchoir uniface (Biberson, 1961), couperet (Bourdier, 1962), taillant (Heinzelin de Braucourt, 1962) ou *heavy-duty scrapers* (Barsky *et al.*, 2018). À côté de ces termes « fonctionnels », d'autres auteurs optent plutôt pour des appellations descriptives en lien avec le support et la phase de production de l'outil, comme « galets à taille unidirectionnelle » (Ramendo, 1963), « galet aménagé à enlèvements unifaciaux » (Fournier, 1973) ou « pièce à débitage unifacial dominant » (Collina-Girard, 1975, 1986). Parmi ce que l'on nomme « galet aménagé » se trouvent aussi ce que certains appellent des outils nucléiformes (Collina-Girard, 1975 ; Tavoso, 1978).

Finalement, c'est peut-être bien au niveau de la différenciation entre ce que l'on considère comme outil ou comme nucléus que se trouve le nœud du problème. D'ailleurs, doit-on obligatoirement répondre à cette question ? Ne devons-nous pas, nous placer dans une perspective de déchiffrement des schèmes opératoires de production et de fonction pour dépasser le simple statut figé d'un objet lithique perçu juste avant son abandon par l'artisan (avant sa mort en quelque sorte). Le galet aménagé appréhendé comme une matrice hybride recouvre une diversité de potentialités techniques puisqu'il se positionne parfois comme un véritable « chopper-core » (Wymer, 1968 ; Semaw, 2000 ; De Weyer, 2016). Autant matrice productive que fonctionnelle, la clef d'entrée pour découvrir la face cachée du galet aménagé réside en partie dans l'application d'une lecture technicofonctionnelle. Ainsi, à la Caune de l'Arago, les galets aménagés de l'UA G se révèlent pluriels et quelques fois outils. Cette part outillée sur galet renferme également une grande variabilité technique et structurelle que nous allons interroger à travers la question : qu'est-ce qu'être un outil sur galet au sein de l'UA G de la Caune de l'Arago ?

Être un outil sur galet au sein de l'UA G de la Caune de l'Arago

Parmi les 402 galets aménagés répartis entre les quatre niveaux archéologiques (Gs1, Gm2, Gm3 et Gi4) de cette grande unité archéostratigraphique, seules 235 pièces ont été diagnostiquées comme outils sur galet. L'application de notre protocole technicofonctionnel, nous a permis de constater l'importance du schème opératoire d'affordance (Boëda, 2021 p. 86) représenté à travers la sélection d'une matrice-type quadrangulaire et/ou ovoïde possédant ses propres caractéristiques lithologiques et volumétriques suivant chaque niveau. Les critères volumétriques recherchés sont symbolisés par la collecte de galets témoignant d'une surface plane adjacente à une ou des surface(s) convexe(s). D'un point de vue lithologique, nos résultats nous informent que quelles que soient les unités étudiées,

il y a une sélection préférentielle de certaines matières premières telles que des calcaires, du quartz laiteux ou du grès-quartzite provenant de l'environnement proche de la grotte (Wilson, 1986, 1988 ; Lebel, 1992 ; Grégoire, 2000 ; Barsky, 2001). Néanmoins, d'un point de vue dimensionnel et massif, on constate une séparation nette entre les couples d'unités Gs1/Gm2 et Gm3/Gi4 qui, pour ce dernier, possède des matrices nettement plus « massives » avec des UTFs aussi prononcées que sur les pièces plus « légères » (< 500 grammes). Ce surplus volumétrique et massif joue probablement un rôle dans la finalité fonctionnelle des objets façonnés de ces unités.

Au-delà de ces considérations purement morphométriques et pétrographiques, nous pouvons constater plusieurs variabilités technicofonctionnelles et de structure des parties transformatives tranchantes de ces outils sur galet dans chacune des séries. Les UTFs transformatives discriminées renforcent la variabilité fonctionnelle observée. La phase de mise en forme et de façonnage se déroule la plupart du temps suivant des séries courtes d'enlèvements plus ou moins envahissants qui peuvent être unifaciaux (78%) et plus rarement bifaciaux (22%), même si la modalité bifaciale est présente dans bon nombre des technotypes proposés. Par ailleurs, une phase de confection est parfois nécessaire pour rectifier les caractères structuraux du tranchant lorsque la séquence de façonnage n'a pas permis de produire la partie active recherchée par l'artisan préhistorique. La partie préhensible est presque toujours laissée corticale, puisqu'elle possède déjà toutes les caractéristiques recherchées (affordance), sauf dans quelques cas où un aménagement est nécessaire permettant une meilleure préhension (non corticale ou mixte). La position des UTF-CT peut être de trois natures : transversale, latérale et mésio-distale. Les unités Gs1 et Gm2 ont livré six technotypes d'outil et les unités Gm3 et Gi4, cinq. De plus, on peut constater que les unités Gs1/Gm2 et Gm3/Gi4 partagent aussi des similitudes technicofonctionnelles puisque le premier couple d'unités présente des technotypes d'outils communs, à savoir : des pièces quadrangulaires à tranchant transversal concave, des galets massifs à tranchant latéral convexe et des pièces unifaciales à tranchant mésio-distal denticulé. Les unités Gm3 et Gi4 témoignent quant à elles de supports globalement plus massifs avec des technotypes dont la masse moyenne est supérieure à 1200 grammes. Pour ces deux niveaux, nous avons également choisi de rassembler des outils possédant la même organisation structurelle et les mêmes caractéristiques techniques au niveau des fils transformatifs mais présentant des masses différentes au sein de mêmes technotypes. Ces deux unités partagent aussi des technotypes d'outils similaires tels que : des pièces à tranchant transversal convexe, des outils sur galet à tranchant transversal denticulé et des pièces quadrangulaires à tranchant latéral denticulé. Concernant la valeur de l'angle du fil transformatif des technotypes d'outils de l'UA G, ils varient entre 60° et 85° avec parfois des groupes qui présentent un important intervalle qui s'explique par l'association de pièces massives à tranchant plus ouvert et de pièces « légères » à tranchant plus aigu.

Toutes ces observations illustrent la variabilité technique constatée lors de la constitution des technotypes d'outils. Cela nous amène donc à nous demander : à quoi correspond cette variabilité observée ? Est-elle le reflet d'activités fonctionnelles spécifiques ? D'une adaptation aux caractéristiques des matières premières à disposition ? Mais aussi, avec quels autres outils, ces pièces coexistent-elles ?

Cette singularité du galet outillé de l'UA G de l'Arago pourrait être précisée par des données technicofonctionnelles nouvelles provenant d'autres outils/soutils d'outils tels que les éclats (Capellari, thèse en cours ; Capellari *et al.*, 2021) en élargissant le périmètre du système technique considéré vers un possible système mixte alternant débitage/façonnage. Dans le cadre des niveaux étudiés, la place des éclats notamment en calcaire mériterait d'être revue pour confirmer ou infirmer certaines de nos observations sur cette matrice à la fois outil et nucléus. L'étude récente de F. Capellari (2021) sur l'UA L datée approximativement à 540 ka et corrélée au SIM 14, met l'accent sur la production outillée sur éclat associée à cette courte occupation caractérisée par la sélection et l'abattage exclusifs de rennes (Magniez *et al.*, 2013). Il constate que la matière première exploitée préférentiellement est le quartz laiteux et le quartz hyalin et identifie un total de 618 (dont 555 non modifiés) outils sur éclat représentant 30 technotypes d'outils. Les galets aménagés sont quant à eux absents de ce niveau. Cela confirme bien la présence totalement hétérogène de ces pièces sur l'ensemble des 55 niveaux archéologiques individualisés (Perrenoud *et al.*, 2018). En effet, suite à une requête statistique sur la base de données du CERP de Tautavel, parmi les 623 pièces classées comme galets aménagés, 457 proviennent de l'UA G, le reste est réparti dans les assemblages des UA F (n=39), E (n=22), J (n=34), H (n=17) et I (n=11). Les autres niveaux présentent des concentrations de galets aménagés inférieures à dix, voire nulle. L'artefact « galet aménagé » est donc bien une singularité technique et fonctionnelle au sein des différentes occupations de la Caune de l'Arago, mais pour autant, l'est-il dans des assemblages rattachés au technocomplexe Acheuléen ?

Quelle place technicofonctionnelle pour l'outil sur galet au sein d'un assemblage acheuléen ?

Traditionnellement, l'outillage sur galet ne constitue pas un des éléments diagnostiques permettant de définir ce que l'on rattache au technocomplexe acheuléen en Europe occidentale. La grande unité archéostratigraphique G du site de la Caune de l'Arago (Tautavel, France) datée à 438 ± 31 ka (Falguères *et al.*, 2015) et raccordée au SIM 12 a livré une importante quantité de galets aménagés (n=457) dont certains sont discriminés comme outils (n=235). En effet, en Europe de l'Ouest certains sites acheuléens ont livré quelques outils sur galet tels que ceux de Galería et Gran Dolina (García-Medrano *et al.*, 2015), Menez-Dregan I (US 8b et 7 notamment) (Ravon *et al.*, 2017, 2021 ; Ravon, 2017, 2019), la Pointe aux Oies à Wimereux (Tuffreau, 1971), les sites du massif

de Montgrí et ceux des terrasses fluviales du Ter en Catalogne (Canal et Carbonell, 1989 ; Garcia-Garriga, 2011), dans le bassin du Lis et le littoral du Minho au Portugal (Cunha Ribeiro *et al.*, 1995), sur les sites d'El Sartalejo et de Pinedo dans le bassin du Tage (Querol et Santonja, 1980 ; Santonja et Villa, 2006 ; Santonja et Perez-González, 2010), à Castel di Guido et Notarchirico dans la péninsule italienne (Nicoud, 2011), à la Grotte de la Terrasse à Montmaurin (Thiam, 2021), sur le site côtier de Terra Amata (Fournier, 1973 ; Simone, 1980 ; Coombs, 1997) ou bien dans les assemblages des terrasses de la Garonne (Capdeville *et al.*, 1997 ; Bruxelles *et al.*, 2003 ; Mourre et Colonge, 2007 ; Jarry, 2010). Néanmoins, tous ces sites ne sont pas bien calés/datés et bien souvent l'outillage sur galet apparaît de façon très sporadique. Mais alors, à partir de quoi définir l'Acheuléen ? Le phénomène bifacial est-il le seul marqueur technique de la présence de l'Acheuléen ? Rappelons qu'en Europe centrale, les principaux sites du Paléolithique ancien compris entre 500 et 300 ka, tels que Korolevo VI en Ukraine (Koulakovska *et al.*, 2010), Kärlich-Seeufer en Allemagne (Bosinski *et al.*, 1980 ; Gaudzinski *et al.*, 1996), Vértesszölös en Hongrie (Dobosi, 1988 ; Kretzoi et Dobosi, 1990) ou bien Bilzingsleben (Mania et Weber, 1986 ; Lieberman et Pasda, 2014) et Schöningen (Thieme, 2003 ; Conard *et al.*, 2015 ; Serangeli *et al.*, 2015) ne possèdent pas de pièces bifaciales et témoignent presque exclusivement de la production de petits outils (Rocca, 2013 ; Rocca *et al.*, 2016). À partir de ces exemples, comment ne pas remettre en question les modèles établis à partir des données de l'Europe occidentale ? En effet, le biface n'est pas toujours présent dans certains niveaux de sites d'Europe de l'Ouest et du Sud (Lhomme *et al.*, 2003 ; Porraz *et al.*, 2014 ; Aureli *et al.*, 2016 ; Tourloukis *et al.*, 2018 ; Capellari *et al.*, 2021 ; Van Vliet-Lanoë *et al.*, 2021) et même lorsqu'il est présent, d'autres systèmes techniques coexistent. L'outillage sur galet au même titre que celui sur éclat contribue à questionner l'unité et la diversité des expressions de ce que l'on nomme « Acheuléen » en Europe. Comme pour l'Europe centrale et ses industries sur éclat, différentes « aires » géographiques présentent des particularités techniques. À ce titre, l'Europe du Nord-Ouest se singularise par la production d'une grande variété d'outils issus de matrices de silex donnant naissances à une diversité de pièces bifaciales et d'outils sur éclat (Tuffreau *et al.*, 1995, 2008 ; Ashton *et al.*, 1998 ; Lamotte, 1999 ; Lhomme et Connet, 2001 ; Hérison *et al.*, 2012). Les sites acheuléens d'Europe du Sud-Ouest se caractérisent par des assemblages de *LCT* (*Large Cutting Tools*) ou d'industries à grands éclats de plus de 10 centimètres (Sharon, 2009, 2010) produits à partir de matrices de grande taille souvent sur galet. D'ailleurs, la majorité des assemblages attribuée à cet *Acheuléen ibérique* ou « pyrénéo-garonnais » (Mourre et Colonge, 2007) se situe le long de grands axes fluviaux et dans un contexte de terrasse alluviale (Bruxelles *et al.*, 2003 ; Santonja et Pérez-González, 2010). Ces conditions sont propices à la sélection de matières premières abondantes dans les alluvions qui répondent très certai-

nement aux caractéristiques recherchées par ces groupes humains. Il en est de même en contexte littoral comme à Menez-Dregan I où les cordons littoraux ont probablement joué le rôle de gîtes (Ravon, 2017 ; Van Vliet-Lanoë *et al.*, 2021). Mais le facteur environnemental est-il suffisant pour expliquer autant de différences de traditions culturelles au sein de l'Acheuléen européen ? Certains auteurs proposent le modèle de « mosaïque culturelle » qui avance que des populations, dans un environnement stable, ont développé une culture matérielle qui reflète les ressources et la configuration du paysage dans lequel elles vivaient (Davis et Ashton, 2019 ; Ashton et Davis, 2021). Ce modèle avance également que les sites les plus septentrionaux plus impactés par les épisodes glaciaires et donc se situant dans une plus grande instabilité climatique, présenteraient une plus grande instabilité technique et culturelle. À l'opposé, les sites méridionaux du circum méditerranéen, au climat plus stable, témoigneraient d'une plus grande stabilité technique.

À la Caune de l'Arago, les outils sur galet de l'UA G issus principalement de galets en calcaire et en quartz récoltés dans le lit du Verdoube en contrebas de la grotte, matérialisent tout de même un phénomène rare au sein des systèmes techniques du Paléolithique ancien d'Europe de l'Ouest. Présents en grand nombre au sein de cette UA, ils sont les témoins d'un contraste technique avec les autres niveaux d'occupations puisque cette concentration d'outils sur galet n'a pas d'équivalent dans le reste du remplissage. Mis à part au sein de contextes alluviaux ou littoraux, les outils sur galet sont presque absents du registre typologique du phénomène acheuléen. L'approche théorico-méthodologique que nous avons adoptée pour tenter de déchiffrer cette part outillée, nous permet de mettre en évidence une grande variabilité technique et structurelle, mais ne nous permet pas d'arriver à retracer leur fonction. Quoi qu'il en soit, cette diversité questionne et nous permet d'entrouvrir la porte de la place techno-économique des matériaux périssables des mondes animal et végétal sur les sites du Paléolithique ancien. Il est alors nécessaire d'envisager ce que l'on n'a plus à partir de ce que l'on a, notamment à travers les divers indices laissés sur les artefacts en pierre (traces) (Forestier, 2020).

CONCLUSION

L'étude technicofonctionnelle des 402 galets aménagés de l'UA G du site de la Caune de l'Arago permet non seulement de questionner le statut technique et fonctionnel de ces objets, mais également d'apporter des éléments de réflexion sur leur implication dans la définition du technocomplexe acheuléen en Europe occidentale. En effet, dès le SIM 12 au côté de pièces bifaciales et autres macro-outils (Viallet, 2016), les galets aménagés sont présents en grande quantité au sein de l'UA G. Ces pièces témoignent d'une diversité technique puisque nous avons vu que dernière le galet aménagé, se cachent

aussi bien des matrices productionnelles (nucléus) que des matrices fonctionnelles (outils). De plus, le rôle technologique particulier de cet artefact au sein des sociétés préhistoriques du Paléolithique ancien mérite d'être approfondi par des analyses technicofonctionnelles et tracéologiques complémentaires.

L'analyse qualitative et quantitative de ces outils sur galet nous a permis de faire ressortir leur variabilité technicofonctionnelle exprimée par la diversité des parties transformatives tranchantes ainsi que par leur structuration. Dans cette perspective, les technotypes d'outils proposés apportent des éléments de réflexion concernant la place fonctionnelle du galet aménagé au sein de la « boîte à outils » acheuléenne d'Europe de l'Ouest. Cette étude met aussi en évidence la sélection préférentielle de modules et matières premières possédant toute une panoplie de caractéristiques techniques répondant aux intentions des artisans. Le schème opératoire d'affordance (Boëda, 2021 p. 86) prend ici toute son importance puisque les caractères volumétriques sélectionnés font partie intégrante de la fonctionnalisation de l'outil en devenir. Ces observations introduisent la question de l'impact de l'environnement sur ces productions technoculturelles.

Afin d'élargir notre vision sur la place de ces outils sur galet au sein des systèmes techniques du Paléolithique ancien européen, il est nécessaire de prendre en compte les autres outils et supports d'outils au sein de l'assemblage de l'Arago et surtout au sein d'autres sites qui témoignent de la présence significative de ce type

d'outils. Il serait donc intéressant d'observer dans une future étude, si ce que l'on constate à l'Arago se répète sur des matrices similaires provenant d'une autre série contemporaine ou si, au contraire, c'est différent. La confrontation de cet outillage sur galet avec d'autres types de supports comme notamment les grands-éclats (Capdevielle et Ravon, 2021) peut aussi contribuer à préciser leur place fonctionnelle au sein du *toolkit* acheuléen. De même, une approche novatrice mêlant une analyse qualitative technicofonctionnelle avec l'introduction d'une analyse quantitative par la morphométrie géométrique 3D (Herzlinger *et al.*, 2017 ; Herzlinger et Goren-Inbar, 2019, 2020 ; Viallet, 2019) est une pièce de plus à l'édifice d'une meilleure compréhension de ce pan technique de l'Acheuléen. Enfin, l'appréhension renouvelée de ces galets aménagés ne fait que révéler les contours de ce « paradoxe acheuléen » (Nicoud, 2013) qui depuis sa définition (Mortillet, 1872) est resté figé par le statut hyper-symbolique du biface.

Remerciements. J'adresse mes remerciements aux équipes du Centre européen de recherches préhistoriques de Tautavel et à l'UMR 7194 (Histoire naturelle de l'homme préhistorique, HNHP) pour l'accès aux collections de la Caune de l'Arago ainsi que pour leur accueil. Je remercie également les deux relecteurs du comité de lecture de la Société préhistorique française pour leurs remarques pertinentes qui ont été précieuses dans la structuration de cet article. Enfin, mes remerciements s'adressent à mon équipe de recherche SMP3C et à mon laboratoire (UMR 5608 TRACES) pour les bonnes conditions dans lesquelles je mène mes recherches doctorales.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ASHTON N., DAVIS R. (2021) – Cultural mosaics, social structure, and identity: the Acheulean threshold in Europe, *Journal of Human Evolution*, 156, p. 103011.
- ASHTON N., LEWIS S.G., PARFITT S. (1998) – *Excavations at the Lower Palaeolithic Site at East Farm, Barnham, Suffolk 1989-94*, London, British Museum.
- AURELI D., ROCCA R., LEMORINI C., MODESTI V., SCARAMUCCI S., MILLI S., GIACCIO B., MARANO F., PALOMBO M.R., CONTARDI A. (2016) – Mode 1 or mode 2? "Small tools" in the technical variability of the European Lower Palaeolithic: the site of Ficoncella (Tarquinia, Lazio, central Italy), *Quaternary International*, 393, p. 169-184.
- BARSKY D. (2001) – *Le débitage des industries lithiques de la Caune de l'Arago (Pyrénées-Orientales, France): leur place dans l'évolution des industries du Paléolithique inférieur en Europe méditerranéenne*, Thèse de doctorat, Université de Perpignan Via Domitia.
- BARSKY D. (2013) – The Caune de l'Arago stone industries in their stratigraphical context, *Comptes Rendus Palevol*, 12, 5, p. 305-325.
- BARSKY D., GRÉGOIRE S., MOIGNE A.-M. (2005) – Variabilité des types d'occupation et d'exploitation de territoires méditerranéens entre 600 000 et 300 000 ans, in N. Molines, M.-H. Moncel, J.-L. Monnier, (dir.), *Les premiers peuplements en Europe, Actes du colloque de Rennes, 22-25 septembre 2003*, p. 556-576.
- BARSKY D., VERGÈS J.-M., TITTON S., GUARDIOLA M., SALA R., MOYANO I.T. (2018) – The emergence and significance of heavy-duty scrapers in ancient stone toolkits, *Comptes Rendus Palevol*, 17, 3, p. 201-219.
- BENITO DEL REY L. (1978) – Precisiones en Nomenclatura : ¿« Cantos Trabajados » o « Cantos Tallados » en Paleolítico Inferior?, *Zephyrus*, 28-29.
- BEYENE Y. (1991) – *Étude typologique et archéométrique du macro-outillage de la Caune de l'Arago, Tautavel*, Thèse de doctorat, Muséum national d'histoire naturelle, Institut de paléontologie humaine, Paris, 228 p.
- BEYENE Y., KATOH S., WOLDE G., HART W.K., UTO K., SUDO M., KONDO M., HYODO M., RENNE P.R., SUWA G. (2013) – The characteristics and chronology of the earliest Acheulean at Konso, Ethiopia, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110, 5, p. 1584-1591.
- BIBERSON P. (1961) – *Le Paléolithique inférieur du Maroc atlantique*, Rabat, Service des antiquités du Maroc, 544 p.

- BODIN E. (2011) – *Analyse techno-fonctionnelle des industries à pièces bifaciales aux pléistocènes inférieur et moyen en Chine*, Thèse de doctorat, Université Paris-X Nanterre, Paris, 600 p.
- BOËDA E. (1992) – Approche de la variabilité des systèmes de production lithique des industries du paléolithique inférieur et moyen : chronique d'une variabilité attendue, *Techniques et cultures*, 17-18, p. 37-79.
- BOËDA E. (1997) – *Technogenèse de systèmes de production lithique au Paléolithique inférieur et moyen en Europe occidentale et au Proche-Orient*, Habilitation à diriger des recherches, Paris X-Nanterre.
- BOËDA E. (2001) – Détermination des unités techno-fonctionnelles de pièces bifaciales provenant de la couche acheuléenne C'3 base du site de Barbas I, *Les industries à outils bifaciaux du Paléolithique moyen d'Europe occidentale*, Liège, Université de Liège (coll. ERAUL, 98), p. 51-75.
- BOËDA E. (2013) – *Techno-logique & Technologie : Une Paléohistoire des objets lithiques tranchants*, Préhistoire au Présent, Paris Nanterre, @rchéo-éditions, 259 p.
- BOËDA E. (2014) – Le sophisme de l'Acheuléen, communication à la Conférence internationale sur l'Acheuléen en Europe, Paris, 19-21 novembre 2014.
- BOËDA E. (2021) – *Le phénomène technique en préhistoire : une réflexion épistémologique à partir et autour du Levallois*, Paris, L'Harmattan (coll. Cahiers d'anthropologie des techniques, 4), 189 p.
- BONILAUDI S. (2010) – *Les outils du Paléolithique moyen, une mémoire technique oubliée ? Approche techno-fonctionnelle appliquée à un assemblage lithique de conception Levallois provenant du site d'Umm el Tlel (Syrie centrale)*, Thèse de doctorat, Université Paris Ouest Nanterre La Défense, Nanterre
- BORDES F. (1950) – Principes d'une méthode d'étude des techniques de débitage et de typologie du Paléolithique ancien et moyen, *L'Anthropologie*, 54, p. 19-34.
- BORDES F. (1961) – *Typologie du Paléolithique inférieur et moyen*, Paris, Éditions du CNRS, 229 p.
- BOSINSKI G., BRUNNACKER K., LANSER K., STEPHAN S., URBAN B. (1980) – Altpaläolithische Funde von Kärlich, Kreis Mayen-Koblenz (Neuwieder Becken), *Archäologisches Korrespondenzblatt Mainz*, 10, 4, p. 295-314.
- BOURDIER F. (1962) – À propos de la découverte d'un coupet en quartzite dans le Bas-Dauphiné : les problèmes des industries sur galets et du Pré-Abbevillien, *Bulletin de la Société préhistorique de France*, 59, fasc. 5/6, p. 367-370.
- BOURGUIGNON L. (1997) – *Le Moustérien de type Quina: nouvelles définitions d'une entité technique*, Thèse de doctorat, Université Paris-X Nanterre.
- BRENET M. (1996) – *Analyse du façonnage de pièces bifaciales: une méthode appliquée à deux sites acheuléens de Dordogne, Cantalouette et Manestruges*, Mémoire de Maîtrise, EHESS, 45 p.
- BREUIL H. (1937) – Terrasses et quartzites taillés de la haute vallée de la Garonne, *Bulletin de la Société préhistorique de France*, 34, 2, p. 104-130.
- BRÉZILLON M.N. (1971) – *La dénomination des objets de pierre taillée : matériaux pour un vocabulaire des préhistoriens de langue française*, Paris, CNRS (coll. Supplément à *Gallia Préhistoire*, 4).
- BRUXELLES L., BERTHET A.-L., CHALARD P., COLONGE D., DELFOUR G., JARRY M., LELOUVIER L.-A., ARNOUX T., ONÉZIME O. (2003) – Le paléolithique inférieur et moyen en Midi toulousain : nouvelles données et perspectives de l'archéologie préventive, *PALEO, revue d'archéologie préhistorique*, 15, p. 7-28.
- CANAL J., CARBONELL E. (1989) – Catalunya paleolítica, *Patronat Francesc Eiximenis, Girona*, p. 443.
- CAPDEVIELLE J., RAVON A.-L. (2021) – Analyse technotypologique des hachereaux et autres macro-outils à tranchant transversal de Menez-Dregan I (Plouhinec, Finistère), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 118, 2, p. 215-243.
- CAPDEVILLE J.-P., CHALARD P., JARRY M., MILLET D., O'YL W. (1997) – Le gisement acheuléen d'En Jacca-La Sauvegarde à Colomiers (Haute-Garonne): nouvelles données, *PALEO, revue d'archéologie préhistorique*, 9, 1, p. 69-99.
- CAPELLARI F. (à paraître) – *Comportements techno-économiques au pléistocène moyen en Europe de l'ouest : le rôle technique, économique et fonctionnel des industries sur éclats au paléolithique inférieur*, Thèse de doctorat, Université de Perpignan Via Domitia.
- CAPITAN L. (1902) – Un nouveau gisement chelléen, commune de Clérieux près Curson (Drôme), *Congrès de Montauban 1902*, Paris, AFAS, p. 755-757.
- CARBONELL E., GUILBAUD M., MORA R. (1984) – Amplification du système analytique avec la classification des techno-complexes à galets taillés, *Bulletin de la Société préhistorique française*, p. 203-206.
- CHAVAILLON J. (1976) – Evidence for the technical practices of early pleistocene hominids, Shungura Formation, Lower Omo Valley, Ethiopia, *Earliest man and environments in the Lake Rudolf Basin*, Chicago, University of Chicago Press, p. 565-573.
- CHAVAILLON J., CHAVAILLON N. (1981) – Galets aménagés et nucleus du Paléolithique Inférieur, *Préhistoire Africaine, Mélanges au doyen Lionel Balout*, Paris, ADPF, p. 283-292.
- CHEVRIER B. (2012) – *Les assemblages à pièces bifaciales au Pléistocène inférieur et moyen ancien en Afrique de l'Est et au Proche-Orient: nouvelle approche du phénomène bifacial appliquée aux problématiques de migrations, de diffusion et d'évolution locale*, Thèse de doctorat, Université Paris Ouest Nanterre La Défense, Nanterre.
- COLLINA-GIRARD J. (1986) – Grille descriptive et évolution typologique des industries archaïques : le modèle catalan, *Bulletin de la Société préhistorique française*, p. 383-403.
- COLLINA-GIRARD J. (1975) – *Les industries archaïques sur galets des terrasses quaternaires de la plaine du Roussillon (PO France)*, Thèse de doctorat, Université de Provence, 407 p.
- CONARD N.J., SERANGELI J., BÖHNER U., STARKOVICH B.M., MILLER C.E., URBAN B., VAN KOLFSCHOTEN T. (2015) – Excavations at Schöningen and paradigm shifts in human evolution, *Journal of Human Evolution*, 89, p. 1-17.

- COOMBS R. (1997) – *Les industries lithiques du Paléolithique inférieur du site de Terra Amata, Nice, Alpes-Maritimes*, Thèse de doctorat, Muséum national d'histoire naturelle, Paris.
- CRESSWELL R. (1983) – Transferts de techniques et chaînes opératoires, *Techniques & culture, revue semestrielle d'anthropologie des techniques*, 2.
- CUNHA RIBEIRO J.-P., MEIRELES J., TEXIER J. (1995) – L'Acheuléen du nord et du centre du Portugal : bilan des connaissances actuelles, *PALEO, revue d'archéologie préhistorique*, 1, 1, p. 185-193.
- DAUVOIS M. (1976) – *Precis de dessin dynamique et structural des industries lithiques préhistoriques*, Périgueux, CNRS, 262 p.
- DAVIS R., ASHTON N. (2019) – Landscapes, environments and societies: the development of culture in Lower Palaeolithic Europe, *Journal of Anthropological Archaeology*, 56, p. 101107.
- DE WEYER L. (2016) – *Systèmes techniques et variabilité fonctionnelle des industries anciennes en Afrique de l'Est et en Europe : nouvelle approche des premières industries du Pléistocène inférieur*, Thèse de doctorat, Université Paris Ouest Nanterre La Défense.
- DESCAMPS C. (2005) – Joseph Farines, le véritable découvreur de la Caune de l'Arago (Tautavel), in Michel Martzloff (dir.), *Roches ornées, roches dressées, Aux sources des arts et des mythes : les hommes et leur terre en Pyrénées de l'Est, Actes du colloque en hommage à Jean Abélanet*, Perpignan, Presses universitaires de Perpignan, p. 323.
- DESCLAUX E. (1992) – Les petits vertébrés de la Caune de l'Arago à Tautavel, *Bulletin du Musée d'anthropologie préhistorique de Monaco*, 35, p. 35-64.
- DÍEZ-MARTÍN F., YUSTOS P.S., URIBELARREA D., BAQUEDANO E., MARK D.F., MABULLA A., FRAILE C., DUQUE J., DÍAZ I., PÉREZ-GONZÁLEZ A. (2015) – The origin of the Acheulean: the 1.7 million-year-old site of FLK West, Olduvai Gorge (Tanzania), *Scientific reports*, 5, 1, p. 1-9.
- DOBOSI V.T. (1988) – Le site paléolithique inférieur de Ver-tezzolos, Hongrie, *L'Anthropologie (Paris)*, 92, 4, p. 1041-1050.
- FALGUÈRES C., SHAO Q., HAN F., BAHAIN J., RICHARD M., PERRENOUD C., MOIGNE A. (2015) – New ESR and U-series dating at Caune de l'Arago, France: a key-site for European Middle Pleistocene, *Quaternary Geochronology*, 30, p. 547-553.
- FALGUÈRES C., YOKOYAMA Y., SHEN G., BISCHOFF J.L., KU T.-L., DE LUMLEY H. (2004) – New U-series dates at the Caune de l'Arago, France, *Journal of Archaeological Science*, 31, 7, p. 941-952.
- FORESTIER H. (2000) – De quelques chaînes opératoires lithiques en Asie du Sud-Est au Pléistocène supérieur final et au début de l'Holocène, *l'Anthropologie*, 104, 4, p. 531-548.
- FORESTIER H. (2020) – *La pierre et son ombre: épistémologie de la préhistoire*, Paris, L'Harmattan (coll. Cahiers d'anthropologie des techniques, 2), 272 p.
- FORESTIER H. (1993) – Le Clactonien : mise en application d'une nouvelle méthode de débitage s'inscrivant dans la variabilité des systèmes de production lithique du Paléolithique ancien, *PALEO, revue d'archéologie préhistorique*, 5, 1, p. 53-82.
- FOUCAULT A., RAOULT J.-F. (2010) – *Dictionnaire de géologie*, 7^e édition, Paris, Hachette.
- FOURNIER A. (1973) – *Les outils sur galets du site mindélien de Terra Amata (Nice, Alpes-Maritimes)*, Thèse de doctorat, Université de Provence.
- GALLOTTI R., MUTTONI G., LEFÈVRE D., DEGEAI J.-P., GERAADS D., ZERBONI A., ANDRIEU-PONEL V., MARON M., PERINI S., EL GRAOUI M. (2021) – First high resolution chronostratigraphy for the early North African Acheulean at Casablanca (Morocco), *Scientific Reports*, 11, 1, p. 1-14.
- GARCIA GARRIGA J. (2011) – Continuité technologique et traditions techniques au Paléolithique inférieur: un modèle d'occupation territoriale dans le Sud de la France et dans le Nord-Est de la péninsule Ibérique, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 108, 4, p. 609-643.
- GARCÍA-MEDRANO P., OLLÉ A., MOSQUERA M., CÁCERES I., CARBONELL E. (2015) – The nature of technological changes: the Middle Pleistocene stone tool assemblages from Galería and Gran Dolina-subunit TD10.1 (Atapuerca, Spain), *Quaternary International*, 368, p. 92-111.
- GAUDZINSKI S., BITTMANN F., BOENIGK W., FRECHEN M., VAN KOLFSCHOTEN T. (1996) – Palaeoecology and archaeology of the Kärlich-Seeufer open-air site (Middle Pleistocene) in the Central Rhineland, Germany, *Quaternary Research*, 46, 3, p. 319-334.
- GELEIJNSE V. (1981) – *Etude du remplissage et de l'industrie sur galets de la Caune de l'Arago*, Thèse de doctorat, Université de Provence, 215 p.
- GEZGIN S. (1986) – *Les industries sur galets du Paléolithique inférieur de la Caune de l'Arago*, Thèse de doctorat, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 358 p.
- GOBERT E.G., VAUFREY R. (1950) – *Le gisement paléolithique de Sidi Zin*, Paris, Librairie C. Klincksieck
- GOREN-INBAR N., FEIBEL C.S., VEROSUB K.L., MELAMED Y., KISLEV M.E., TCHERNOV E., SARAGUSTI I. (2000) – Pleistocene milestones on the out-of-Africa corridor at Gesher Benot Ya'aqov, Israel, *Science*, 289, 5481, p. 944-947.
- GRÉGOIRE S. (2000) – *Origine des matières premières des industries lithiques du Paléolithique pyrénéen et méditerranéen : contribution à la connaissance des aires de circulations humaines*, Thèse de doctorat, Université de Perpignan Via Domitia.
- GRÉGOIRE S., MOIGNE A., BARSKY D., DE LUMLEY H. (2007) – Gestion et sélection des ressources au sein d'un territoire. Un exemple de comportement économique au Paléolithique inférieur dans le sud de la France, in *Aires d'approvisionnement en matières premières et aires d'approvisionnement en ressources alimentaires. Approche intégrée des comportements. Workshop 23, XV Congrès UISPP, 4-9 septembre 2006, Lisbonne*, Bar International Series, 1725, p. 27.
- HAN F., FALGUERES C., BAHAIN J.-J., SHAO Q., DUVAL M., LEBON M., GARCIA T., DOLO J.-M., PERRENOUD C., SHEN G. (2010) – Effect of deposit alterations on the dating of herbivorous teeth from Arago cave by the ESR-U-series method, *Quaternary Geochronology*, 5, 2-3, p. 376-380.

- HEINZELIN DE BRAUCOURT J. (1962) – *Manuel de typologie des industries lithiques*, Bruxelles, Commission administrative du patrimoine de l'Institut royal des sciences.
- HÉRISSON D., AIRVAUX J., LENOBLE A., RICHTER D., CLAUD É., PRIMAULT J. (2012) – Le gisement acheuléen de La Grande Vallée à Colombiers (Vienne, France): stratigraphie, processus de formation, datations préliminaires et industries lithiques, *PALEO, revue d'archéologie préhistorique*, 23, p. 137-154.
- HERZLINGER G., GOREN-INBAR N. (2020) – Beyond a Cutting Edge: a Morpho-technological Analysis of Acheulian Handaxes and Cleavers from Gesher Benot Ya 'aqov, Israel, *Journal of Paleolithic Archaeology*, 3, 1, p. 33-58.
- HERZLINGER G., GOREN-INBAR N. (2019) – Do a few tools necessarily mean a few people? A techno-morphological approach to the question of group size at Gesher Benot Ya 'aqov, Israel, *Journal of human evolution*, 128, p. 45-58.
- HERZLINGER G., GOREN-INBAR N., GROSMAN L. (2017) – A new method for 3D geometric morphometric shape analysis: The case study of handaxe knapping skill, *Journal of Archaeological Science: Reports*, 14, p. 163-173.
- ISAAC G.L. (1976) – Plio-Pleistocene artifact assemblages from east Rudolf, Kenya, *Early Man and Environments in the Lake Rudolf Basin: Stratigraphy, Paleoecology and Evolution*, Chicago, University of Chicago Press, p. 552-564.
- JARRY M. (2010) – *Les groupes humains du Pléistocène moyen et supérieur en Midi toulousain: contextes, ressources et comportements entre Massif Central et Pyrénées*, Thèse de doctorat, Université Toulouse Jean Jaurès, 471 p.
- KALLI C. (1984) – *Techniques de débitage et typologie des outillages du pléistocène moyen de la Caune de l'Arago, Tautavel, Pyrénées-Orientales*, Thèse de doctorat, Université P. et M. Curie, Paris VI, 279 p.
- KOULAKOVSKA L., USIK V., HAESAERTS P. (2010) – Early paleolithic of Korolevo site (Transcarpathia, Ukraine), *Quaternary International*, 223, p. 116-130.
- KRETZOI M., DOBOSI V.T. (1990) – *Vértesszőlős: Site, man and culture*, Akadémiai Kiadó
- LAMOTTE A. (1999) – L'apport des remontages dans la compréhension des méthodes de débitage et de façonnage des gisements acheuléens de la Somme : les exemples de la Ferme de l'Épinette et de l'Épinette à Cagny (Somme, France), *Bulletin de la Société préhistorique française*, p. 117-131.
- LAPLACE G. (1974) – *La typologie analytique et structurale: base rationnelle d'étude des industries lithiques et osseuses*, Paris, CNRS, p. 91-143.
- LAPLACE G. (1968) – Recherches de typologie analytique, *Origini, Preistoria e protostoria delle civiltà antiche*, 2, p. 7-64.
- LARTIGOT A.-S. (2007) – *Taphonomie pollinique en grotte de sédiments détritiques et de spéléothèmes : potentiels et limites pour la reconstitution de l'environnement végétal de l'homme préhistorique sur le pourtour Nord-Ouest méditerranéen : application aux sites français de la Caune de l'Arago (Tautavel, Pyrénées-Orientales), de la Baume Bonne (Quinson, Alpes-de-Haute-Provence), de la grotte du Lazaret (Nice, Alpes-Maritimes) et de la grotte italienne de la Basura (Toirano, Ligurie)*, Thèse de doctorat, Muséum national d'histoire naturelle, Paris.
- LEAKEY L.S.B. (1951) – *Olduvai Gorge*, Cambridge, Cambridge University Press.
- LEBEL S. (1984) – *La Caune de l'Arago : étude des assemblages lithiques d'une grotte du Pléistocène moyen en France*, Thèse de doctorat, Muséum national d'histoire naturelle, Paris.
- LEBEL S. (1992) – Mobilité des Hominidés et systèmes d'exploitation des ressources lithiques au Paléolithique ancien: la Caune de l'Arago (France), *Canadian Journal of Archaeology/Journal canadien d'archéologie*, p. 48-69.
- LEBRETON L. (2018) – *Approche taphonomique multi-taxons des accumulations de petits vertébrés, implication pour les reconstitutions paléoenvironnementales au Pléistocène*, Thèse de doctorat, Université de Perpignan Via Domitia, 226 p.
- LEBRETON L., DESCLAUX E., HANQUET C., CUENCA-BESCO G., MOIGNE A., PERRENOUD C., GRÉGOIRE S. (2017) – Variations paléoenvironnementales au sein de l'unité archéostratigraphique G (UA G) de la Caune de l'Arago (Tautavel, France): apport des paléocommunautés de rongeurs, *Quaternaire, revue de l'Association française pour l'étude du Quaternaire*, 28, 3, p. 313-321.
- LEFEBVRE T. (2006) – Joseph Farines (1792-1864), inventeur de la Caune de l'Arago et fondateur de la Société philomathique de Perpignan, *Revue d'histoire de la pharmacie*, 94, 352, p. 534-537.
- LEMONNIER P. (1983) – L'étude des systèmes techniques, une urgence en technologie culturelle, *Techniques & Culture, revue semestrielle d'anthropologie des techniques*, 1.
- LEMONNIER P. (2004) – Mythiques chaînes opératoires, *Techniques & Culture, revue semestrielle d'anthropologie des techniques*, 43-44.
- LEPOT M. (1993) – *Approche techno-fonctionnelle de l'outillage lithique Moustérien: essai de classification des parties actives en terme d'efficacité technique*, Mémoire de Maîtrise, Paris X-Nanterre.
- LEROI-GOURHAN A. (1964) – *Le Geste et la parole : technique et langage*, vol. 1, Albin Michel, 323 p.
- LHOMME V., CONNET N. (2001) – Observations sur les pièces bifaciales et les chaînes opératoires de façonnage dans les sites du Pléistocène moyen de Soucy (Yonne), *Les industries à outils bifaciaux du Paléolithique moyen d'Europe occidentale. Actes de la table ronde internationale organisée à Caen (Basse-Normandie-France) 14 et 15 octobre 1999*, 98, p. 43-50.
- LHOMME V., CONNET N., CHAUSSÉ C. (2003) – Le gisement de Soucy 6 (Yonne) et son industrie lithique dans le contexte des industries à éclats du Paléolithique inférieur en Europe du Nord-Ouest, *Bulletin de la Société préhistorique française*, p. 241-251.
- LIEBERMANN C., PASDA C. (2014) – Silexfunde aus dem Mittelelpleistozän von Bilzingsleben (lkr. Sömmerda), *Archäologisches Korrespondenzblatt*, 44, 4, p. 443-462.
- DE LUMLEY H. (1978) – *Lexique des caractéristiques des galets aménagés*, cours polycopié, Laboratoire de Paléontologie humaine et de Préhistoire, Marseille.
- DE LUMLEY H., BARSKY D. (2004) – Évolution des caractères technologiques et typologiques des industries lithiques dans

- la stratigraphie de la Caune de l'Arago, *L'Anthropologie*, 108, 2, p. 185-237.
- DE LUMLEY H., FONTANEIL C., GRÉGOIRE S., BATALLA G., CAUMON G., CELIBERTI V., CHEVALIER T., DEGUILLAUME S., FOURNIER A., DE LUMLEY M.-A. (2015) – *Caune de l'Arago Tome VI. Tautavel-en-Roussillon, Pyrénées-Orientales, France: Individualisation des unités archéostratigraphiques*, Paris, CNRS Éditions.
- DE LUMLEY H., FOURNIER A., MISKOVSKY J.-C., BOUDIN R.-C., PENEAUD P., BEINER M., PARK Y.-C., CAMARA A., GELEJNSE V., SAAS A. (1981) – Évolution géochimique du remplissage de la Caune de l'Arago à Tautavel, postérieure à la mise en place des sédiments, in *Colloque international du CNRS, Datations absolues et analyses isotopiques en Préhistoire. Méthodes et limites. Datation du remplissage de la Caune de l'Arago, Tautavel*, Paris, CNRS, p. 22-28.
- DE LUMLEY H., FOURNIER A., PARK Y.-C., YOKOYAMA Y., DEMOUY A. (1984) – Stratigraphie du remplissage Pléistocène moyen de la Caune de l'Arago à Tautavel. Etude de huit carottages effectués de 1981 à 1983, *L'Anthropologie (Paris)*, 88, 1, p. 5-18.
- DE LUMLEY M.-A. (2015) – L'homme de Tautavel. Un Homo erectus européen évolué. Homo erectus tautavelensis, *L'Anthropologie*, 119, 3, p. 303-348.
- MAGNIEZ P., MOIGNE A., TESTU A., DE LUMLEY H. (2013) – Biochronologie des mammifères quaternaires. Apport des cervidés du site pléistocène moyen de la Caune de l'Arago (Tautavel, Pyrénées-Orientales, France), *Quaternaire, revue de l'Association française pour l'étude du Quaternaire*, 24, 4.
- MANCLOSSI F. (2016) – *De la pierre aux métaux: dynamiques des changements techniques dans les industries lithiques au Levant Sud, IV^e-I^{er} millénaire av. J.-C.*, Thèse de doctorat, Université Paris Ouest Nanterre La Défense, Nanterre
- MANIA D., WEBER T. (1986) – *Bilzingsleben. III, Homo erectus, seine Kultur und seine Umwelt*, VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften
- MATHIAS C. (2018) – *Les phases anciennes du Paléolithique moyen dans le Sud-Est et le Sud-Ouest de la France: étude des systèmes techniques lithiques*, Thèse de doctorat, Université de Perpignan Via Domitia.
- MAUSS M. (1947) – *Manuel d'ethnographie*, Paris, Payot.
- MILLOGO-KALLO A. (1984) – *Contribution à l'étude des industries du Paléolithique inférieur de la Caune de l'Arago*, Thèse de doctorat, Université P. et M. Curie, Paris VI, Paris, 208 p.
- MISKOVSKY J. (1997) – Paléoenvironnements de l'Homme Préhistorique d'après l'étude du karst et des remplissages de grottes et abris [Reconstitution of Paleoenvironments of Prehistoric man according to the study of karst and cave of rock shelter infills.], *Quaternaire*, 8, 2, p. 319-327.
- MONCEL M.-H., ASHTON N. (2018) – From 800 to 500 ka in Western Europe. The Oldest Evidence of Acheuleans in Their Technological, Chronological, and Geographical Framework, in R. Gallotti et M. Mussi (dir.), *The Emergence of the Acheulean in East Africa and Beyond*, Cham, Springer International Publishing p. 215-235. http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-75985-2_11 [consulté le 18 décembre 2020].
- MONCEL M.-H., DESPRIÉE J., VOINCHET P., TISSOUX H., MORENO D., BAHAIN J.-J., COURCIMAULT G., FALGUÈRES C. (2013) – Early evidence of Acheulean settlement in northwestern Europe-La Noira Site, a 700 000 year-old occupation in the center of France, *PloS One*, 8, 11, p. e75529.
- MONCEL M.-H., SANTAGATA C., PEREIRA A., NOMADE S., BAHAIN J.-J., VOINCHET P., PIPERNO M. (2019) – A biface production older than 600 ka ago at Notarchirico (Southern Italy) contribution to understanding early Acheulean cognition and skills in Europe, *PloS One*, 14, 9, p. e0218591.
- MONCEL M.-H., SANTAGATA C., PEREIRA A., NOMADE S., VOINCHET P., BAHAIN J.-J., DAUJEARD C., CURCI A., LEMORINI C., HARDY B. (2020) – The origin of early Acheulean expansion in Europe 700 ka ago: new findings at Notarchirico (Italy), *Scientific Reports*, 10, 1, p. 1-16.
- MORTILLET G. DE (1872) – Classification de l'âge de la pierre, *Matériaux pour l'histoire primitive et naturelle de l'Homme*, 2, p. 464-465.
- MOSQUERA M., OLLÉ A., SALADIE P., CÁCERES I., HUGUET R., ROSAS A., VILLALÁIN J., CARRANCHO A., BOURLÈS D., BRAUCHER R. (2016) – The Early Acheulean technology of Barranc de la Boella (Catalonia, Spain), *Quaternary International*, 393, p. 95-111.
- MOSQUERA M., SALADIE P., OLLÉ A., CÁCERES I., HUGUET R., VILLALÁIN J., CARRANCHO A., BOURLÈS D., BRAUCHER R., VALLVERDÚ J. (2015) – Barranc de la Boella (Catalonia, Spain): an Acheulean elephant butchering site from the European late Early Pleistocene, *Journal of Quaternary Science*, 30, 7, p. 651-666.
- MOURRE V., COLONGE D. (2007) – Et si l'Acheuléen méridional n'était pas là où on l'attendait, *Un siècle de construction du discours scientifique en préhistoire : congrès du centenaire de la Société préhistorique française*, 3, p. 63-78.
- MOVIUS H.L. (1948) – The Lower Palaeolithic cultures of southern and eastern Asia, *Transactions of the American Philosophical Society*, 38, 4, p. 329-420.
- MOVIUS H. (1957) – Pebble-tool terminology in India and Pakistan, *Man in India*, 37, 2, p. 149-156.
- NICOUD E. (2011) – *Le phénomène acheuléen en Europe occidentale : approche chronologique, technologie lithique et implications culturelles*, Thèse de doctorat, Université franco-italienne, Aix-en-Provence, 485 p.
- NICOUD E. (2013a) – *Le paradoxe acheuléen*, Paris, CTHS.
- NICOUD E. (2013b) – What does the Acheulean consist of? The example of Western Europe (MIS 16-9), *Mitteilungen der Gesellschaft für Urgeschichte*, 22, 41, p. e60.
- PERRENOUD C. (1993) – *Origine et mise en place des paragenèses phosphatées de remplissages karstiques quaternaires. Etude micromorphologique des sédiments de la Caune de l'Arago (Tautavel, Pyrénées-Orientales) et de la Baume Bonne (Quinson, Alpes-de-Haute-Provence)*, Thèse de doctorat, Muséum national d'histoire naturelle, Paris.
- PERRENOUD C., FALGUERES C., MOIGNE A., TESTU A., MAGNIEZ P., BOULBES N., LEBRETON L., HANQUET C., DESCLAUX E., LARTIGOT-CAMPIN A. (2016) – Variabilité des occupations humaines en contexte glaciaire à la Caune de l'Arago (Tautavel, Pyrénées-Orientales, France).

- PERRENOUD C., BECAM G., BOULBES N., CELIBERTI V., CHEN X., DAINAT D., FERRON J., FONTANEIL C., GRÉGOIRE S., MILIZIA C. (2018) – *Caune de l'Arago (Tautavel, Pyrénées-Orientales)*, Tautavel, UMR 7194 HNHP CERPT.
- PIPERNO M. (1999) – *Notarchirico, un sito del Pleistocene medio antico nel bacino di Venosa*, Venosa, Osanna edizione.
- PORRAZ G., NICOUÉ É., GRENET M., SIMON P. (2014) – Les soucoupes de l'Observatoire (Principauté de Monaco): contribution à l'étude du phénomène des grands éclats au Paléolithique ancien, *PALEO, revue d'archéologie préhistorique*, 25, p. 195-232.
- QUEROL A., SANTONJA M. (1980) – L'industrie lithique du gisement acheuléen de Pinedo (Tolède, Espagne), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 77, 10/12, p. 291-305.
- RABARDEL P. (1995) – *Les hommes et les technologies : approche cognitive des instruments contemporains*, Paris, Armand Colin, 239 p.
- RAMENDO L. (1963) – Les galets aménagés de Reggan (Sahara), *Libya*, 11, p. 42-73.
- RAVON A.-L. (2019) – Early human occupations at the westernmost tip of Eurasia: the lithic industries from Menez-Dregan I (Plouhinec, Finistère, France), *Comptes Rendus Palevol*, 18, 6, p. 663-684.
- RAVON A.-L. (2017) – *Originalité et développement du Paléolithique inférieur à l'extrémité occidentale de l'Eurasie: le Colomani de Menez-Dregan (Plouhinec, Finistère)*, Thèse de doctorat, Université de Rennes 1, 416 p.
- RAVON A.-L., GARCÍA-MEDRANO P., MONCEL M.-H., ASHTON N. (2021) – Acheulean variability in Western Europe: The case of Menez-Dregan I (Plouhinec, Finistère, France), *Journal of Human Evolution*.
- RENAULT-MISKOVSKY J. (1981) – Etude palynologique du remplissage de la Caune de l'Arago à Tautavel : signification chronologique, paléoclimatique et paléontologique des flores, in *Datations absolues et analyses isotopiques en Préhistoire, méthodes et limites, Colloque international du CNRS, Tautavel, 22-28 juin 1981*, Paris, CNRS, p. 253-258.
- RIVALS F., MOIGNE A. (2007) – Saison d'occupation et stratégies de chasse au Paléolithique inférieur, l'exemple de la Caune de l'Arago (Tautavel, Pyrénées-Orientales), *Bar International Series*, 1725, p. 17.
- ROCCA R. (2013) – *Peut-on définir des aires culturelles au Paléolithique inférieur ? Originalité des premières industries lithiques en Europe centrale dans le cadre du peuplement de l'Europe.*, Thèse de doctorat, Université Paris Ouest Nanterre La Défense, 563 p.
- ROCCA R., ABRUZZESE C., AURELI D. (2016) – European Acheuleans: critical perspectives from the East, *Quaternary International*, 411, p. 402-411.
- ROSAS A., DE CASTRO J.M.B. (1998) – The Mauer mandible and the evolutionary significance of *Homo heidelbergensis*, *Geobios*, 31, 5, p. 687-697.
- SANTONJA M., PÉREZ-GONZÁLEZ A. (2010) – Mid-pleistocene Acheulean industrial complex in the Iberian Peninsula, *Quaternary International*, 223, p. 154-161.
- SANTONJA M., QUEROL FERNÁNDEZ M.A. (1978) – Sistema de clasificación de cantos trabajados y su aplicación en yacimientos del Paleolítico Antiguo de la Península Ibérica, *SAGVNTVM, Papeles del laboratorio de arqueología de Valencia*, 13, p. 11-38.
- SANTONJA M., VILLA P. (2006) – The acheulian of western Europe, *Axe age: Acheulian toolmaking from quarry to discard*, Routledge, p. 429-478.
- SEMAW S. (2000) – The world's oldest stone artefacts from Gona, Ethiopia: their implications for understanding stone technology and patterns of human evolution between 2.6-1.5 million years ago, *Journal of Archaeological Science*, 27, 12, p. 1197-1214.
- SEMAW S., ROGERS M.J., CÁCERES I., STOUT D., LEISS A.C. (2018) – The Early Acheulean ~1.6–1.2 Ma from Gona, Ethiopia: Issues related to the emergence of the acheulean in Africa, in *The Emergence of the Acheulean in East Africa and Beyond*, Springer, p. 115-128.
- SERANGELI J., BÖHNER U., VAN KOLFSCHOTEN T., CONARD N.J. (2015) – Overview and new results from large-scale excavations in Schöningen, *Journal of human evolution*, 89, p. 27-45.
- DE SERRES M., FARINES J. (1829) – Notice sur la Caverne à ossements d'Argou (Pyrénées-Orientales), *Annales des sciences naturelles*, p. 276-301.
- SHARON G. (2009) – Acheulian giant-core technology: a world-wide perspective, *Current Anthropology*, 50, 3, p. 335-367.
- SHARON G. (2010) – Large flake acheulian, *Quaternary International*, 223, p. 226-233.
- SIGAUT F. (1991) – Un couteau ne sert pas à couper mais en coupant. Structure, fonctionnement et fonction dans l'analyse des objets, 25 ans d'études technologiques en préhistoire: Bilan et perspectives, *XI^e Rencontres Internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes*, Juan-les-Pins, APDCA, p. 21-34.
- SIMONE S. (1980) – *Choppers et bifaces de l'Acheuléen méditerranéen: essentiellement d'après les matériaux de Terra Amata (Alpes-Maritimes, France) et de Venosa (Basilicate, Italie)*, Thèse de doctorat, Université de Provence, Musée d'anthropologie préhistorique, 248 p.
- SORIANO S. (2000) – *Outils bifaciaux et outillage sur éclat au Paléolithique ancien et moyen : coexistence et interaction*, Thèse de doctorat, Université Paris-X Nanterre.
- SORIANO S., ROBERT A., HUYSSECOM É. (2010) – Percussion bipolaire sur enclume : choix ou contrainte? L'exemple du Paléolithique d'Ounjougou (Pays dogon, Mali), *PALEO, revue d'archéologie préhistorique*, n° spécial, p. 123-132.
- TAVOSO A. (1978) – *Le Paléolithique inférieur et moyen du Haut-Languedoc : gisements des terrasses alluviales du Tarn, du Dadou, de l'Agout, du Sor et du Fresquel*, Marseille, Université de Provence, Éditions du Laboratoire de paléontologie humaine et de préhistoire (coll. Études quaternaires, Mémoire, 5), 404 p.
- THIAM D. (2021) – Les sites acheuléens des grottes la Terrasse et du Coupe-Gorge, à Montmaurin, Haute Garonne, France, *L'Anthropologie*, 125, 1, p. 102835.

- THIEME H. (2003) – Lower Palaeolithic sites at Schoningen, Lower Saxony, Germany, *BAR International Series*, 1115, p. 9-28.
- TIXIER J., INIZIAN M.-L., ROCHE H., DAUVOIS M. (1980) – *Pré-histoire de la pierre taillée -1- Terminologie et technologie*, Valbonne, Cercle de recherches et d'études préhistoriques, 120 p.
- TOURLOUKIS V., THOMPSON N., PANAGOPOULOU E., GIUSTI D., KONIDARIS G.E., KARKANAS P., HARVATI K. (2018) – Lithic artifacts and bone tools from the Lower Palaeolithic site Marathousa 1, Megalopolis, Greece: Preliminary results, *Quaternary International*, 497, p. 47-64.
- TUFFREAU A. (2004) – *L' Acheuléen: de l'Homo erectus à l'homme de Néandertal*, Paris, Maison des roches (coll. Histoire de la France préhistorique), 122 p.
- TUFFREAU A. (1971) – Quelques observations sur le Paléolithique de la Pointe-aux-Oies à Wimereux (Pas-de-Calais), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 68, 2, p. 496-504.
- TUFFREAU A., ANTOINE P., CHASE P.G., DIBBLE H.L., ELLWOOD B.B., VAN KOLFSCHOTEN T., LAMOTTE A., LAURENT M., MCPHERRON S.P., MOIGNE A.-M. (1995) – Le gisement acheuléen de Cagny-l'Épinette (Somme), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 92, 2, p. 169-192.
- TUFFREAU A., LAMOTTE A., GOVAL É. (2008) – Les industries acheuléennes de la France septentrionale, *L'Anthropologie*, 112, 1, p. 104-139.
- VALVERDÚ J., SALADIÉ P., ROSAS A., HUGUET R., CÁCERES I., MOSQUERA M., GARCIA-TABERNERO A., ESTALRRICH A., LOZANO-FERNÁNDEZ I., PINEDA-ALCALÁ A. (2014) – Age and date for early arrival of the Acheulian in Europe (Barranc de la Boella, la Canonja, Spain), *PLoS One*, 9, 7, p. e103634.
- VAN VLIET-LANOË B., HÉRISSON D., DABROWSKI É., AUTHEMAYOU C., FRECHEN M., HALLÉGOUËT B., PARIS F. (2021) – Le gisement paléolithique inférieur de Pen Hat (Crozon, Bretagne) et son contexte stratigraphique régional, *Quaternaire, revue de l'Association française pour l'étude du Quaternaire*, 32, 1, p. 61-93.
- VIALLET C. (2019) – A new method of three-dimensional morphometry for analyzing the functional potentialities of bifaces. Contribution to the study of artefacts from AU P3 from the "Caune de l'Arago" (France), *Comptes Rendus Palevol*, 18, 2, p. 236-250.
- VIALLET C. (2016) – *Potentiel fonctionnel des outils bifaciaux au Pléistocène moyen en contexte méditerranéen. Analyse de la structure et des macro-traces des outils bifaciaux de la Caune de l'Arago, Terra Amata, Orgnac 3 et du Lazaret*, Thèse de doctorat, Université de Perpignan Via Domitia.
- VILLA P. (1981) – Matières premières et provinces culturelles dans l'Acheuléen français, *Quaternaria, Storia naturale e culturale del Quaternario*, 23, p. 19-35.
- VOINCHET-ZULLI S. (1991) – *Les industries lithiques du Paléolithique inférieur de la Caune de l'Arago : débitage et analyse morpho-technique des outils*, Thèse de doctorat, Muséum national d'histoire naturelle, Paris.
- VON BERTALANFFY L., CHABROL J.-B., LÁSZLÓ E., PAULRE B. (1973) – *Théorie générale des systèmes*, Paris, Dunod.
- WILSON L. (1986) – *Archeopétrographie des industries du paléolithique inférieur de la Caune de l'Arago (Tautavel, France) : identification et provenance des roches*, Thèse de doctorat, Université Paris VI.
- WILSON L. (1988) – Petrography of the lower Palaeolithic tool assemblage of the Caune de l'Arago (France), *World Archaeology*, 19, 3, p. 376-387.
- WYMER J. (1968) – *Lower Palaeolithic archaeology in Great Britain*, London, John Baker, 429 p.

Justin GUIBERT

Doctorant en Préhistoire
Université Toulouse Jean Jaurès
Laboratoire TRACES UMR 5608
5 allées Antonio Machado
31058 Toulouse cedex 9
justin.guibert@yahoo.fr

L’objet « lame » : un épiphénomène technique, économique, culturel et cognitif

Nicole PIGEOT (1950-2019)

Résumé : Suite à la conférence que Nicole Pigeot avait donnée à la table ronde organisée aux Eyzies par Anne Delagnes et Nicolas Teyssandier en 2006 : « Le phénomène laminaire au Paléolithique moyen et supérieur en Eurasie », elle prépara ensuite un article en vue des actes de la table ronde, mais ceux-ci ne virent pas le jour. La présente édition de ce texte est couplée à la mise en ligne des figures conçues par l’auteure pour accompagner sa conférence (<https://doi.org/10.34847/nkl.dd82z8eq>). Le résumé qui introduisait celle-ci synthétise l’essentiel de cette réflexion théorique prolongeant un précédent article de référence (Pigeot, 1991b) ; nous le reproduisons intégralement ici : « L’équation “débitage laminaire = Paléolithique supérieur” est fallacieuse alors qu’elle reste souvent un arrière-plan paradigmatique fréquent. La documentation démontre pourtant que les débitages laminaires ne sont pas l’apanage de cette dernière période du Paléolithique ni des capacités cognitives des formes les plus modernes de notre humanité. On propose d’apporter ici une base de discussion à ce sujet en explicitant la définition du phénomène laminaire qui ne se résume pas à l’expression d’une complexité conceptuelle et économique de type “moderne”. L’objet “lame” est l’épiphénomène des nombreux paramètres qui interviennent au carrefour de questions purement techniques (volumétriques et opératoires), économiques (en termes de productivité et d’objectif qualitatif), culturelles (choix entre des possibles), et bien évidemment cognitives (limitatives en amont des choix culturels) ».

Mots-clés : Analyse systémique, débitage laminaire, débitage Levallois, Paléolithique moyen, Paléolithique supérieur, technologie lithique.

Abstract: This posthumously published theoretical text follows on from the round table organised by Anne Delagnes and Nicolas Teyssandier at Les Eyzies in 2006: “The laminar phenomenon in the Middle and Upper Palaeolithic in Eurasia”. Nicole Pigeot presented an introductory lecture and then prepared this text – finalized by her editors – for the publication of the proceedings of the round table, but they were not published. As for the figures, her editors have the PowerPoint figures designed by Nicole Pigeot to illustrate the conference and have decided to make almost all of them available to readers (<https://doi.org/10.34847/nkl.dd82z8eq>). Nevertheless, had the edition been completed, the author would clearly have taken more care with the illustrations and their consubstantial link with the writing of her very pictorial thought. For this reason, the publication of these slides has been deliberately dissociated from the present text. Through both of them, the reader will discover an important intellectual construction in the author’s scientific journey. In the wake of her “Habilitation à diriger des recherches” (Pigeot, 1991a: <https://doi.org/10.34847/nkl.1b806d6z>) and the resulting reference article (Pigeot, 1991b), and then her new reflections on the laminar debitage of Etjolles (Pigeot *et al.*, 1991; Pigeot *dir.*, 2004), we see here the full development of a genuine method – inspired in its logic by André Leroi-Gourhan’s “degrees of fact” (1943) – to identify technical acts according to a systemic perspective, constantly promoted by Nicole Pigeot. In her view, this dynamic point of view protects against the all too frequent confusion between consequences and causes, the latter being so difficult to grasp in prehistory. It also provides the best way of distinguishing – at an advanced stage of research and not at the beginning! – the exact part of the cultural dimension in the “stratification of constraints” (“physical”, “economic and functional”, “cognitive”, etc.: cf. Pigeot, 1991 a and b). Moreover, this approach, enriched by the work of the philosopher Georges Simondon (1958), opens up new perspectives – and this is the main point – on the evolution and the main stages of laminar techniques, and, for each of them, the “field of constraints and possibilities” (Pigeot, 1991b).

In the background of this reflection on the evolution of techniques, the author distances herself completely from the fallacious equation according to which “laminar debitage = Upper Palaeolithic”. This in no way dispenses with trying to understand what happened at the end of the Palaeolithic when blade production became so frequent compared to earlier periods. To do this, Nicole Pigeot begins by analysing the advantages of laminar debitage, without omitting the

technical constraints linked to this type of operative concept. In order to study the parameters involved in the laminar objective, she begins by setting out the criteria for defining the blade by referring first to its basic appearance: a long, narrow and thin debitage product. A second level of analysis then focuses on understanding how the blade actually fits into a wider network of ramifications, revealing the essential role of recurrence, the cornerstone of productivity and standardisation. Given the multi-functional aspect of the interacting elements, we cannot simply infer the primary intention behind the choice of this type of debitage. This may be the result of a desire for length, or narrowness, or operative ease, or productivity, or standardisation, or several or all of these advantages “functioning” together.

Nicole Pigeot then reminds us that laminar debitage is possible from the early periods of the Palaeolithic onwards, even with a “facial” management of cores (i.e., debitage on the largest surface). Such debitage with the hard hammers used during those periods entails numerous constraints, including sacrificing one or more of the intrinsic laminar qualities, in particular the operative ease induced by good recurrence, and also the elongation of the product, its regularity, its standardisation, as well as its productivity. At the beginning of the laminar lineage, the different parameters thus act for themselves, independently, which is in line with Georges Simondon's definition of the “abstract” technical object. Then, at the beginning of the Upper Palaeolithic, it would seem that the conjunction of the use of the soft hammer (organic or mineral) with the conceptual opening towards “frontal” debitage (i.e., preferential exploitation of the small surface) offers a very new situation, where the laminar system conditions really fall into place. The ensuing operative and conceptual complexity involves a strong cultural codification with numerous possible solutions: there is obviously not only one type of laminar debitage in the Upper Palaeolithic. However, from the Aurignacian onwards, with the synergy of the different elements, the process begins to move towards what Simondon calls “concretisation”. This will only be truly accomplished with the complete investment of the whole volume to be knapped, which is made possible by the debitage method with the indirect percussion and above all pressure. With these innovations, the knapper can obtain such regularity of the product that it sets up the optimal regularity of the following product, and so on. All the parameters interact synergistically and none of them can “work for itself” without “working for all”. Length, narrowness, thinness, straightness, standardisation, productivity: all the parameters are now inseparable and each one contributes to the functioning of the others. The blade thus becomes the epiphenomenon of the laminar system. The retroaction cycle of recurrence is almost absolute and background noise of irregularity is almost inexistent. This is the complete definition of the final stage of a lineage according to Simondon. Perhaps at this stage we have reached a “hypertelic” technique, in the words of the philosopher, i.e., an exaggerated situation that becomes non-adapted in the event of the slightest change in the milieu? At this stage, the laminar lineage can no longer evolve: it is “saturated” in Simondon's words.

Keywords: Systemic analysis, laminar debitage, Levallois debitage, Middle Palaeolithic, Upper Palaeolithic, lithic technology.

PRÉAMBULE

par Isabelle FALLER et Boris VALENTIN

Nicole Pigeot est une de ces grandes enseignantes qui marquent plusieurs générations d'étudiant·es, devenus collègues pour certain·es. Chacun·e garde à l'esprit la tonalité ainsi que le tact de ses cours et entretiens individuels véritablement socratiques. De cet esprit, ses textes conserveront à jamais la trace, leur style témoignant tout à la fois de la rigueur épistémologique et de la liberté créative auxquelles elle incitait les étudiant·es. Cela se lit dans ses travaux de technologie appliquée – sur Étiolles ou la Patagonie australe ⁽¹⁾ – autant que dans les essais théoriques de technologie fondamentale qu'elle fut une des rares à proposer.

Le texte posthume qui va suivre relève de cette production théorique dans le prolongement de son magistère et il fait suite à la table ronde qu'Anne Delagnes et Nicolas Teyssandier organisèrent le 6 et le 7 avril 2006 aux Eyzies-de-Tayac : « Le phénomène laminaire au Paléolithique moyen et supérieur en Eurasie ». Cette rencontre avait alors réuni la plupart des spécialistes français de la question autour d'un argumentaire dont voici quelques extraits : « Même si de nombreuses données attestent désormais clairement du développement de technologies laminaires dès le Paléolithique ancien et plus encore au Paléolithique moyen, le débitage laminaire continue

d'être, d'une manière très générale, l'un des quelques éléments clés pour définir le Paléolithique supérieur et l'opposer souvent caricaturalement au Paléolithique moyen. (...) Ce comparatisme avec le Paléolithique supérieur est dérangeant dans la mesure où, sans examen préalable, il tend à grouper toutes les productions laminaires du Paléolithique en un type idéal. Or, d'une part, il conviendrait de s'assurer directement auprès des données archéologiques que tous les débitages laminaires répondent à une même conception et, d'autre part, il faudrait définir ce “type idéal” à partir d'une synthèse des observations récentes sur tous les types de production laminaire et non seulement sur des exemples de la fin du Paléolithique supérieur comme c'est encore bien souvent le cas. (...) Cette table ronde se propose donc de réunir un groupe de technologues lithiciens travaillant sur le Paléolithique moyen et le Paléolithique supérieur. L'approche se veut essentiellement comparative et trans-chronologique afin (...) de rendre possible les comparaisons entre les différentes périodes ».

Dans ce cadre, Nicole Pigeot délivra une conférence introductive, accompagnée d'une iconographie riche et pédagogique comme elle avait coutume de le faire. Peu de temps après, à l'invitation de François Bon, elle dispensa à nouveau cet exposé dans un séminaire de master et doctorat à l'université de Toulouse-Jean Jaurès. Puis elle le reprit en totalité ou en partie dans plusieurs de ses enseignements à partir du master à l'université Paris 1, notam-

ment dans son séminaire « Approches technologiques : concepts et méthodes » ou bien dans le stage théorique et pratique « Technologie lithique et chaînes opératoires » qui se tient chaque année à Étiolles. En parallèle, Nicole Pigeot préparait un texte pour la publication des actes de la table ronde, mais ceux-ci ne virent pas le jour. La version du tapuscrit dont nous disposons est datée de janvier 2009 et elle n'était pas alors totalement finalisée. Pour la publier ici, nous avons procédé à quelques légers ajustements en tâchant de rester le plus fidèle possible au texte original, sans beaucoup en actualiser les références bibliographiques ni même les compléter, ce qui serait artificiel et, du reste, ne s'impose pas pour un texte à portée théorique. Quant aux quelques notes, elles sont toutes de notre fait dans le but de contextualiser certains passages d'un point de vue épistémologique. Nous avons également élaboré un texte qui a été traduit pour le résumé en anglais, la version en français reprenant celui de la conférence. Quant aux figures, nous avons à notre disposition celles constituant le PowerPoint conçu par Nicole Pigeot pour accompagner l'exposé oral. Nous avons décidé de les conserver en presque totalité et de les mettre à disposition des lecteurs (<https://doi.org/10.34847/nkl.dd82z8eq> ; diapositive 1) dans la mesure où elles complètent parfaitement le texte. Néanmoins, si l'édition avait été menée à son terme, il est évident que l'auteure aurait consacré un surcroît de soin à l'illustration et à son lien consubstantiel avec l'écriture de sa pensée très imagée : c'est pourquoi nous avons volontairement dissocié la publication de ces diapositives de celle du présent texte. Les transformer en véritables figures insérées dans le texte imposait de les adapter, au risque de trahir le talent particulier que Nicole Pigeot aurait consacré à cette élaboration.

À travers ce texte et ces diapositives, les lecteur·rice·s découvriront une construction intellectuelle importante dans le cheminement scientifique de l'auteure et c'est

pour cela qu'il nous a paru bénéfique de la faire connaître largement. Dans le sillage de son mémoire d'habilitation à diriger des recherches (Pigeot, 1991a) et d'un article fameux qui en était issu (Pigeot, 1991b), puis de ses nouvelles réflexions sur les débitages laminaires d'Étiolles (Pigeot *et al.*, 1991 ; Pigeot dir., 2004), on voit ici se développer pleinement une véritable méthode – s'inspirant dans sa logique de celle des « degrés du fait » d'André Leroi-Gourhan (1943) – pour cerner les actes techniques selon une perspective systémique que Nicole Pigeot n'avait cessé de promouvoir. Ce point de vue dynamique prémunissait à ses yeux contre la confusion trop fréquente entre conséquences et causes, ces dernières étant si difficiles à appréhender en préhistoire. Il fournissait aussi le meilleur éclairage pour distinguer – à une étape avancée de la recherche et non au début ! – la part exacte de la dimension culturelle dans la « stratification des contraintes » (« physiques », « économiques et fonctionnelles », « cognitives », etc. : cf. Pigeot, 1991 a et b). Le présent texte, formant en quelque sorte le troisième volet d'un triptyque avec les deux publications de 1991 ⁽²⁾, constitue un manifeste de plus qui expose une façon originale de penser, donc d'analyser et par conséquent d'enseigner en refusant tous les préjugés. Du reste, l'usage que Nicole Pigeot fait ici de plusieurs concepts forgés par Georges Simondon qu'Éric Boëda (1997) avait fait connaître aux préhistorien·nes est une preuve supplémentaire, s'il en fallait, de son anti-dogmatisme de principe. De surcroît, cet emploi ouvre de nouvelles perspectives – là est l'essentiel – sur l'évolution des techniques laminaires, ses grands stades et, pour chacun d'entre eux, sur le « champ des contraintes et du possible » (Pigeot, 1991b) : c'est en particulier pour cela que nous avons souhaité qu'un grand nombre de lecteur·rice·s prenne connaissance d'un texte aussi fertile.

*
**

INTRODUCTION

A partir du Paléolithique supérieur, le phénomène laminaire « explose », si l'on ose dire, avec une restriction néanmoins, car les sociétés, à partir de cette période, ne vont pas systématiquement pratiquer le débitage des lames. Cela reste un choix culturel, de l'ordre des possibles. Il n'empêche, la production des lames devient si fréquente par rapport aux périodes antérieures qu'il fut et reste légitime de s'interroger sur le lien qu'il aurait pu y avoir entre les nouvelles capacités biologiques de l'*Homo sapiens* et la conception laminaire. Mais, toutes aussi légitimes, d'autres explications peuvent être avancées, comme l'intérêt fonctionnel que pouvait représenter la lame dans le contexte économique des sociétés du Paléolithique supérieur : intérêt ergonomique, par exemple, avec ses facilités d'emmanchement,

ou avantage de supports normalisés et « bons à tout faire », aptes aussi bien à être utilisés directement comme couteaux qu'à être transformés en outils spécialisés et variés ⁽³⁾. Mais la liste des explications n'est pas close.

C'est dans ce questionnement, à la croisée des nombreuses causes susceptibles d'éclairer la manifestation du phénomène laminaire, qu'il nous semble utile de réfléchir à l'ensemble des avantages du débitage laminaire, mais sans omettre les contraintes exercées par les nécessités techniques que requiert ce type de concept opératoire. C'est donc en se fondant d'abord sur les présupposés de l'objectif laminaire que l'on va tenter ici de cerner les paramètres en jeu et poser les critères de définition de la lame. Ce n'est que dans un deuxième temps que l'on peut essayer de considérer les productions laminaires dans le contexte des sociétés et de leurs choix culturels, lesquels sont bien évidemment limités par les compétences cognitives de leurs divers auteurs.

QU'EST-CE QU'UNE LAME ?

Un premier niveau de réponse désigne immédiatement l'apparence élémentaire d'un produit laminaire : un support débité long et étroit. Si cette définition s'avère juste, elle est loin d'être suffisante. D'abord, à partir de quelle longueur, et de quelle étroitesse, juge-t-on du caractère laminaire d'un éclat de débitage ? Divers seuils artificiels ont été posés pour distinguer, par exemple, la lame (« longue ») de la lamelle (« courte ») ou bien la lame (« étroite ») de l'éclat ou l'éclat laminaire (plus « trapu »). Ces seuils (8 mm de largeur pour la lamelle ; module longueur/largeur de 2 pour la lame selon François Bordes ; ou module de 4 pour le Magdalénien selon André Leroi-Gourhan) ont été largement employés, parfois avec intérêt dans des démarches typo-morphologiques comparatives à large échelle. Toutefois, ces mesures arbitraires ne sont plus satisfaisantes car elles occultent les réelles intentions qui ont présidé à l'extraction des produits. Les approches technologiques autorisent à rechercher ce que fut réellement la lame du préhistorique (et non celle du préhistorien). Et c'est là que le problème commence... Parmi tous les attributs qui accompagnent « organiquement » la conception laminaire, quels sont ceux qui furent, à chaque fois, d'abord possibles, ensuite souhaités ? Car l'intention laminaire, déjà, n'implique pas une combinaison nécessaire entre longueur *et* étroitesse. Par exemple, la lame est l'une des meilleures façons d'obtenir de la longueur, et si, seule, cette dernière avait été souhaitée, on aurait de toute façon obtenu de surcroît de l'étroitesse sans que celle-ci n'ait été spécialement recherchée. La lame, ici, ne serait qu'un sous-produit d'un désir de longueur.

Un deuxième niveau de réponse s'attachera ici à comprendre comment la lame s'insère, en réalité, dans un réseau plus vaste d'implications. Dans un autre type de langage (Simondon, 1958), on pourrait dire que le phénomène laminaire, lorsqu'il se « concrétise », mobilise de nombreux paramètres en synergie qui forment « système ». Il est alors plus difficile de reconnaître les paramètres « responsables », autrement dit ceux qui, éventuellement, motivent l'intention première du schéma opératoire. Voyons d'abord, individuellement, quels sont ces critères qui participent du processus laminaire, mais sans perdre de vue leurs relations interactives, ce qui nous permet déjà d'approcher la complexité systémique du phénomène laminaire (diapositive 2).

LES CRITÈRES DISTINCTIFS

La longueur : on l'a évoqué, c'est un critère omniprésent de bien des intentions utilitaires, dans la plupart des contextes culturels. La fonctionnalité d'un tranchant long et plutôt rectiligne s'avère très adaptée à des activités de découpe, voire de raclage. C'est donc un critère que la lame partage avec d'autres types de supports (éclats *stricto sensu*, éclats laminaires, pointes).

L'étroitesse : elle offre une très bonne ergonomie, notamment des facilités d'emmanchement, au point que l'on met souvent en avant cet avantage pour expliquer l'essor du phénomène laminaire au Paléolithique supérieur. Il faut ajouter que l'étroitesse d'une lame permet l'installation d'outils d'extrémité (burin, grattoir, bec, perçoir, troncature, etc.) qui constituent l'immense majorité des outils de transformation au Paléolithique supérieur.

La minceur : quoiqu'elle ne soit pas liée « consubstantiellement » à la morphologie laminaire, elle y est souvent associée, au moins pour de strictes raisons techniques sinon économiques. L'extraction en série est en effet grandement favorisée par la minceur des produits ; grâce à elle, le volume du nucléus est peu modifié lors de chaque enlèvement et l'on évite de trop constantes opérations d'entretien. Mais, par la même occasion, les avantages économiques sont importants : un intérêt de rentabilité (nombre de produits/poids du matériau) et un intérêt fonctionnel, car la minceur de la lame crée un angle d'autant plus aigu du tranchant, favorisant les activités les plus courantes, comme celles nécessitant de couper (la viande, les peaux, les fibres, etc.).

La récurrence : c'est un point essentiel. Cette notion, utilisée par Éric Boëda (1994) dans le cadre du concept Levallois, éclaire un intérêt fondamental du débitage laminaire. Selon ses termes, dans la définition de la taille récurrente, chaque produit est « prédéterminé et prédéterminant » (diapositive 3). En d'autres termes, systémiques cette fois, le principe est que, dans le processus récurrent, l'effet rétroagit sur la cause. Ainsi, la régularité du produit crée la régularité du négatif, qui crée la régularité du produit suivant, qui crée la régularité du négatif, et ainsi de suite. Moins il y a de perte de régularité pendant la « boucle » de rétroaction, plus la récurrence est maintenue, mieux le processus de détachement peut se dérouler (diapositive 4). Si le détachement des lames, par leur rectitude et le parallélisme des enlèvements qu'elles engrangent, répond dans l'idéal au principe de récurrence, il existe – toujours en termes systémiques – une notion parallèle qui a son importance dans le déroulement opératoire, celle de « sensibilité aux conditions initiales ». En effet, la moindre irrégularité rétroagit sur la régularité du négatif, donc du produit suivant, etc., phénomène qui tend à s'amplifier rapidement à cause d'une difficulté exponentielle à corriger les altérations successives des surfaces et des courbures (diapositive 5).

La productivité : c'est un sous-produit de la récurrence (diapositive 6). Le débitage laminaire étant « par essence » récurrent, il est « par essence » productif. Cela étant, la plus ou moins grande productivité est directement liée au maintien de la régularité laminaire au cours de la « boucle de rétroaction » de la récurrence. Ici, interviennent donc bien des points techniques comme le concept volumétrique et les questions de polarité du débitage, et surtout les modes de détachement. Entre percussion dure et pression, on verra que la gamme des autres solutions techniques offre des conditions éminemment différentes pour le maintien de la récurrence.

La normalisation : c'est en partie un sous-produit de la récurrence (diapositive 7). Lorsque cette dernière maintient un auto-entretien très stable, les enlèvements tendent forcément vers la normalisation morphologique. C'est le cas du processus de taille effectué à la pression, expression exemplaire de la récurrence laminaire. Celui-ci ne peut se dérouler correctement sans un maintien parfait de la régularité, et le déroulement lui-même crée cette nécessaire régularité : image idéale, donc, d'un effet qui rétroagit directement sur la cause, sans perte de régularité. Les lames en sont ainsi hautement normalisées, voire standardisées. Sinon, une normalisation plus approximative des supports laminaires peut être obtenue avec les autres modes de détachement. Dans toutes ces situations, la normalisation va de pair avec la productivité. Toutefois, cette dernière n'est pas conceptuellement indispensable. Par exemple, les méthodes linéales (Boëda, *op. cit.*) déterminent des formes précises qu'il est loisible de répliquer de multiples fois mais à condition de consommer de la matière première (par exemple, dans le cas laminaire, les méthodes type « Grand Pressigny »).

LE « SYSTÈME » LAMINAIRE

Longue et étroite, la lame requiert avant tout que le « cintre » du nucléus (convexité transversale) soit maîtrisé. Ces questions de cintre sont plus complexes qu'il n'y paraît. On surévalue parfois le nécessaire resserrement transversal de la surface à débiter, sans lequel un étalement latéral provoquerait l'extraction d'un produit non-laminaire. En réalité, c'est plutôt la morphologie du cintre qui importe, sa forme (les nervures et crêtes notamment, mais pas seulement) et surtout sa régularité. Débitée dans l'axe longitudinal de la surface cintrée, la lame exige donc l'installation d'un ou deux plans de frappe, à l'une des extrémités ou aux deux. La polarité est donc uni- ou bidirectionnelle opposée, c'est-à-dire uni-axiale.

À ce niveau, le concept laminaire n'est contraint que par les lois de la fracture conchoïdale. Au niveau volumétrique, il n'est contraint que par la matière disponible et la surface configurée. Ce sont donc plutôt les aspects opératoires, et notamment la technique d'exécution, qui structurent la variabilité des productions. De fait, si la boucle de rétroaction de la récurrence minimise la perte de régularité entre deux enlèvements, la productivité en lames normalisées voire standardisées ne dépend plus que de l'épaisseur des produits et du volume de matière – et du savoir-faire, mais nous occultons délibérément cet aspect en nous situant dans le cas idéal d'une pratique expérimentée. Dans les cas où l'auto-entretien joue moins, la plupart des corrections font alors appel à des procédés non-laminaires qui, tout en tenant leur rôle de réparateurs, ajoutent subrepticement une irrégularité incidente. Les enlèvements laminaires non normalisés présentent donc une gamme plus étendue de formes et de dimensions. La productivité est plus réduite par tous ces facteurs et l'amenuisement du volume disponible se trouve amplifié.

C'est à l'intérieur de ce système technique où tous les paramètres sont en interaction que l'on peut essayer d'ordonner les règles de variabilité du phénomène laminaire. Pour cela, nous évoquerons la « stratification » des possibilités et des contraintes inhérentes au débitage laminaire, sans y voir dans un premier temps une quelconque évolution chronologique, mais plutôt la base d'une explication de la variabilité qui, elle, pourrait fonder les interprétations d'ordre fonctionnel, culturel et cognitif.

VARIABILITÉ DU SYSTÈME LAMINAIRE

Percussion dure et débitage facial

Le débitage facial interfère au premier chef avec l'une des contraintes les plus fortes du débitage laminaire : le cintre (diapositive 9). Lorsque la face est large et peu cintrée, les produits tendent à s'étaler latéralement, les lames sont larges et/ou minces et la surface est peu accessible aux réfections. L'indispensable auto-entretien d'un tel concept volumétrique exige une bonne habileté (pas d'erreur). Or, le déroulement du processus est particulièrement entravé par une percussion dure qui creuse les contre-bulbes et apporte beaucoup de « bruit » à la régularité et donc à la récurrence (diapositive 10). Ce débitage se caractérise donc par une certaine difficulté opératoire, une faible productivité et/ou un manque de normalisation et d'allongement des produits (à la limite de la morphologie vraiment laminaire), avec un risque maximum d'accidents.

Solutions pour le système : d'abord le recours à des procédés d'installation/entretien du cintre. Ce sont les bords de la surface de débitage, à la jonction des côtés (des « flancs »), qui sont le plus naturellement investis pour cela. Ce peut être au moyen des convexités transversales (à la manière Levallois classique : diapositive 11), ou des débordements longitudinaux (débitage type Rocourt ou châtelperronien : diapositive 12) ou encore par recours à un plan de frappe opposé de type azilien (diapositive 13). On peut aussi chercher des percussions moins dures (pierres tendres) qui créeront moins d'irrégularités, mais on est là à la limite de cette catégorie « dure/faciale », et cette solution sera plutôt traitée plus loin avec les percussions « tendres ». On peut aussi se contenter de productions moins laminaires et effectuer ainsi des débitages plus convergents, mais on est plutôt du côté des « pointes » que des lames (diapositive 14) ; ou choisir des surfaces courtes, plus faciles (débitages transversaux, par exemple, comme le schéma conceptuel mis en œuvre à Bahia Colorada, Chili : Pigeot, Schidlowsky, 1997), mais les produits sont alors plus trapus. De toute façon, l'application de ce concept, voulu ou contraint, intègre le sacrifice d'une ou de plusieurs des qualités laminaires intrinsèques : d'abord la facilité opératoire que permet une bonne récurrence, mais aussi l'allongement du produit, sa régularité, sa normalisation et la productivité.

Solutions hors système : soit le recours à une percussion autre que dure qui facilite l'auto-entretien de la régularité et donc de la récurrence, soit le recours à un débitage non facial qui permet de mieux maîtriser les problèmes de cintre.

Percussion dure et débitage non facial

L'étroitesse de la surface de débitage resserre alors le cintre et, en réduisant l'importance d'une zone peu accessible à l'entretien (sinon par les deux plans de frappe axiaux) ainsi qu'en rapprochant les flancs, les possibilités de recintrage en sont multipliées (diapositive 15). Il est loisible de retrouver du cintre en recourant à l'envahissement progressif de ces réserves latérales que sont les flancs (diapositive 16). L'option frontale a d'ailleurs d'autres avantages car cette situation sur le petit côté du bloc offre de bons angles à la percussion transversale et élargit la gamme des zones d'action (diapositive 17). Elle permet ainsi l'installation de crêtes et de néo-crêtes et elle facilite par la même occasion la maîtrise de la « carène » (convexité longitudinale). Le problème du cintre est donc en bonne partie résolu, mais celui de l'irrégularité subsiste. Les conséquences liées à la percussion dure sont analogues à celles que nous avons décrites plus haut, avec son lot d'accidents et d'irrégularités (diapositives 18 et 19). Toutefois, la morphologie étroite de la table laminaire ne contraint plus à la minceur du produit. L'auto-entretien en est donc facilité par le détachement à la demande de produits plus épais (diapositive 20). En revanche, la productivité s'en ressent puisque la matière est davantage enlevée « à grands coups » et se réduit plus vite (diapositive 21).

Solutions pour le système : l'épaisseur de la lame et/ou un processus de débitage semi-envahissant, voire enveloppant et un peu convergent, parfois à la limite d'une production de « pointes », comme on en connaît dans le Paléolithique moyen du Proche-Orient. Les contraintes s'exercent donc plutôt sur le plan économique et fonctionnel : l'acceptation de lames épaisses (ou d'épaisseurs variables), donc une normalisation approximative et une productivité soumise aux choix ou aux possibilités d'envahissement (car dans un processus enveloppant, l'orientation du plan de frappe doit être en conformité sur tout le pourtour du volume).

Solutions hors système : le recours à une percussion autre que dure qui permet de maîtriser la minceur du produit.

Percussion tendre et débitage non facial (ou éventuellement facial)

La percussion tendre (organique ou minérale) amoindrit, comme on le sait, les stigmates de la fracture conchoïdale et accompagne la tendance à la courbure longitudinale inhérente aux lois physiques de ce type de fracture (diapositive 22). Avec moins de bulbe, il y a moins de contre-bulbe. Double avantage : à la fois fonctionnel (lame plus régulièrement mince, tranchante et régu-

lière) et technique (minceur et régularité du négatif qui entraînent une bonne récurrence) ; avec, en prime, une bonne productivité potentielle. Mais les contraintes de ce système sont justement là, dans la potentialité, car le recours à la percussion tendre directe nécessite l'installation et le maintien exigeants des bonnes conditions volumétriques : celles des angles du (ou des) plans de frappe (qui tendent à s'ouvrir), du cintre (qui tend à s'aplatir), de la carène (instable si la lame ne file pas jusqu'au bout), de la rectitude des nervures (qui se décalent), de la régularité des surfaces (qui tendent à se creuser et s'altérer)... auxquelles il faut ajouter les contraintes de la préparation au détachement ainsi que l'acquisition de bons matériaux (diapositive 23). En cas de récurrence défectueuse, lorsque les accidents prennent le pas sur les possibilités d'entretien, la production laminaire est médiocre, aussi bien en termes de qualité et de normalisation laminaire qu'en termes de rentabilité. Le débitage non facial (« frontal ») est donc particulièrement bienvenu pour résoudre les problèmes d'entretien et multiplier les zones possibles d'intervention (diapositive 24).

Toutefois, avec une percussion tendre, le débitage facial reste possible étant donné que la principale contrainte de ce concept volumétrique réside dans des problèmes de cintre avec son corollaire, la nécessité de lames plutôt minces. Or, la percussion tendre permet justement la minceur (d'ailleurs, on peut même dire qu'elle exige la minceur, n'étant pas très adaptée à l'épaisseur). En revanche, à cause de la difficulté opératoire qu'engendre l'usage d'un percuteur tendre et que l'on vient de décrire, ce choix beaucoup plus contraignant était rare.

Solutions pour le système : c'est donc un système complexe (diapositives 25 à 31) qui demande un bon savoir-faire et du soin, une sélection rigoureuse de la matière première (par sa forme et surtout l'homogénéité de sa structure), une forte anticipation à court et long terme du déroulement opératoire et une préférence à l'orientation frontale du débitage. Ce système doit donc être soigneusement programmé par les codes culturels traditionnels (diapositive 32). Dans l'état actuel des recherches technologiques, les exemples sont nombreux au Paléolithique supérieur de concepts de débitage fortement normés par des « façons de voir » et des « façons de faire » (Pelegrin, 1995) très distinctives : Aurignacien archaïque (cf. Proto-Aurignacien) et ancien, Gravettien moyen de type « Raysse », Magdalénien classique du Bassin parisien, Belloisien, etc.

Solutions hors système : percussion non directe.

Percussion indirecte

Cette méthode d'exécution ⁽⁴⁾ élimine les inconvénients qui sont l'apanage de la percussion directe et de son imprécision balistique (zone de contact approximative, possibles erreurs de dosage ou d'orientation du geste, instabilité motrice... : diapositive 33). La qualité du résultat (par la maîtrise de l'épaisseur et de l'étalement latéral, donc du cintre) en est grandement améliorée car stabilisée et au plus près de l'intention. Mais la percussion indirecte

a bien d'autres conséquences collatérales, comme l'inutilité, par exemple, d'une préparation longue et soignée au détachement laminaire ; cela vaut pour l'enlèvement de la corniche, mais aussi pour les interventions sur le plan de frappe (diapositive 34). Les réfections de plan de frappe peuvent d'ailleurs être inexistantes. En outre, la possibilité de détacher des produits à partir d'un angle assez ouvert évite non seulement la recherche et le maintien sourcilleux d'angles assez aigus, mais autorise des plans de frappe transversaux et une meilleure exploitation économique de débitages facilement enveloppants ou semi-enveloppants. Enfin, pour des raisons purement techniques dont nous ne discuterons pas ici, ce mode d'exécution permet l'extraction de produits minces et réguliers (et même plus rectilignes). Tous ces facteurs entraînent donc une excellente récurrence et un faible bruit dans la boucle de rétroaction (diapositive 35). Si le choix en est fait, on peut donc obtenir une bonne productivité du matériau. Le système possède ainsi un bon potentiel d'auto-entretien, et les procédés de réfection, avec leur lot habituel d'aléas et d'irrégularités (contre-bulbes plus profonds, nervures transversales...), peuvent être réduits à leur plus simple expression. Un problème subsiste néanmoins : la composante de compression crée un bulbe (donc un contre-bulbe) qui, même s'il est petit et bien circonscrit, est néanmoins présent (diapositive 36). De fait, la partie proximale de la surface de débitage tend à se creuser progressivement et à modifier la régularité du profil, allant jusqu'à constituer la situation limite d'un angle de frappe trop ouvert.

On ajoutera qu'avec le choix de la percussion indirecte, on se libère des contraintes de l'orientation faciale, la minceur et le cintre étant maîtrisés. Cet aspect n'intervient donc plus dans notre « catégorisation ». Il n'y a pas d'incitation technique forte à préférer une orientation frontale plutôt que faciale.

Solutions pour le système : il s'agit ici davantage d'une question de soin que de savoir-faire. La récurrence inhérente au système non seulement *peut*, mais *doit* être maintenue. Si le problème de cintre est presque « vaincu », celui de la carène doit être soigneusement maîtrisé car la technique au *punch* est peu adaptée à l'usage d'un plan de frappe opposé. Or, les risques d'accidents (réfléchissements, outrepassements) ne sont pas négligeables. Un soin constant est un gage de qualité laminaire et de productivité, mais la question d'un léger bruit de fond d'irrégularité dans la boucle de la récurrence n'est pas complètement résolue.

Solutions hors système : débitage par pression.

Pression

On connaît la principale contrainte de la technique par pression en plus d'une matière première à tailler homogène : l'obtention d'une énergie cinétique suffisante pour entraîner la fracturation conchoïdale (diapositive 37). Selon le principe « du plus petit au plus grand » (Pelegrin, 1988), la force de l'énergie de pression doit être déployée en fonction de la longueur ou de la masse de l'enlève-

ment souhaité. Pour aller au-delà du débitage lamellaire, il faut donc exercer une pression assez forte et user d'au moins une bécaille et d'un étau ou de son équivalent. En revanche, une fois cette force acquise, comme nous l'évoquions plus haut, le débitage laminaire par pression représente une expression idéale de la récurrence (diapositive 38). Pour que l'onde puisse se propager par cette modalité d'application, il faut une surface particulièrement conforme et régulière ; le négatif laissé est alors lui-même d'une grande régularité, avec des arêtes rectilignes et parallèles. Les lames successives s'appuient donc sur des surfaces parfaitement auto-entretenues par le négatif des lames précédentes. Ajoutons que la propagation de l'onde dans la matière se fait à égale distance de toute la surface de débitage et que les produits conservent donc une égale finesse de bout en bout. C'est le cas aussi du négatif, ce qui concourt à maintenir les conditions de récurrence. Enfin, le profil rectiligne permis par cette technique d'exécution facilite la gestion de la carène. Ce sont donc tous les problèmes techniques et volumétriques du débitage laminaire qui sont résolus par ce mode d'application de la force : le cintre parfaitement contrôlé par la gestion des nervures, la carène par la rectitude, la régularité des négatifs et des nervures, la minceur des lames (et de leurs négatifs), l'absolue récurrence, la productivité, d'autant plus que l'angle, comme pour le *punch*, peut être assez ouvert, proche de l'angle droit (et même un peu au-delà), et permettre une exploitation complètement enveloppante (diapositive 39). Ainsi, même si un faible contre-bulbe subsiste, comme pour la percussion indirecte, et tend aussi à creuser la partie proximale de la table, le détachement peut se poursuivre à un stade étonnamment avancé de l'exploitation (ex. des nucléus de type « *bullet core* »).

Solutions pour le système : une fois obtenue une modalité de démultiplication de la force de pression avec le procédé de maintien du nucléus qui convient, la seule véritable exigence est une préparation très poussée pour aplanir les surfaces et configurer les convexités originelles. Quant au déroulement lui-même, après l'importance cruciale de l'entame, il ne fonctionne que dans l'auto-entretien de l'extraction laminaire. Pratiquement aucune intervention n'est possible si un accident trop grave survenait. La gestion soigneuse des nervures et du cintre est donc indispensable pour éviter un étalement latéral rédhibitoire, avec un fort risque de réfléchissement (diapositive 40).

Solutions hors système : il n'y en a pas, ou alors hors fracture conchoïdale...

IMPLICATIONS ET DISCUSSION

Le phénomène laminaire englobe donc des manifestations extrêmement diverses qui ne se résument évidemment pas à l'expression d'une scission cognitive entre espèces humaines « archaïques » et « modernes ». À partir de la gestion faciale des nucléus, acquise dès

les périodes anciennes du Paléolithique, le débitage laminaire est donc possible, quand bien même il serait appliqué avec les percussions dures de ces époques. La caractéristique du concept laminaire réside dans l'exploitation uni-axiale d'une surface de débitage, avec toutes les implications systémiques qui s'ensuivent : longueur, étroitesse, récurrence (facilité opératoire de l'auto-entretien), productivité, normalisation (diapositive 42)... sans que l'on s'autorise à en inférer immédiatement l'intention première qui a présidé au choix de ce débitage (diapositives 43 et 44). Celle-ci peut résulter d'un désir de longueur, ou d'étroussure, ou de facilité opératoire, ou de productivité, ou de normalisation, ou de plusieurs, voire de la totalité de ces intérêts qui « marchent » ensemble.

Le phénomène laminaire résulte d'un système technique dont l'histoire est jalonnée d'acquis, soit d'ordre cognitif, soit d'ordre culturel. Nous avons déjà développé par ailleurs (Pigeot, 1991) notre thèse sur les étapes conceptuelles qui pourraient accompagner la dialectique compétence/performance des humanités successives. Le concept de surface caractérise les compétences qui se manifestent avant le Paléolithique supérieur. Mais le concept de volume ne se traduit pas pour autant dans le débitage laminaire dès l'Aurignacien ⁽⁵⁾. On a vu qu'il faut attendre l'invention de la percussion indirecte mais surtout de la pression pour qu'il puisse techniquement s'exprimer. De fait, les contraintes de la percussion directe (dure ou tendre) cantonnent les exploitations dans des concepts de surface. Même au Magdalénien, ce sont des surfaces qui sont débitées. Au cours de l'histoire des techniques, c'est la distinction entre grande surface (*cf.* débitage facial dans les deux dimensions du volume) et petite surface (*cf.* débitage frontal dans les trois dimensions du volume) qui nous semble pertinente. En revanche, la dichotomie n'est pas absolue. Si l'on prend l'exemple (car nous avons eu l'occasion de l'étudier) du débitage Levallois de Goderville en Seine-Maritime (Drwila, 1991) où plusieurs chaînes opératoires ont été remontées, on peut constater la hiérarchie des choix conceptuels successifs ⁽⁶⁾. À l'origine, les blocs de silex exploités étaient très allongés et ne pouvaient qu'inciter fortement au débitage uni-axial (« laminaire »). L'application du concept Levallois a consisté à installer les convexités latérales sur la grande face par des actions transversales et sécantes. Au cours du déroulement opératoire et de l'extraction de grandes lames, le détachement a commencé à déborder. Ce débordement ayant ouvert les angles latéraux, il n'était plus possible de revenir à l'entretien des convexités par des percussions transversales. Le schéma facial et débordant s'est donc poursuivi, jusqu'à un amincissement du nucléus et un envahissement latéral des lames qui, au final, donnait au nucléus l'image d'un volume plus prismatique, de « type » Paléolithique supérieur. Cet exemple nous a fait beaucoup réfléchir sur les aléas de la conception faciale. Quoiqu'elle fût prééminente au cours de ces périodes, différents facteurs pouvaient entraîner une modification « contrainte » ou aléatoire conduisant à des manifestations conceptuelles variées. Le cas de Goderville nous a semblé exemplaire, puisque les trois concepts

se succédaient au cours des mêmes chaînes opératoires : Levallois classique, puis Levallois débordant, puis prismatique et tournant de « type » Paléolithique supérieur. Or, forcément, il n'y a dans le débitage laminaire de Goderville ni scission cognitive ni scission culturelle... Notre interprétation classique en termes de concepts radicalement distinctifs est donc biaisée. Quant à l'intention laminaire, elle nous paraissait relever d'abord d'un désir de longueur et donc d'envahissement de la surface (concept Levallois). La stabilité des enlèvements par l'une ou l'autre extrémité de la face a créé la récurrence, amplifiée par les débordements et envahissements latéraux. En revanche, le bruit de fond de l'irrégularité dans la récurrence est grand, d'abord à cause de la percussion dure, ensuite à cause de l'adaptation instable d'un concept dont le manque de centre consubstantiel est peu adapté à l'extraction laminaire.

Existe-t-il alors une structure laminaire « type » Paléolithique supérieur ? Il semblerait que la rencontre technique de l'usage du percuteur tendre pour le débitage avec l'ouverture conceptuelle vers le débitage frontal offre une situation très nouvelle (diapositive 22 *sqq.*). Les conditions du système laminaire se mettent vraiment en place. En termes « simondonniens » (Simondon, 1958 ; Boëda, 2005), on pourrait dire que le processus s'engage dans la voie de la « concrétisation ». On a vu que le phénomène laminaire met en jeu un certain nombre de paramètres. Or, au début de la lignée, ceux-ci jouent plutôt chacun pour soi que tous pour un, ce qui rejoint la définition de l'objet technique « abstrait » de Simondon (diapositives 45 et 46) : la lame est longue, mais son étroitesse pourrait en être un sous-produit ; en revanche, le choix de l'étroussure permet la longueur ; la récurrence existe par essence, mais elle aussi est un sous-produit du débitage uni-axial ; la productivité était certainement souhaitable, mais elle n'était pas programmée par des codes stables et anticipés ; quant à la normalisation, elle n'était peut-être même pas envisagée, les produits Levallois fournissant plutôt une gamme de produits aux formes diverses. En revanche, dès l'Aurignacien, la mise en synergie des éléments crée un vrai système (diapositive 47). Quelle est l'intention première qui entraîne alors la mise en œuvre de ces schèmes techniques laminaires ? Difficile de répondre étant donné le côté plurifonctionnel des éléments en interaction. Le système laminaire est LA solution d'ensemble aux problèmes techniques et économiques posés par l'obtention de supports taillés. La facilité technique offrant récurrence et productivité fut certainement un point crucial des choix laminaires. Mais l'obtention, « par-dessus le marché », de produits efficaces, minces et longs, aptes en outre à recevoir en extrémité les outils classiques dont on se servait alors, n'a pu que représenter un grand avantage fonctionnel. En ce sens, l'intérêt des possibilités d'emmanchement n'a pu intervenir qu'en second lieu, une fois la conception « typologique » des outils établie. Quant à la normalisation des lames, elle ne semble pas réellement présente au Paléolithique supérieur. À voir, car c'est une appréciation subjective... En tout cas, même au Magdalénien au cours duquel on soigna particulière-

ment le concept laminaire, son application restant grevée par les difficultés techniques, celles de l'entretien, celle-ci empêchait une prédétermination précise des formes laminaires. C'est sans doute au niveau lamellaire que la petitesse des supports autorisait, grâce à la facilité opératoire, un choix précis et mieux anticipé des gabarits.

Une implication subsidiaire peut être tirée de la complexité opératoire et conceptuelle du débitage laminaire effectué à la percussion tendre (organique ou minérale). Celle-ci devait être fortement codifiée pour répondre à une application difficile et de nombreuses solutions étaient possibles. Cela explique les schèmes techniques très normés qui caractérisent les diverses traditions culturelles et leur grande stabilité par rapport aux autres productions techniques (lamelles et outils) plus faciles, et donc plus « libres » et plus variables. À ce niveau d'interprétation, il n'existe donc évidemment pas qu'un seul type de débitage laminaire au Paléolithique supérieur.

Enfin, il manque encore l'invention de solutions techniques adéquates pour accomplir la concrétisation finale du système laminaire. On l'a bien vu, ce n'est qu'avec le mode de détachement indirect, ou *punch*, et surtout avec la pression, que l'on peut considérer que la concrétisation est obtenue (diapositives 48 et 49). Le mode de détachement permet une régularité du produit qui, elle-même, permet une régularité du produit suivant, et ainsi de suite. L'ensemble des paramètres sont en interaction synergique et aucun ne peut « jouer pour lui » sans « jouer pour tous ». Longueur, étroitesse, minceur, rectitude, normalisation, productivité : tous les paramètres sont indissociables et chacun concourt au fonctionnement des autres. La lame est ici l'épiphénomène du système laminaire. La boucle de rétroaction de la récurrence est presque absolue et le bruit de fond de l'irrégularité est presque inexistant. On est là dans la définition complète de l'étape finale d'une lignée selon Georges Simondon où le fonctionnement crée son propre milieu (« associé » selon le mot du philosophe) qui, seul, lui permet de fonctionner avec anticipation du virtuel (le détachement laminaire par pression nécessite la parfaite régularité de la surface investie qui, *virtuellement*, préexistait avant le détachement de la lame précédente). Si l'on suit la logique simondonienne, peut-être pourrait-on considérer être là dans une technique « hypertélique », selon ses mots, c'est-à-dire dans une situation exagérée qui la désadapte en cas de moindre changement de milieu ? En un sens, oui, aussi bien au niveau des matières premières qui ne se prêtent pas toutes au débitage par pression, qu'au niveau de sophistication atteint par une technique enfermée dans de fortes contraintes sociales. Le moindre accident dans le déroulement opératoire conduit en effet à l'abandon du nucléus (ou sinon à son recyclage par d'autres chaînes techniques et pour d'autres objectifs). La technique laminaire quitte ici les rivages mieux balisés de l'économie domestique en acquérant une valeur particulière, autant sur le plan des ressources mobilisées que de celui de l'activité, et que, peut-être, de celui de l'auteur de ces productions ⁽⁷⁾.

À ce stade, la lignée laminaire ne peut plus évoluer. Elle est « saturée » selon les mots de Simondon. Il faudrait

quitter les contraintes et les lois de la fracture conchoïdale pour passer outre les derniers restes d'irrégularité consubstantiels (les contre-bulbes et la perte progressive, quoique très légère, de l'angle) et l'hyperspécialisation du système conceptuel. Avec un couteau et un matériau mou, on pourrait enlever pour ainsi dire « à l'infini », et facilement, des produits de forme laminaire...

Remerciements des éditeurs. En premier lieu, nous les adressons à l'équipe éditoriale de la Société préhistorique française, en particulier à Ludovic Mevel pour son soutien. Merci aussi à Louise Byrne pour la traduction du résumé en anglais. Enfin, nous voulons exprimer notre gratitude amicale à Jacques Jaubert et Catherine Perlès pour leurs avis ainsi qu'à François Bon qui a donné l'impulsion décisive à cette édition.

NOTES DES ÉDITEURS

- (1) Voir notamment Pigeot dir., 2004 et Pigeot, Schidlowsky, 1997.
- (2) Le mémoire d'habilitation à diriger des recherches de Nicole Pigeot (1991b) n'ayant été que polycopié, nous profitons de l'occasion pour déposer intégralement en ligne sa version originale (<https://doi.org/10.34847/nkl.1b806d6z>).
- (3) Les lecteur·ice·s reconnaîtront ici une allusion à l'introduction par Jacques Tixier (1984) d'un ouvrage de synthèse – et de référence – publié par son équipe sur les productions laminaires.
- (4) On connaît le succès qu'a rencontré chez les technologues français la distinction proposée par Jacques Tixier (1967) entre « méthode » et « technique ». Pour autant, ces choix sémantiques dérangeaient Nicole Pigeot sans qu'elle remette bien entendu en cause l'importance de cette différenciation entre dimensions idéelles et matérielles. Réduire la « technique » à son strict aspect opératoire lui posait deux problèmes. D'abord celui de se priver d'un vocabulaire commun avec les autres anthropologues et historiens et aussi avec les philosophes, la notion ayant pour les un·es et les autres un champ d'application évidemment très vaste, incluant une dimension idéelle (et par conséquent les « méthodes » selon Tixier). Sans oublier les problèmes que pose la traduction dans d'autres langues... Elle voyait par ailleurs un risque à réduire la complexité d'un acte technique à sa stricte dimension matérielle (Pigeot, 2011). D'où son audace consistant à parler comme ici de « méthode d'exécution » – presque un oxymore considérant la *doxa* – à propos d'une combinaison de gestes impliquant nécessairement de l'anticipation. D'où aussi l'usage ailleurs dans ce texte de la notion très englobante de « technique laminaire » ou au contraire de l'acception restrictive « technique d'exécution » quand il s'agit surtout de l'aspect opératoire (ce qui, à sa suite, se nomme aussi « modalité d'exécution » ou « de détachement » dans l'enseignement de technologie lithique à l'université Paris 1).
- (5) Cette phrase fait allusion à une prise de position sur un article d'Éric Boëda (1990) dans Pigeot 1991b. Voici deux extraits à ce propos : « La notion de surface opposée à celle de volume n'est pas à prendre "au pied de la lettre". Le nucléus Levallois, quoi qu'il en soit, est un volume, et le

débitage des éclats ou lames se fait, évidemment, au détriment d'un volume ; seulement, celui-ci est exploité à partir de sa grande face. C'est sans doute là l'élément conceptuel déterminant. Mais ne considérer le nucléus du Paléolithique supérieur que comme un volume entraîne une vision conceptuelle qui fait peut-être négliger le critère distinctif le plus important. En effet, à notre avis, ce n'est pas le fait d'un concept de volume qui en permet l'exploitation laminaire maximale, mais le fait que le volume soit exploité par sa petite face. À la limite, un nucléus du Paléolithique supérieur n'a pas besoin d'une préparation volumétrique totale pour fonctionner correctement. D'une certaine manière, le débitage se déroule aussi sur une surface qui recule dans un plan plus ou moins parallèle à lui-même, mais cette surface n'est pas la plus grande du volume, celle qui dans une perception intuitive immédiate paraît la plus intéressante et, de fait, était exploitée jusqu'alors. (...) Le volume potentiel est bien là, non exploité, et pourtant il s'agit absolument d'un concept laminaire du Paléolithique supérieur ». Et Nicole Pigeot ajoute plus loin : « La tech-

nique se délivre d'une contrainte volumétrique faciale, et investit toutes les dimensions potentielles. Si l'on ne peut, à notre avis, évoquer l'investissement accompli du volume pour la technique de la pierre (faudrait-il attendre le débitage par pression pour qu'il soit techniquement accessible ?), le concept en est assurément acquis dès l'Aurignacien où apparaissent les premières figurines réalistes en ronde-bosse ».

- (6) Celles et ceux qui ont eu la chance de bénéficier des enseignements de Nicole Pigeot, et en particulier de ses directions de mémoire, se souviennent de la véritable maïeutique qu'elle instaurait. Réciproquement, sa recherche se nourrissait souvent, comme ici, des séances actives de travail pratique avec les étudiant·es sur le matériel archéologique qu'elles et ils étudiaient.
- (7) Parmi les travaux auxquels Nicole Pigeot se réfère ici, on citera l'important article de synthèse à propos du Néolithique européen de Didier Binder et Catherine Perlès (1990).

DONNÉES SUPPLÉMENTAIRES

Annexe 1 – L'objet « lame » : un épiphénomène technique, économique, culturel et cognitif : diaporama / *The "blade" object: a technical, economic, cultural, and cognitive epiphenomenon: slideshow*.

DOI : <https://doi.org/10.34847/nkl.dd82z8eq>

Annexe 2 – Entre Nature et Culture : valeur heuristique de la technologie lithique par des approches systémiques et cognitives (mémoire présenté à l'université Paris 1 en vue d'une Habilitation à diriger des recherches).

DOI : <https://doi.org/10.34847/nkl.1b806d6z>

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BINDER D., PERLÈS C. avec la collaboration de INIZAN M.-L. et LECHEVALLIER M. (1990) – Stratégies de gestion des outillages lithiques au Néolithique, *Paléo*, 2, p. 257-283. https://www.persee.fr/doc/pal_1145-3370_1990_num_2_1_1004
- BOËDA É. (1990) – De la surface au volume. Analyse des conceptions des débitages Levallois et laminaire, in C. Farizy (dir.), *Paléolithique moyen récent et Paléolithique supérieur ancien en Europe. Ruptures et transitions : examen critique des documents archéologiques, Actes du colloque international de Nemours (9-11 mai 1988)*, Nemours, APRAIF (coll. Mémoire du musée de Préhistoire d'Île-de-France, 3), p. 63-68.
- BOËDA É. (1994) – *Le concept Levallois : variabilité des méthodes*, Paris, Éditions du CNRS (coll. Monographie du CRA, 9), 280 p.
- BOËDA É. (1997) – *Technogenèse de systèmes de production lithique au Paléolithique inférieur et moyen en Europe occidentale et au Proche-Orient*, Mémoire d'Habilitation à diriger des recherches, université Paris 10-Nanterre, 73 p.
- BOËDA É. (2005) – Paléo-technologie ou anthropologie des techniques ?, *Arobases*, 1, p. 46-64.
- DRWILLA G. (1991) – *Étude technologique des industries lithiques de Goderville*, Mémoire de maîtrise, université Paris 1, 90 p.
- LEROI-GOURHAN A. (1943) – *Évolution et techniques -1- L'homme et la matière*, Paris, Albin Michel, 367 p.
- PELEGRIN J. (1988) – Débitage expérimental par pression : du plus petit au plus grand, in J. Tixier (dir.), *Technologie préhistorique*, Valbonne, CNRS (coll. Notes et Monographies techniques du CRA, 25), p. 37-53.
- PIGEOT N. (1991a) – *Entre Nature et Culture. Valeur heuristique de la technologie lithique par des approches systémiques et cognitives*, mémoire d'Habilitation à diriger des recherches, université Paris 1, 182 p.
- PIGEOT N. (1991b) – Réflexions sur l'histoire technique de l'homme : de l'évolution cognitive à l'évolution culturelle, *Paléo*, 3, p. 167-200. https://www.persee.fr/doc/pal_1145-3370_1991_num_3_1_1046
- PIGEOT N. (dir.) (2004) – *Les derniers Magdaléniens d'Étiolles. Perspectives culturelles et paléohistoriques*, XXXVII^e supplément à *Gallia Préhistoire*, Paris, Éditions du CNRS, 345 p.
- PIGEOT N. (2011) – Chaînes opératoires : contexte théorique et potentiel cognitif, in R. Treuil (dir.), *L'archéologie cognitive. Techniques, modes de communication, mentalités*, Paris, Éditions Maison des Sciences de l'Homme, p. 149-171.

- PIGEOT N., PHILIPPE M., LE LICON-FENIOU G., MORGENSTERN M. (1991) – Systèmes techniques et essai de technologie culturelle à Étiolles : nouvelles perspectives, in Centre de Recherches Archéologiques (dir.), *25 ans d'études technologiques, bilan et perspectives, Actes des XI^e rencontres d'archéologie et d'histoire d'Antibes, octobre 1990*, Juan-les-Pins, APDCA, p. 169-185.
- PIGEOT N., SCHIDLOWSKY V. (1997) – L'équipement en pierre taillée sur galets, in D. Legoupil (dir.), *Bahia Colorada (île d'Englefield). Les premiers chasseurs de mammifères marins de Patagonie australe*, Paris, Éditions Recherches sur les Civilisations, Association pour la diffusion de la pensée française, p. 129-135.
- SIMONDON G. (1958) – *Du mode d'existence des objets techniques*, Paris, Aubier, 265 p.
- TIXIER J. (1967) - Procédés d'analyse et questions de terminologie concernant l'étude des ensembles industriels du Paléolithique récent et de l'Épipaléolithique dans l'Afrique du Nord-Ouest, in W. W. Bishop et J. Desmond-Clark (dir.), *Back-ground to evolution in Africa. Proceedings of a symposium held at Burg Wartenstein Austria, July-August 1965*, Chicago, University of Chicago Press, p. 771-820.
- TIXIER J. (1984) – Lames, in *Préhistoire de la pierre taillée, 2 : économie du débitage laminaire : technologie et expérimentation*, Actes de la III^e table ronde de technologie lithique (Meudon-Bellevue, octobre 1982), Paris, Cercle de recherches et d'études préhistoriques, 168 p.

Nicole PIGEOT
Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne
UMR 7041-Arscan
Équipe d'Ethnologie préhistorique

Isabelle FALLER et Boris VALENTIN
pour l'édition du manuscrit

Présentation de l'expérimentation d'agriculture de type néolithique menée à l'archéosite du parc de la Haute-Île (Neuilly-sur-Marne, France) : mise en œuvre et résultats des cultures céréalières

Aurélié SALAVERT, Françoise TOULEMONDE, Rémy AURAY,
Caroline HOERNI, Guillaume HUITOREL, Ivan LAFARGE

Résumé : L'expérimentation agricole menée dans le parc de la Haute-Île (Département de la Seine-Saint-Denis) pendant trois années agricoles (2017-2020) a pour objectif de tester un système agricole de type néolithique (5500-4900 avant notre ère) impliquant un travail du sol minimal et un taux de fertilisation faible. Cet article présente la mise en œuvre de l'expérimentation et une analyse préliminaire des résultats concernant les rendements céréaliers et les relevés des cortèges d'adventices. L'amidonniér et l'engrain se sont montrés généralement compétitifs face aux plantes adventices herbacées. Les parcelles semées à l'automne avec la technique du sillon ont permis de récolter en moyenne 1350 kg/ha (ratio 1:15) d'engrain et 900 kg/ha (ratio 1:8,5) d'amidonniér. Cette moyenne est à nuancer en raison de la variabilité interannuelle des rendements pour les deux céréales. Néanmoins, le rendement est toujours supérieur à 1:10 pour l'engrain et en général inférieur à 1:10 pour l'amidonniér. Ainsi, contrairement aux données agronomiques qui indiquent que l'engrain est moins productif que l'amidonniér, l'expérimentation indique que certaines variétés d'engrain peuvent être plus performantes que celles d'amidonniér en culture d'hiver, plusieurs années consécutives, sous un système agraire engageant un très faible apport organique et un faible investissement humain. La flore adventice relevée sur les parcelles est dominée par les plantes vivaces probablement en raison de la faible intensité du travail du sol et de la courte durée de l'expérimentation. La majorité des taxons trouvés dans le lot de stock d'engrain (récolte traitée par battage puis vannage) provient de la prairie environnante. Les adventices résiduelles y représentent seulement un quart de la diversité enregistrée sur les parcelles et sont majoritairement des annuelles d'hiver ce qui ne correspond pas au ratio vivace/annuelle enregistré sur les parcelles.

Mots-clés : Néolithique, Europe tempérée, expérimentation, blé vêtu, système agricole, adventice, rendement céréalier.

Abstract: This article presents implementation choices and initial results on crop yields and weed assemblages from a 3-year Neolithic-type agricultural experiment (2017-2020) at the "parc de la Haute-Île" (Department of Seine-Saint-Denis), about 20 km east of Paris (France). The project aimed to experiment the currently accepted farming system for the Early Neolithic in central Temperate Europe (ca. 5500-4900 cal BC), i.e. a system of winter or spring cereal cultivation, conducted on small permanent plots, whose fertility is maintained by a low input of organic amendment. At the "parc de la Haute-Île", work on the plots was minimal (no weeding, no irrigation, low fertiliser input) due to constraints related to labour and time availabilities of the experimental team. The plots were mainly cultivated with the two emblematic hulled wheats of the Linearbandkeramik period (LBK): emmer (*Triticum turgidum* subsp. *dicoccon*) and einkorn (*Triticum monococcum*). The initial state of the experimental site was a meadow surrounded by a wooded hedgerow and the initial soil had an inherent high fertility. The total area given over to the farming experiment was 180 m² (31.5 m² per plot). Each year, three plots were cultivated, either in monoculture or in maslin, i.e. cultivation of several cereal types on the same plot and subsequently harvested together. The annual cropping plans included one plot of cereals that had never been fertilized, another amended with animal manure (equivalent of 2 t/ha of animal manure), and another following the cultivation of a pulse crop (rotation). The aim was to evaluate the cereal yields following the

different methods that were used (fertilization, seasonality), as well as the qualitative diversity of weed assemblages in the plots and in one processed einkorn subsample, sown in autumn and gathered low on the stem. The main questions underlying the experimental project are:

- Does low organic input cultivation without weed control benefit one or the other of the two-hulled wheats in the monoculture and maslin plots?
- Does soil fertilisation have a short-term effect on the yields of the hulled cereals?
- What is the composition of the wild flora present in the cultivated plots, what is its origin, is it representative of the cultivation methods?
- Does the weed flora found in the harvested lots after their treatment reflect the results from the agricultural plots?

At the “parc de la Haute-Île”, emmer and einkorn competed with herbaceous weeds in the farming experiment with low labour input and low fertilization intensity. The yields for the two cereals show inter-annual but also intra-annual variabilities. Einkorn was the best performing cereal in both the monoculture and maslin plots. The average yield for einkorn is 1350 kg/ha (ratio 1:15) and 900 kg/ha (ratio 1:8,5) for emmer. The yield is always higher than 1:10 for einkorn regardless of when sowing took place and the fertilization methods. For emmer, the ratio is generally less than 1:10. Regarding sowing seasonality, the spring crop tested in year 1 (2018-2019) performed less well than the winter crop for both taxa, with emmer even stopping its development during the agricultural season. On the unfertilized plot, there is a discontinuous evolution of yields between the test year (2017-2018) and year 2 (2019-2020) with the two cereals showing contrasting behaviours. For einkorn in the test year, the unfertilized plot delivered the highest yield (1:23) of the three years. On the five plots fertilized in monoculture, yields were not systematically higher than on the unfertilized plots. For emmer, in year 2, the two fertilized plots (1:12 and 1:17) yielded more than the unfertilized plot (1:7) and even more than the reference value of the test year (1:10). Emmer seems thus to respond somewhat better to short-term fertilisation. These results contradict the current agronomic data that indicate a better productivity of emmer. This experiment leads us to assume that the better performance of einkorn during episodes of heavy rainfall could explain its preponderance on most of the LBK archaeological sites in Central European despite its supposed lower yield. Indeed, the experiment shows that currently, some varieties of einkorn can outperform emmer, several years in a row, under a low input winter cropping system with a soil with high inherent fertility.

36 herbaceous species were observed in the cereal plots. Most (n=25) were species identified in the meadow. At least 5 taxa may have originated in the meadow and/or initial seedlings and 2 taxa originated exclusively in the initial seedlings of the test year. The distribution by biological type shows 50% annuals (mostly winter annuals) and 50% perennials (without vegetative reproductive organs in majority). The high presence of perennials can be explained by the short duration of the experiment that did not favour annuals, and the low intensity of weeding. After threshing and winnowing, 10 taxa were identified to the species level in the einkorn stock. The distribution by biological type indicates 80% annuals, which are mostly winter annuals. Among the perennials, those without vegetative reproduction dominate. The ratio of annuals/perennials observed in the einkorn stock is thus not representative of what was observed on the plot. There is less diversity in the assemblage compared to what was recorded in the plots. Furthermore, winter annual weeds are over-represented compared to the ratio recorded in the plots, where perennials dominate. This could be explained by the fact that annuals, such as poppy (*Papaver rhoeas*) or brome (*Bromus* sp.), produce more seeds than perennials and are therefore more likely to be present in the samples. This result will have to be verified and explained when the entire harvest subsamples of the three experimental years are processed.

Keywords: Neolithic, temperate Europe, experimentation, hulled wheat, farming system, weed, cereal yield.

Afin de valoriser le riche patrimoine archéologique découvert lors de l'aménagement du parc de la Haute-Île à Neuilly-sur-Marne, le département de la Seine-Saint-Denis a mis en place un archéosite, au sein duquel un pôle Néolithique a été ouvert en 2017 (Hoerni et Lafarge, 2018). L'ambition initiale de cet équipement était de proposer un espace de médiation pour le grand public et les scolaires, présentant la reconstitution d'une maison néolithique. Une aire agricole s'est rapidement adossée à ce bâtiment dans un but d'archéologie expérimentale (fig. 1A et 1B). Cette démarche, axée sur le Néolithique, a pu être mise en œuvre dès l'automne 2017 grâce à une collaboration entre le Bureau du patrimoine archéologique du département de la Seine-Saint-Denis et l'UMR Archéozoologie, Archéobotanique : Sociétés, Pratiques et Environnements (AASPE, MNHN-CNRS). Les objectifs de l'expérimentation du parc de la Haute-Île (2017-2020) étaient de

tester les hypothèses récentes quant aux méthodes et techniques mises en œuvre dans les systèmes agricoles pionniers d'Île-de-France et plus largement d'Europe tempérée nord-occidentale. Le modèle actuellement accepté est un système de cultures de céréales d'hiver ou de printemps, mené sur de petites parcelles permanentes, et dont le maintien de la fertilité est assuré par un apport d'amendement organique (Bogaard, 2002a, 2004 ; Mueller-Bieniek *et al.*, 2019). Ce modèle s'appuie sur les données issues de l'archéobotanique, de travaux d'agriculture expérimentale et de la géochimie isotopique. Cet article présente le cadre archéobotanique dans lequel s'inscrit l'expérimentation, sa mise en œuvre incluant un argumentaire des choix techniques effectués ainsi qu'une analyse préliminaire des résultats concernant les rendements céréaliers et les relevés des cortèges d'adventices.

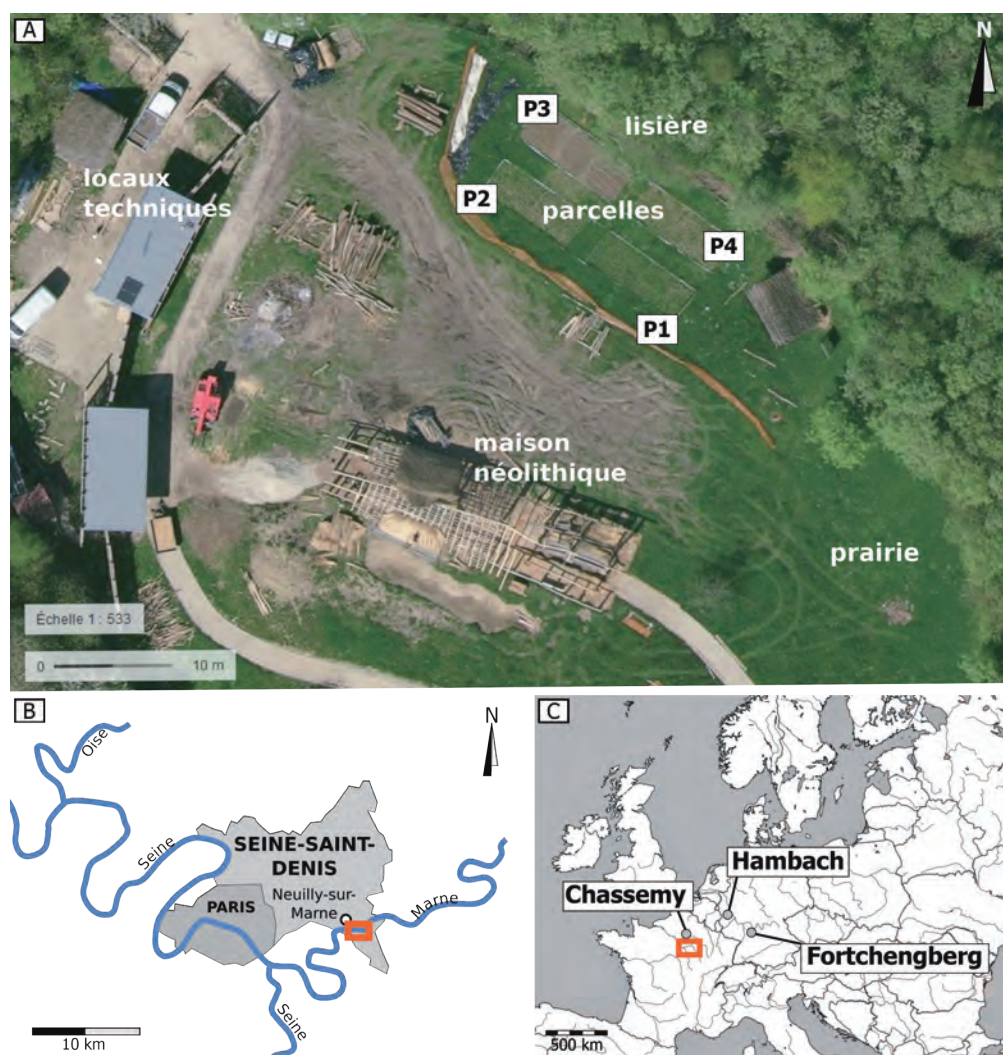


Fig. 1 – A, photographie aérienne de l'archéosite prise au printemps 2018 (année test) avec l'emplacement des quatre parcelles expérimentales (P). Les semis de légumineuses et de lin viennent d'être réalisés sur P3. La construction de la maison de type néolithique est en cours (fond d'illustration : Géoportail) ; **B**, localisation administrative et géographique du parc de la Haute-Île (carte : A. Salavert) ; **C**, localisation des trois principales expérimentations de type néolithique présentées dans le texte (fond de carte : Alexrk2, basé sur les données issues de naturalearthdata.com).

Fig. 1 – A, aerial photography of the "archéosite" taken in spring 2018 (test year) with location of the four experimental plots (P). Pulses and flax have just been sown on P3. The building of the Neolithic house is in progress (background: Géoportail); **B**, Location of the "parc de la Haute-Île" (map: A. Salavert); **C**, Location of the three main Neolithic-type experiments presented in the text (map background: Alexrk2, based on the database from naturalearthdata.com).

ÉTAT DES LIEUX ET OBJECTIFS DE L'EXPERIMENTATION

Cadre archéobotanique

Les connaissances sur l'alimentation végétale et les chaînes opératoires agricoles des sociétés préhistoriques reposent essentiellement sur les restes de plantes cultivées, les graines/fruits de plantes sauvages, dont les adventices (c'est-à-dire plantes accompagnatrices des cultures qui poussent sans avoir été volontairement semées), provenant des sites archéologiques. Dans le bassin de la Seine (vallées de l'Aisne et de la Seine), les études archéobotaniques publiées sur des sites conservés

en milieu sec et attribués au Néolithique ancien (Rubané, 5100-4900 cal. BC) sont encore peu nombreuses. Les données les plus anciennes proviennent de la vallée de l'Aisne, affluent de l'Oise (Bakels, 1984, 1995, 1999). Dans la vallée de la Seine, des fouilles préventives menées par l'Institut national d'archéologie préventive ont renouvelé les connaissances sur l'économie végétale des premiers agriculteurs champenois (Toulemonde *et al.*, 2021). Néanmoins, en règle générale, les carporestes sont mal conservés, ne permettant qu'une approche qualitative de la diversité agricole dans cette région pour le début du Néolithique (Pernaud *et al.*, 2004 ; Berrio, 2011). De plus, la place des produits de la cueillette et des organes souterrains, comme les racines et les tubercules,

dans l'alimentation au Néolithique ancien, mais aussi aux périodes ultérieures, demeure largement méconnue (Dietsch-Sellami, 2007 ; Bouby *et al.*, 2018 ; Cagnato *et al.*, 2021 ; Hamon *et al.*, 2021).

Plantes cultivées et cortèges d'adventices

Les sites du bassin de la Seine ont livré les céréales et les légumineuses typiques du Rubané d'Europe tempérée centrale et occidentale, c'est-à-dire l'engrain (*Triticum monococcum*), l'amidonnier (*T. turgidum* subsp. *dicoccon*), le pois (*Pisum sativum*) et la lentille (*Lens culinaris*) (Bakels, 1999, 2009 ; Kreuz, 2007 ; Salavert, 2011, 2017 ; Toulemonde *et al.*, 2021). Les assemblages carpologiques de la vallée de la Seine, et plus largement du Bassin parisien, semblent se distinguer du reste du territoire rubané par la fréquence de l'orge (*Hordeum vulgare*) et du blé nu (*Triticum aestivum* s.l./*durum/turgidum*) (Bakels, 2009 ; Toulemonde *et al.*, 2021). Des études complémentaires seront néanmoins nécessaires pour préciser leur statut (adventices, cultivars) et leur importance relative par rapport aux deux blés vêtus emblématiques des systèmes agricoles pionniers de la région. Concernant les plantes oléagineuses, les études champenoises ont montré la possible culture du pavot somnifère (*Papaver somniferum*) dès le Néolithique ancien (Salavert *et al.*, 2020 ; Toulemonde *et al.*, 2021). Le lin (*Linum usitatissimum*), pourtant répertorié dans la sphère rubanée, n'est pas identifié dans la vallée de la Seine. La sous-représentation des plantes oléagineuses, telles que le pavot et le lin, est probablement due à l'indigence du corpus archéobotanique additionné à la fragilité des semences dont le contenu oléagineux ne favorise pas la conservation par carbonisation. Le mode de culture, c'est-à-dire la monoculture ou la méturation (c'est-à-dire plusieurs espèces semées, moissonnées et parfois même transformées ensemble), est difficile à mettre en évidence en archéobotanique car il faut disposer d'ensembles clos issus directement des récoltes, comme des structures de stockage (Comet, 1992 ; Zech-Matterne, 2011 ; Toulemonde *et al.*, 2016). Selon certains auteurs, l'emploi de la méturation associant les deux principales céréales vêtues serait peu probable au Rubané car toutes deux n'arriveraient pas de manière synchrone à maturation, l'amidonnier précédant l'engrain (Kreuz et Schäfer, 2011).

Les mentions d'adventices de cultures identifiées dans les assemblages carpologiques sont utilisées pour appréhender le milieu cultivé et des aspects de la chaîne opératoire agricole comme les modes de culture et le traitement des récoltes. En effet, la composition spécifique et la diversité de la flore adventice dans un champ sont influencées par le type de plante cultivée, la saisonnalité des cultures, les facteurs environnementaux (par exemple le Ph du sol et l'humidité édaphique), ou encore l'organisation du paysage, la profondeur des labours et l'intensité du travail du sol (Charles *et al.*, 1997 ; Fried *et al.*, 2008 ; Jones *et al.*, 2010). En outre, la composition spécifique est tributaire des modes de récolte (sous l'épi, en bas de tige) et des traitements post-récolte (battage,

criblage, vannage). Dans le bassin de la Seine, peu de taxons d'adventices sont répertoriés. Les taxons principaux, comme sur l'ensemble du territoire rubané, sont le chénopode blanc (*Chenopodium album*), la renouée faux-liseron (*Fallopia convolvulus*), les bromes (*Bromus* spp.), la lamprolabe (*Lapsana communis*) ou encore les gaillets (*Galium* spp.) (Bakels, 1999).

Système agricole rubané

L'agriculture sur abattis-brûlis a été l'un des premiers systèmes agraires proposés pour expliquer la rapide expansion de la migration néolithique dans une zone forestière en Europe centrale (Clark, 1952 ; Isaakidou, 2011). Ce système consiste à cultiver une parcelle en milieu forestier, après l'avoir défrichée et brûlée. La matière organique brûlée apporte alors les nutriments qui amélioreraient les rendements agricoles. L'hypothèse de la pratique de l'abattis-brûlis au Néolithique ancien en Europe tempérée a néanmoins été remise en question dès les années 1980. Les principaux arguments sont que ce système reposerait sur une analogie inappropriée avec des pratiques historiques du nord de l'Europe et que les champs permanents amendés pourraient offrir des rendements céréaliers élevés, et ce, sur plusieurs années consécutives (Rowley-Conwy, 1981).

Les hypothèses concernant le système agricole rubané, incluant les méthodes de maintien de la fertilité des sols, ont largement été renouvelées depuis une vingtaine d'années (Bogaard, 2002a, 2004 ; Kreuz, 2007 ; Kreuz et Schäfer, 2011 ; Bogaard *et al.*, 2013). D'après ces travaux qui combinent l'analyse carpologique d'ensembles conséquents d'adventices archéologiques et de la composition isotopique en azote ($\delta^{15}\text{N}$) des céréales, les premiers agriculteurs d'Europe tempérée auraient pratiqué la culture intensive de petites surfaces agricoles sans itinérance et à l'échelle de la maisonnée. L'intensité du modèle comprend un facteur travail important par unité de surface, dit « *intensive labour input* » dans la littérature anglo-américaine (Bogaard, 2005). Ce travail intense intègre l'amendement des champs grâce à la fumure, un travail du sol et un désherbage régulier après les semis. La saisonnalité des semis (automne et/ou printemps) déduite sur la base des types biologiques des adventices archéologiques, comme leur période de germination, est encore très discutée pour le Néolithique (p. ex. Bogaard, 2002b ; Kreuz et Schäfer, 2011). Ce modèle agricole se combinerait à un élevage de petits troupeaux à proximité des habitats (Bogaard, 2005).

Expérimentation agricole de type néolithique en climat tempéré

État des lieux des travaux expérimentaux

Les interprétations des résultats archéobotaniques s'appuient sur les travaux et référentiels issus de la phytosociologie et de l'agronomie actuelles, des sources historiques et ethnologiques. Par exemple, l'écologie actuelle

des mauvaises herbes ou la composition des résidus céréaliers issus des différentes étapes de traitement (battage, vannage) tels qu'observés en ethnologie appuient l'interprétation des cortèges archéologiques (Bouby, 2000). Cependant, de nos jours, les modèles d'agriculture vivrière intégrant la céréaliculture, et se développant dans des contextes écologiques et socio-économiques comparables à ceux du Néolithique sont inexistantes en Europe tempérée. Pour pallier l'absence de comparatifs actuels et sub-actuels, les expérimentations agricoles permettent de valider les hypothèses de recherche fondées sur le matériel archéologique et archéobotanique, d'évaluer la faisabilité des chaînes opératoires proposées et d'ouvrir des pistes de réflexion, potentiellement nouvelles, autour des premiers systèmes agricoles européens (Lüning *et al.*, 1980). Elles sont susceptibles de produire des référentiels des différentes étapes des chaînes opératoires agricoles en contrôlant le maximum de paramètres climatiques, techniques et culturels.

À notre connaissance, trois projets d'expérimentation d'agriculture néolithique ont été développés (fig. 1C), dans un climat tempéré océanique humide selon la classification de Köppen-Geiger, c'est-à-dire sans saison sèche et avec des étés doux (Lüning *et al.*, 1980 ; Firmin, 1984 ; Meurers-Balke et Lüning, 1990 ; Peel *et al.*, 2007 ; Ehrmann *et al.*, 2014 ; Rösch *et al.*, 2017). Mis en œuvre sur une durée variable, ces projets ont principalement testé le modèle d'abattis-brûlis, avec ou sans itinérance qui était le système agricole privilégié par les archéologues dans les années 1980 pour le Néolithique ancien (Rowley-Conwy, 1981). Dans le cas de Chassemy (1982-1983) et de Hambach (1979-1984), le brûlis a été réalisé chaque année sans déplacement des parcelles cultivées, à partir d'éléments végétaux récoltés à proximité et déposés sur les parcelles. Dans le cas de l'expérimentation sur le long terme de Forchtenberg (1998-2012), les cultures ont été déplacées sur une autre zone ayant subi le même traitement (abattage, puis brûlis). Une régénération forestière s'est alors opérée sur les vieilles parcelles laissées en jachère. Si des semis d'automne ont pu être mis en œuvre dans ces travaux expérimentaux, les semis de printemps ont été privilégiés, notamment à Hambach (tabl. 1).

Au moins trois autres expérimentations sont à signaler. Le projet Butser Ancient Farm (1973-2007) dans le Hampshire (Angleterre) avait pour objectif initial de mieux comprendre l'économie agricole du second âge du Fer et du début de la période romaine (400 BC-400 AD), et incluait l'amidonniage dans les cultures (Reynolds, 1977, 1979, 1999). Deux autres expérimentations d'agriculture néolithique ont été menées sous climat plus continental en République tchèque dans les années 1980 (Kazdová, 1983 ; Beranova, 1993).

Objectifs et limites de l'expérimentation du parc de la Haute-Île

L'expérimentation d'agriculture menée sur l'archéosite avait pour objectif de tester la culture de petits champs permanents, en appliquant différentes méthodes

de fertilisation et de récolte, et avec une intensité de travail minimale, c'est-à-dire pas de désherbage après les semis, pas d'irrigation et un apport faible de fumure. Ce système agricole n'a, à notre connaissance, jamais été expérimenté en Europe tempérée occidentale.

Tout comme les projets expérimentaux cités précédemment, l'expérimentation du parc de la Haute-Île ne visait pas à reproduire scrupuleusement l'aspect d'un champ néolithique (Lüning *et al.*, 1980). L'équipe engagée dans le projet d'expérimentation n'avait pas de compétences pratiques en agriculture céréalière. Le temps de travail dévoué aux actions de terrain était limité, comparé au temps que pouvaient probablement consacrer les hommes et femmes du Néolithique à leurs parcelles cultivées. Pour cette dernière raison, un désherbage manuel fréquent et un apport élevé de fumure n'étaient pas envisageables. De plus, au parc de la Haute-Île, le milieu cultivé s'inscrit dans un cadre environnemental incluant la végétation environnante, la topographie et l'hydrographie, qui a sensiblement changé depuis le début de l'Atlantique récent. Par exemple, la flore adventice est composée non seulement de taxons de type indigènes et d'archéophytes, c'est-à-dire, arrivés avec l'introduction des céréales, mais aussi des espèces néophytes. Ces dernières correspondent aux plantes arrivées à partir du XVI^e siècle comme la datura (*Datura stramonium*) puis naturalisées en Europe (Brun, 2008). En outre, les parcelles cultivées constituaient un lieu de médiation et de recherche, et non un lieu de vie, ce qui est en soi un facteur limitant, par exemple, pour le développement de la flore adventice en lien avec l'anthropisation du milieu dans le cas d'une céréaliculture vivrière (Rösch *et al.*, 2017).

Enfin, plusieurs contraintes non prévisibles nous ont obligés à modérer nos ambitions scientifiques. D'une part, l'accès au parc de la Haute-Île n'a pas été possible au printemps 2020 en raison des restrictions de déplacement dues à la crise sanitaire. Les relevés de la flore adventice sur les parcelles et les semis de printemps de céréales et de légumineuses n'ont donc pas pu être réalisés lors de l'année 2 (2019-2020). Les travaux de terrain à partir de l'automne 2020 et l'assolement prévu lors de l'année 3 (2020-2021) n'ont pas pu être anticipés. L'expérimentation, prévue à l'origine sur cinq années agricoles, a dû être arrêtée précocement. Ainsi, la relative courte durée de l'expérimentation (2017-2020) offre une fenêtre temporelle réduite pour tester les méthodes de fertilisation des parcelles et observer la dynamique du cortège d'adventices sur la longue durée. D'autre part, la perte des récoltes de la parcelle menée en métairie lors de l'année 1, sur son lieu de stockage au parc de la Haute-Île, limite l'analyse du rendement et du comportement des céréales vêtues cultivées sous ce mode de semis.

L'expérimentation a néanmoins permis d'acquérir des référentiels des rendements des parcelles en monoculture sur trois années consécutives, ainsi que de la composition de la flore adventice sur les parcelles de céréales et après leur traitement (battage, tamisage) pendant deux années successives. Les principales questions sous-jacentes au projet expérimental sont les suivantes :

Site	Chassemy	Hambacher Forst	Forchtengberg	Parc de la Haute-Île
Années	1982-1983	1979-1984	1998-2012	2017-2020
Localisation	Vallée de l'Aisne (France)	Rhénanie-du-Nord-Westphalie (Allemagne)	Baden-Württemberg (Allemagne)	Seine-Saint-Denis (France)
Milieu	Dépôts alluvionnaires de la Vesle, texture sableuse acide, faible teneur en matière organique	Terrasse principale du Rhin, sables et graviers sous loess argileux. Sol acide.	Plaine légèrement vallonnée. Sols limoneux.	Dans paléoméandre de la Marne. Sols limono-sableux.
Altitude	69 m	76 m	320 m	80 m
Cumul moyen des précipitations/ an	730 mm	989 mm	860 mm	639 mm
Température moyenne/an	11°C	11°C	9°C	14°C
Etat initial du terrain expérimental	Taillis sous futaie peu riche, chêne pédonculé et bouleau	Sylviculture depuis plusieurs siècles. Forêt fermée. Chênaie-charmaie	Forêt mixte décidue avec haute diversité taxonomique. Chênaie-charmaie et hêtraie-chênaie	Clairière sur une butte entourée d'une zone boisée
Mode de préparation des sols	Brûlis d'un apport d'éléments végétaux + houe	Brûlis + houe rotative	Brûlis, sans brûlis, et sans labour	Aération superficielle. Pas de brûlis.
Outils utilisés	Plautoir (morceau de bois), bâton à fouir, houe	Charrue en bois, engin motorisé. Crochets à manches courts et à manche long.	Bâton en bois, hâche néolithique	Aérobêche, houe métallique, crochets à manche court
Espèces semées	<i>Triticum aestivum/compactum</i> (dit amidonnier vêtu dans Firmin 1984, p.97), <i>Hordeum vulgare</i> (escourgeon) var. <i>nudum</i> et variété vêtue, <i>Triticum compactum</i>	Orge, amidonnier, engrain, épeautre	<i>T. aestivum</i> , <i>T. turgidum</i> subsp. <i>dicoccon</i> , <i>Hordeum hexastichon</i>	<i>Triticum turgidum</i> subsp. <i>dicoccon</i> , <i>T. monococcum</i> , <i>Pisum sativum</i> , <i>Lens culinaris</i> , <i>Linum usitatissimum</i>
Méthode de semis	Sillon, poquet	Sillon	Poquet	Poquet, à la volée (année test), sillons
Taille parcelle × nombre de parcelles	25 m ² × 5	9 m ² × 20	90 m ² × 34	31,5 m ² × 4
Saisonnalité	Printemps (année 1 : 1982) et automne (année 2 : 1982-1983)	Printemps 1979-1984	Printemps (blé nu), hiver et printemps (amidonnier et orges)	Hiver et printemps (2018-2019)
Désherbage	Oui et non	Oui et non	Oui et non	Non
Références principales	Firmin 1984, 1991	Lüning <i>et al.</i> , 1980 ; Meurers-Balke et Lüning, 1990 ; Bogaard, 2002	Rösch <i>et al.</i> , 2002, 2011, 2017 ; Ehrmann <i>et al.</i> , 2007	-

Tabl. 1 – Présentation synthétique des expérimentations d'agriculture de type néolithique en Europe dans un climat tempéré océanique humide.

Table 1 – Synthetic presentation of the Neolithic-type experiments in Europe in humid oceanic temperate climate.

- La culture à faible intrant organique sans désherbage bénéficie-t-elle plutôt à l'un ou l'autre des deux blés vêtus dans les parcelles en monoculture et en mûre ?

- La fertilisation des sols a-t-elle un effet sur les rendements des céréales vêtues à court terme ?

- Quelle est la composition de la flore sauvage présente dans les parcelles cultivées, quelle est son origine, est-elle représentative des modes de culture ? La flore adventice relevée dans les lots de récolte après leur traitement reflète-t-elle la diversité relevée sur les parcelles agricoles ?

L'ambition plus générale de l'expérimentation du parc de la Haute-Île est d'apporter des nouveaux éléments d'interprétation des assemblages archéobotaniques, particulièrement sur les questions des choix de céréales vêtues (amidonnier et engrain) et des méthodes d'interprétation des cortèges floristiques des assemblages carpologiques dans le cadre d'une culture céréalière avec un taux de fertilisation et un travail du sol minimaux.

MISE EN ŒUVRE DE L'EXPÉRIMENTATION

Les bases de l'expérimentation ont été préparées en amont grâce à la littérature archéobotanique, archéologique et aux travaux expérimentaux qui ont déjà été menés en Europe tempérée occidentale (*supra*). L'expérimentation s'est déroulée sur trois années agricoles, c'est-à-dire des semis d'automne aux récoltes estivales, incluant une année test (2017-2018). Cette dernière visait à essayer différentes méthodes de semis, familiariser l'équipe aux travaux agricoles et évaluer le temps nécessaire pour chaque tâche, c'est-à-dire la préparation des sols, les semis, la récolte, le suivi des cultures. Au cours des deux années suivantes (2018-2019 et 2019-2020), deux assolements ont été expérimentés incluant deux méthodes de fertilisation : l'amendement par apport de fumure animale et la rotation avec des légumineuses.

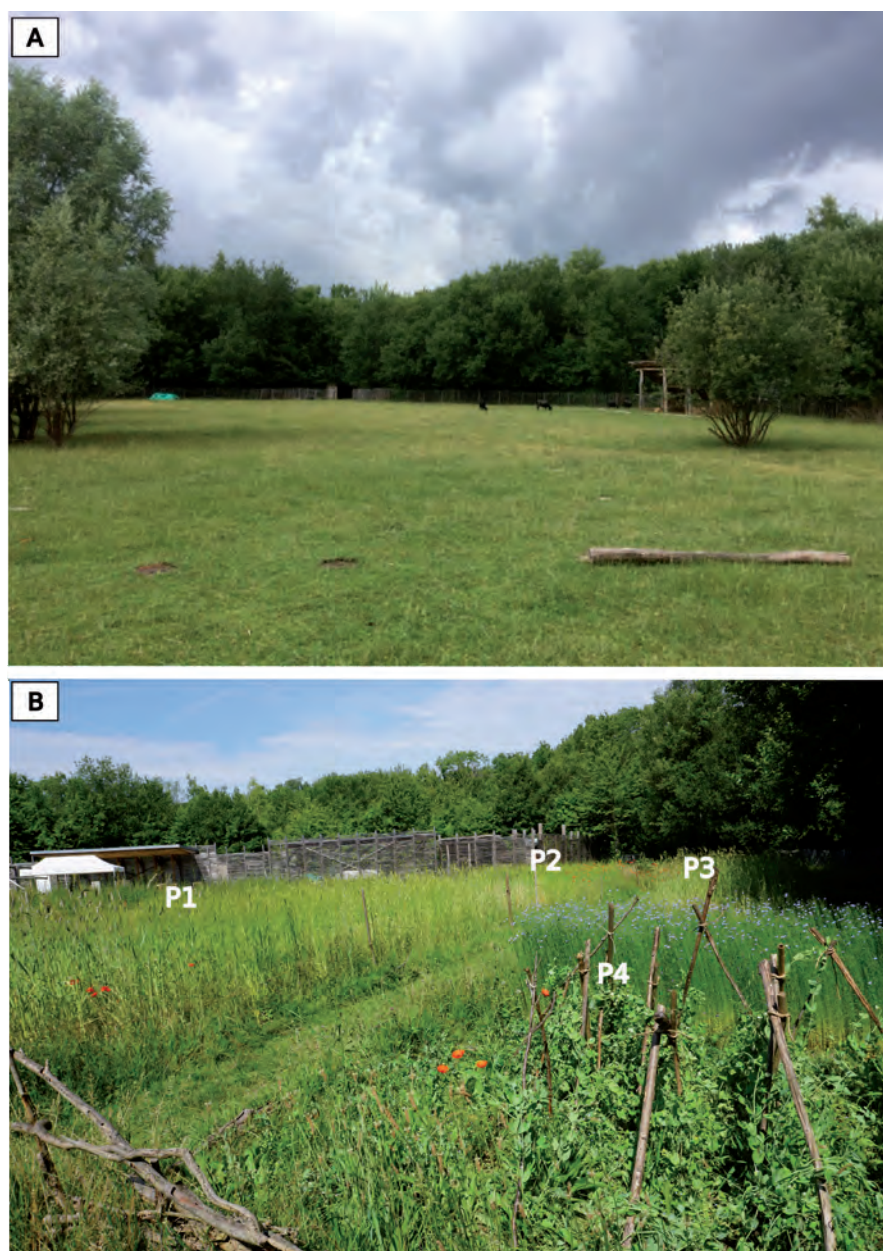


Fig. 2 – A, état initial de la clairière, 30 juin 2017 ; **B**, vue d'ensemble de l'assolement de l'année 1 (2018-2019) et localisation des parcelles. Les légumineuses sont semées dans la P4, le lin est en fleur (clichés : A. Salavert).

Fig. 2 – A, the initial clearing, June 30, 2017; **B**, overview of the crop rotation of year 1 (2018-2019) and location of the plots. Pulses are sown in P4, flax is in flower (photos: A. Salavert).

Pour optimiser le temps de travail dédié à l'expérimentation, seules les parcelles céréalières ont été exploitées dans les axes de recherche.

État initial du site expérimental

L'état initial du site est une clairière herbeuse, riche en graminées, trèfles et autres plantes de prairie, pâturée par les brebis solognotes du parc (fig. 2A). La clairière est entourée d'une zone boisée. Les taxons ligneux composant la lisière sont essentiellement des rosacées (*Prunus* spp., *Rubus* spp., *Crataegus*...), des saules (*Salix caprea*) et des érables (*Acer* spp.). La clairière n'a pas connu d'activités agricoles depuis le XIX^e siècle. L'analyse des sols

réalisée par le Laboratoire d'analyses microbiologiques des sols a montré une compaction du sol engendré par les travaux archéologiques réalisés dans la clairière dans les années 2000 et un envahissement de l'espace par des plantes de type chénopode et chardons (Bourguignon *et al.*, 2016). La texture du sol est limono-sableuse en surface, avec une hydromorphie localisée et en profondeur. Le Ph est basique (>8,2). L'horizon de surface des sols (<60 cm) présente une bonne qualité en matière organique, une teneur élevée en azote et en potasse, et une population importante de vers de terre.

L'état initial du site, aussi bien du point de vue de la granulométrie, de la structure chimique, biologique et de la diversité floristique a été conditionné par les



Fig. 3 – A, engrain noir de Turquie (*Triticum monococcum*) ; **B**, amidonnier de Soubise (*Triticum turgidum* subsp. *dicoccon*), **C**, deux variétés d'amidonner et deux variétés d'engrain (jaune et noir) semées en métairie (clichés : A. Salavert).

Fig. 3 – A, black einkorn (*Triticum monococcum*); **B**, emmer (*Triticum turgidum* subsp. *dicoccon*); **C**, two varieties of einkorn and emmer (yellow and black) sown in maslin (photos: A. Salavert).

remaniements liés aux activités archéologiques d'une part, et à son usage, dédié depuis une dizaine d'années, au pâturage des brebis d'autre part. Le sol initial est doté d'une fertilité inhérente élevée.

Semences et assolement annuel

Les plantes choisies sont les deux blés vêtus emblématiques de la période rubanée, l'amidonner (*Triticum turgidum* subsp. *dicoccon*) et l'engrain (*Triticum monococcum*) (fig. 3). Le choix de deux légumineuses, le pois (*Pisum sativum*) et la lentille (*Lens culinaris*) a été conditionné par la volonté d'expérimenter la rotation avec des légumineuses comme méthode de fertilisation. De plus, il s'agissait de présenter la diversité des plantes cultivées par les agriculteurs pionniers du bassin de la Seine dans le cadre des activités de médiation de l'archéosite. Pour cette dernière raison, une plante oléagineuse, le lin (*Linum usitatissimum*), a été intégrée à l'assolement en plus des légumineuses. Pour les premiers semis de l'année test, les variétés sélectionnées provenant des récoltes 2017 ont été données par J.-F. Berthelot de la Ferme du Roc dans le Lot-et-Garonne (France). Une variété d'amidonner (amidonner de Soubise) et une variété d'engrain (engrain noir de Turquie) ont chacune été semées en monoculture. Deux variétés d'amidonner et deux variétés d'engrain ont été semées en métairie.

La surface totale consacrée à l'expérimentation agricole est de 180 m². Une bande de deux mètres de largeur a été prévue à l'interface des parcelles. La surface de chacune des quatre parcelles, dénommées P1 à P4, est de 31,5 m² (fig. 1A, tabl. 2). Chaque année, trois parcelles ont été dédiées à la culture des céréales vêtues, et une parcelle au semis de lin, de pois et de lentilles, pour un tiers de la surface chacun. Lors de l'année test, les sols n'ont pas été fertilisés en raison de leur haute fertilité inhérente. Les parcelles céréalières ont été cultivées soit

en monoculture d'amidonner (P1) et d'engrain (P2), soit en métairie (P4). Lors des deux années suivantes, les plans d'assolement ont prévu une parcelle de céréales n'ayant jamais subi de fertilisation (toujours P1), une autre amendée avec de la fumure (semis d'hiver et de printemps) et une autre succédant à une culture de légumineuses (fig. 2B). La rotation complète comprenant la culture de céréales sans intrants (année test), suivie d'une culture de légumineuses (année 1) puis d'une culture de céréales avec amendement par fumure (année 2) n'a pu être accomplie que sur une parcelle (P3). Au cours des trois années expérimentales, un total de 2,260 kg d'épillettes a été semé, toutes espèces et variétés confondues (tabl. 2).

Outils

Il n'y a pas d'outils clairement identifiés comme ayant servi à la préparation des sols tels que son ameublissement, sur les sites du Rubané. Aucune évidence directe (pathologie osseuse sur les animaux, joug, iconographie) ou indirecte (p. ex. travaux de traction animale n'est attestée au Néolithique ancien en Île-de-France probablement en raison des conditions taphonomiques non favorables. L'araire et la charrue ne semblent pas apparaître avant le milieu du 4^e millénaire en Europe (Pétrequin *et al.*, 2006).

Lors des expérimentations de Hambach et de Chasemy, une réplique de houe à crochet en bois, semblable au pic en érable découvert dans un puits à Erkelenz-Kückhoven en Allemagne (Weiner, 1992 ; Broes et Bosquet, 2007 : fig. 3) a été testée sur un sol ameubli au préalable par la pratique du brûlis, sans efficacité avérée (Lüning *et al.*, 1980 ; Firmin, 1984 ; Bakels, 2009). Sur l'archéosite, des houes à crochet expérimentales ont également été utilisées lors de l'année test. Cette expérience n'a pas été concluante en raison de la difficulté de pénétration de l'outil dans le sol, probablement en raison de l'angle

Année	Parcelle	Taxon	Fertilisation	Semis	Saison	Surface (m ²)	Poids semé (gr)	Poids récolté (kg)	Rendements calculés	
									ratio	kg/ha
Année-test (2017-2018)	P1_A	Amidonnier	Sans	Sillons	Hiver	15,75	140	1,458	1:10	926
	P1_B	Amidonnier	Sans	Volée	Hiver	15,75	150	0,763	1:5	484
	P2_A	Engrain	Sans	Sillons	Hiver	15,75	100	2,315	1:23	1470
	P2_B	Engrain	Sans	Volée	Hiver	15,75	150	2,076	1:14	1318
	P3	Légumineuses + lin	Sans	Divers	Printemps	31,5	-	-	-	-
	P4_A	Méture	Sans	Poquet	Hiver	15,75	70	0,34	1:5	216
	P4_B	Méture	Sans	Volée	Hiver	15,75	150	0,372	1:2,5	236
Année 1 (2018-2019)	P1_A	Amidonnier	Sans	Sillons	Hiver	7,87	75	0,774	1:10	983
	P1_B	Engrain	Sans	Sillons	Hiver	7,87	75	0,94	1:12,5	1194
	P1_C	Méture	Sans	Sillons	Hiver	15,75	150	-	-	-
	P2_A	Amidonnier	Fumure (2t/ha)	Sillons	Hiver	7,87	75	0,322	1:4	409
	P2_B	Engrain	Fumure (2t/ha)	Sillons	Hiver	7,87	75	1,046	1:14	1329
	P2_C	Amidonnier	Fumure (2t/ha)	Sillons	Printemps	7,87	75	0	0	0
	P2_D	Engrain	Fumure (2t/ha)	Sillons	Printemps	7,87	75	0,831	1:11	1056
	P3_A	Amidonnier	Rotation	Sillons	Hiver	15,75	150	1,084	1:7	688
	P3_B	Engrain	Rotation	Sillons	Hiver	15,75	150	1,772	1:12	1125
	P4	Légumineuses + lin	Sans	Divers	Printemps	31,5	-	-	-	-
Année 2 (2019-2020)	P1_A	Amidonnier	Sans	Sillons	Hiver	7,87	75	0,553	1:7	703
	P1_B	Engrain	Sans	Sillons	Hiver	7,87	75	1,325	1:18	1683
	P1_C	Méture	Sans	Sillons	Hiver	7,87	150	1,48	1:10	943
	P2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	P3_A	Amidonnier	Fumure (2t/ha)	Sillons	Hiver	7,87	75	1,276	1:17	1620
	P3_B	Engrain	Fumure (2t/ha)	Sillons	Hiver	7,87	75	1,041	1:14	1322
	P4_A	Amidonnier	Rotation	Sillons	Hiver	15,75	150	1,74	1:12	1105
	P4_B	Engrain	Rotation	Sillons	Hiver	15,75	150	2,091	1:14	1328

Tabl. 2 – Assolements réalisés avec la surface, le poids des épillets semés et le rendement obtenu sur chaque sous-parcelle pour les trois années expérimentales. Le ratio correspond au poids en grammes d'épillets récoltés divisé par le poids en grammes d'épillets semés. Le calcul en kg par hectare (kg/ha) est donné à titre indicatif.

Table 2 – Crop rotation carried out each year with area and weight of sown spikelets. The ratio of the area, weight of sown spikelets and yield obtained on each subplot for the three experimental years. The ratio corresponds to the weight in grams of spikelets harvested divided by the weight in grams of spikelets sown. The calculation in kg per hectare (kg/ha) is given as an indication.

d'attaque de son crochet (60°), de la légèreté de l'outil et de son manche court qui ne le destinent pas au travail du sol. Cela est d'autant plus vrai lors de l'année test car la surface à préparer présentait une grande densité racinaire. Le brûlis n'a pas pu être employé pour aider à la préparation initiale du sol en raison de contraintes sécuritaires liées au statut du parc de la Haute-Île (site du réseau Natura 2000 en milieu urbain). Le choix technique s'est donc orienté vers l'aérobèche que nous supposons agir dans la limite des capacités des outils agricoles néolithiques en bois ou en pierre. L'aérobèche est un outil à dents métalliques facile à manipuler, qui permet de décompacter et aérer les sols en surface sans retournement de la terre (fig. 4A).

La préparation du sol des parcelles a donc consisté à (1) décompacter la couche superficielle du sol en cassant les racines d'herbacées à l'aide d'une aérobèche, (2) bri-

ser à la houe métallique les mottes de terres herbeuses obtenues après le passage de l'aérobèche. Ce protocole a le plus souvent été suivi deux fois sur chaque parcelle de céréale. Le travail de préparation du sol s'est avéré laborieux, en particulier sur toutes les parcelles lors de l'année test ainsi que sur la parcelle cultivée sans fertilisation (P1) les deux années suivantes. En effet, la rotation avec les légumineuses ameublait le sol et facilite considérablement sa préparation avant les semis.

Fertilisation

L'analyse de la composition isotopique en carbone ($\delta^{13}\text{C}$) et en azote ($\delta^{15}\text{N}$) des grains de plantes cultivées, essentiellement des céréales, permet d'étudier leurs conditions de croissance, et d'appréhender les questions d'irrigation et du maintien de la fertilité de sols grâce



Fig. 4 – A, préparation du sol à l'aérobèche, année test ; **B**, préparation de la fumure composée d'un mélange de fumier et de paille pour l'année 2 (2019-2920) ; **C**, semis dans les sillons tracés à la houe à crochet, année 1 ; **D**, levée de l'engrain, année test, avril 2018 (clichés : A. Salavert).

Fig. 4 – A, soil preparation, test year; **B**, manure preparation composed of a mix of cattle dung and straw for the year 2; **C**, sowing in furrows traced with a wooden hoe, year 1; **D**, einkorn, April 2018 (photos: A. Salavert).

aux pratiques de fertilisation et de rotation des cultures (Fiorentino *et al.*, 2015). Encore jamais réalisées en France pour le Rubané, des études portant sur les questions d'amendement organique ont été menées sur les sites de Vaihingen-en-der-Enz (Allemagne) ainsi que de Brzezine 17 et d'Iwanowice-Klin (Pologne). Ces travaux suggèrent un apport faible (apport nul/ha) à modéré (10-15t/ha) de fumure sur les parcelles (Bogaard *et al.*, 2013 ; Mueller-Bieniek *et al.*, 2019). Les mesures de référence ont été obtenues sur des champs expérimentaux amendés à différents taux (Bogaard *et al.*, 2013). Un ouvrage sur l'enjeu du fumier dans la productivité agricole du milieu du ^{xx}^e siècle, décrit des apports en fumure plus modestes qui pouvaient aller de 1,5 à 3t/ha (Voisin, 1953). L'emploi d'un amendement organique d'origine animale au Néolithique ancien permet de proposer l'hypothèse d'une forte intégration agriculture/élevage dès les premiers systèmes agricoles en Europe tempérée occidentale. Sa qualité

dépend du type d'animal, de leur alimentation et de son mode de préparation, en tas ou en fosse par exemple (Brunet et Beuret, 1901). Le mode de préparation de la fumure, comme sa composition et les structures associées (fosse, tas), n'est cependant pas connu pour les périodes néolithiques. De plus, le fumier peut également être déposé lors du pacage des animaux sur les champs moissonnés ou récoltés. Concernant l'intégration des légumineuses dans la rotation des cultures, il n'y a pas de preuve directe de cette pratique au Néolithique ancien. Les légumineuses, comme le pois ou la lentille, fixent l'azote atmosphérique et le transforment en azote biologique. Cet azote est recyclé et sert le reste de l'écosystème cultivé. Il est indispensable pendant toutes les phases de développement des plantes. La disponibilité en azote du sol est ainsi plus élevée pour les céréales ensemencées après une culture de pois par exemple. Les deux méthodes de fertilisation (fumure, rotation) ont donc été testées au parc de la Haute-Île.

Concernant les quantités de fumure à appliquer, le choix s'est orienté vers un amendement faible afin de tester l'effet sur les rendements et sur le signal isotopique ($\delta^{15}\text{N}$) des céréales expérimentales. La première année, la fumure a été composée d'un mélange de fumier de brebis et de vaches highlands (1/3 brebis, 2/3 vache) élevées sans apport d'antibiotiques sur le parc, et exclusivement de fumier de bovins l'année suivante. Le fumier a été prélevé au printemps sur les zones de pâturage ou en bergerie ; il a été laissé à décomposer en tas à proximité du site mélangé à de la terre et de l'herbe ou de la paille, puis déposé sur les parcelles environ deux à trois semaines avant les semis (fig. 4B). Lors des années 1 et 2, environ huit seaux de fumier par parcelle, correspondant à environ 80 litres, soit l'équivalent calculé de 2t/ha, ont été introduits. Concernant les légumineuses, une fois les plants secs, les pieds de petit pois et de lentilles ont été arrachés lors de l'année test et coupés en bas de tige lors de l'année 1 pour laisser les racines en place.

Semis

Lors de l'année test, trois techniques de semis (sillon, volée, poquet) ont été testées. Au moment des semis, le poids d'épillets semés par m^2 s'est révélé légèrement plus élevé avec la méthode de la volée, la méthode du poquet étant la plus économique (tabl. 2). Du point de vue de la préparation du terrain et de la rapidité d'exécution, les semis à la volée sont plus faciles à mettre en œuvre que les semis en sillons. Néanmoins, lors des deux années suivantes, seule la technique du semis en sillon a été utilisée car elle a offert de meilleurs rendements lors de l'année test (*infra*) et une plus grande facilité de récolte (fig. 4C et 4D). Pour chaque parcelle céréalière, le total des grains semés se monte à environ 10 g par m^2 (tabl. 2). Les semences initiales fournies par J.-F. Berthelot, sont des variétés semées à l'automne (culture d'hiver). Seuls les semis d'automne ont été testés lors de l'année test (2017-2018) et l'année 2 (2019-2020). Les semis d'automne et de printemps ont été expérimentés lors de l'année 1 (2018-2019). Ils ont eu lieu entre fin octobre et début novembre pour ceux d'automne, et mi-mai pour ceux du printemps 2019.

Récoltes et traitements post-récolte

Il n'y a pas eu de dommages visibles liés à l'attaque de nuisibles tels que les mulots, les oiseaux, les souris et les lapins, ces deux derniers ayant fait de nombreux ravages dans les champs expérimentaux respectivement de Hambach et de Forchtenberg (Lüning *et al.*, 1980 ; Rösch *et al.*, 2002). Au moment des récoltes, le phénomène de verse a été constaté lors de l'année test sur la parcelle en métairie, récoltée 20 jours après les parcelles en monoculture, et lors de l'année 2 en bordure des parcelles d'amidonnière (fig. 5A). Néanmoins, ce phénomène n'a pas affecté les rendements, car les épis

des plants concernés n'ont pas été endommagés et ont donc été récoltés. Chaque année, les récoltes ont eu lieu entre le 10 et le 30 juillet en fonction de la maturité des épis des deux blés vêtus et de la disponibilité de l'équipe participant à la mise en œuvre de l'expérimentation. Il n'a pas été noté un retard dans le murissement de l'engrain, réputé plus tardif. Les céréales ont été récoltées avec des répliques d'outils néolithiques (deux faucilles et un couteau à moissonner, fig. 5B). Pour chaque parcelle et demi-parcelle, une moitié de la surface semée a été récoltée en haut de la tige, l'autre moitié en bas de la tige afin d'expérimenter les différentes techniques et d'évaluer la diversité des graines d'adventices résiduelles dans les stocks après traitement (fig. 5C). Les épis n'atteignant pas tous la même hauteur dans une parcelle, la récolte en bas de tige s'est avérée plus rapide à mettre en œuvre que la récolte en haut de la tige qui contraind à une récolte épi par épi. De plus, avec cette dernière méthode, un second passage est nécessaire pour enlever les chaumes restés sur les parcelles. En pratique, la récolte simultanée de plusieurs épis ayant à peu près la même hauteur est possible, mais peu aisée à mettre en œuvre. De plus, à titre d'information, l'engrain est très facile et rapide à récolter par simple arrachage du plant entier.

L'étape de traitement des céréales a consisté à dépiquer les épis, c'est-à-dire à séparer les grains du rachis, avant le stockage. Cette étape n'a pas fait l'objet d'un protocole d'expérimentation dédiée. Dans un premier temps, les céréales ont été battues au bâton droit (fig. 5D). Les résidus de battage ont ensuite été tamisés (tamis de 4 mm, fig. 5F). Le vannage a seulement été testé lors de l'année test, mais s'est avéré difficile à maîtriser dans un court laps de temps. En effet, le geste technique nécessite un apprentissage incluant la prise en compte de la force du vent. Afin de ne pas surévaluer le poids d'épillets récoltés et biaiser les rendements, les plus gros fragments de paille restants ont été triés à la main avant le stockage des épillets dans des sacs en papier épais (fig. 5G). Les premiers épillets à la base de l'épi d'engrain à maturité restent régulièrement accrochés au haut de la tige (fig. 5E). Ces parties ont alors été désarticulées à la main.

Météorologie

Les températures moyennes ont été homogènes pour les trois années agricoles, avec néanmoins, une moyenne inférieure de 10 °C lors de l'année test en février par rapport aux autres années (fig. 6). Les cumuls de précipitation ont été variables avec, pour les trois années, un mois de juillet assez sec et un fort ensoleillement. Le cumul des précipitations printanières a été assez modéré lors de l'année 2 comparé aux deux années précédentes. Lors de l'année 1, la sécheresse des mois de septembre et octobre, couplée à un fort ensoleillement, ont rendu le travail du sol très difficile à l'automne.

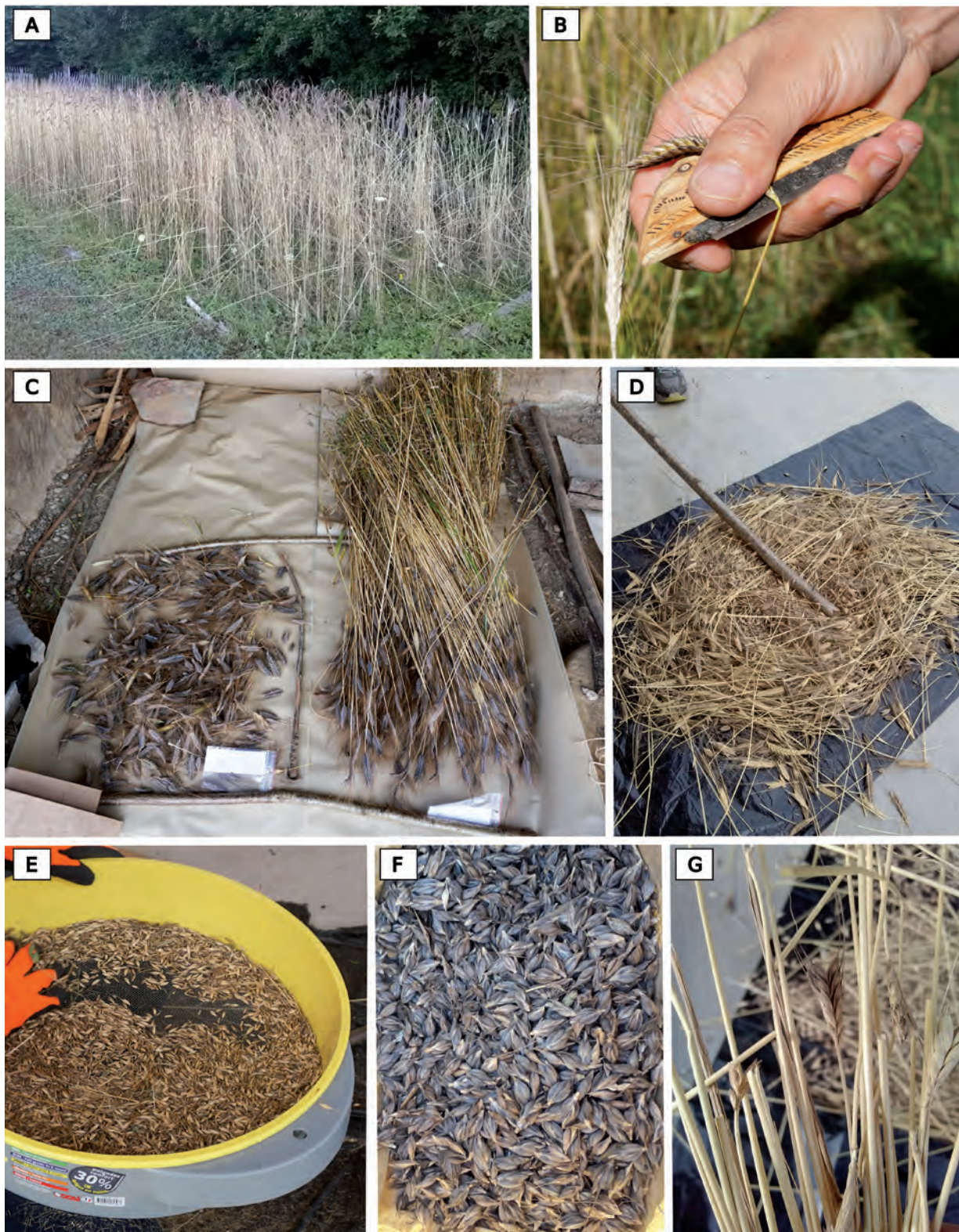


Fig. 5 – A, verse de tiges d’amidonnier en bordure de parcelle (P3_A), 28 juillet 2020 ; **B**, récolte à l’épi avec une réplique de couteau à moissonner (confection : F. Pichon et F. Abb s, UMR5133) ; **C**, produit de récolte de la parcelle d’amidonnier (P1) lors de l’année test, à gauche récolte à l’épi, à droite récolte en bas de tige ; **D**, battage des céréales r colt es en bas de tige ; **E**, tamisage des produits de battage (cliché : C. Bouchaud) ; **F**, stockage des  pillettes d’amidonnier après battage, tamisage et tri des plus gros fragments de chaume résiduels ; **G**,  pillettes restant accro h s à la tige d’engrain après battage (clichés : A. Salavert, sauf mention contraire).

Fig. 5 – A, emmer stalk lodging at the edge of the plot (P3_A), July 28th, 2020; **B**, ear harvesting with a replica knife (confection: F. Pichon and F. Abbās, UMR5133); **C**, harvested emmer (P1) during the test year - on the left harvested at the ear, on the right harvested at the bottom of the stalk; **D**, threshing of cereals harvested at the bottom of the stalk; **E**, sieving of threshing products (photo: C. Bouchaud), **F**, storage of emmer spikelets after threshing, sieving and sorting of the largest residual straw fragments; **G**, einkorn spikelets remaining on the stalk after threshing (photos: A. Salavert).



Fig. 6 – Données météorologiques des trois années agricoles, issues des relevés réalisés à Montsouris-Paris, à environ 13 km à l'ouest de l'archéosite (source : www.infoclimat.fr).

Fig. 6 – Weather conditions for the three agricultural years. Surveys from Montsouris-Paris, about 13 km west of the "archéosite" (source: www.infoclimat.fr).

MÉTHODES

Mode de calcul des rendements

Les épillets ont été pesés sur une balance de cuisine électronique après la dernière étape de traitement des récoltes (tamisage) et avant leur stockage. La pesée a été réalisée le même jour pour toutes les parcelles, afin d'éviter une potentielle différence du taux d'humidité résiduelle des grains. Pour la méture, les épis d'engrain et d'amidonner ont été séparés par identification visuelle avant l'étape du battage et de tamisage. Les épillets des

deux espèces ont ensuite été pesés séparément. Un total de 23,6 kg d'épillets a ainsi été récolté pendant toute la durée de l'expérimentation (tabl. 2).

Le mode de calcul des rendements choisis est le rendement vrai (Paillet, 2005), calculé en divisant le poids d'épillets récoltés sur le poids d'épillets semés, appelé ci-après ratio ou rendement. Les objectifs sont d'observer (1) s'il y a un taxon dominant (engrain ou amidonnier) au cours de l'expérimentation dans les parcelles en monoculture et la parcelle en méture, (2) s'il y a des différences de productivité entre les parcelles et sous-parcelles en fonction des modes de semis pour l'année test (volée, poquet,

sillons), des modes de fertilisation des sols (fumure, rotation avec des légumineuses, sans fertilisation) et de la saisonnalité des semis pour l'année 1 (automne, printemps).

Relevés de la flore adventice et caractérisation

Relevés qualitatifs

Dans le cadre de l'expérimentation, les problématiques susceptibles d'être abordées par l'étude de la flore adventice concernent principalement les modes de culture. Les caractéristiques biologiques et les exigences écologiques des herbacées sauvages associées aux cultures peuvent refléter la saisonnalité des semis, l'intensité du travail du sol (profondeur des labours, rythme de désherbages) ainsi que certaines pratiques telles que la fumure ou l'irrigation. L'approche FIBS (Functional Interpretation of Botanical Surveys), développée par le laboratoire de Sheffield en Angleterre, étudie ces relations pour interpréter les assemblages archéologiques (Charles *et al.*, 1997). Elle relie certains attributs des plantes dits « fonctionnels » ou encore appelés « traits de vie », tels que leur type biologique (p. ex. annuelle, vivace), la période et la durée de leur floraison, à leur capacité à survivre ou à se régénérer rapidement dans certaines conditions. Cette approche permet donc, en théorie, de caractériser les systèmes de culture (Bogaard, 2004). Cependant, toutes les espèces adventices présentes dans les champs au moment de la récolte ne sont pas représentées dans les assemblages carpologiques. Différents facteurs interviennent tout au long de la chaîne opératoire agricole qui va de la récolte à la transformation des végétaux avant leur consommation, en passant par leur stockage. Les modes de moisson (haut de tige/bas de tige) et de traitement post-récolte (battage, vannage, tamisage) vont profondément influencer la composition des cortèges à chacun des stades.

Dans le cadre de l'expérimentation, plusieurs questions ont été soulevées en lien avec ces méthodes d'interprétation des cortèges floristiques des assemblages carpologiques. Tout d'abord, la composition des cortèges observés dans les parcelles est-elle véritablement représentative du système de culture ? Comment cette composition évolue-t-elle à chaque stade de la chaîne opératoire agricole (récolte, battage, vannage/tamisage) et demeure-t-elle représentative de celle relevée sur les parcelles ? Quelles parts respectives des cortèges sont liées aux lots de semences initiaux (introduction d'adventices exogènes) et à la flore de la clairière ? Quelle évolution perçoit-on dans la composition des cortèges au fur et à mesure des années et en fonction des pratiques expérimentées ?

Dans les faits, les relevés exhaustifs de chacune des parcelles n'ont pu être réalisés (voir *supra*). Ceux effectués sur le terrain, dits *in situ*, sont des relevés qualitatifs indiquant la présence de la plante, sans notion de fréquence ou d'abondance de la flore adventice, sur les quatre parcelles agricoles et la prairie environnante. Ils concernent les herbacées sauvages des parcelles cultivées

et de la prairie. Ils ont été menés au printemps et au début de l'été de l'année test et de l'année 1. Les relevés ont été réalisés de façon globale pour l'ensemble des parcelles de céréales lors de l'année test, et de façon plus précise à l'échelle de chaque sous-parcelle lors de l'année 1. Cependant, du fait de l'absence de relevés pour l'année 2, l'évolution de la composition des cortèges d'adventices en fonction des modes de culture ne peut être appréhendée. Les relevés des deux premières années ont donc été réunis pour avoir une information plus complète des parcelles céréalières d'une part, et de la prairie d'autre part. Une description botanique, un herbier, une documentation photographique et le recours à des flores régionales (Bonnier et De Layens, 1986 ; Jauzein et Nawrot, 2011) ont permis l'identification taxonomique des adventices.

Les semences d'adventices ont été identifiées dans des échantillons des lots initiaux donnés par M. Berthelot pour les semis de l'année test. Ces échantillons ont été prélevés dans les lots de semis d'engrain (100 ml), d'amidonier (120 ml) et des deux lots composant la métairie (120 ml × 2). Des sous-échantillons des produits céréaliers (stocks) issus du traitement des céréales, différenciés selon les modes de récolte (épi, plante entière) et les stades de traitements (après battage, après tamisage) ont également été prélevés. À ce jour, outre les semis initiaux, seul un sous-échantillon des produits de récolte (300 ml) de la parcelle d'engrain (P2), semé à la volée et récolté en bas de l'épi lors de l'année test a été traité (Auray, 2020). Précisons que cet échantillon correspond à ces céréales transformées par vannage. Pour ces relevés, le tri et l'identification ont été réalisés sous loupe binoculaire sur le plateau d'archéobotanique de l'UMR7209 (MNHN-CNRS) avec l'aide des collections de graines/fruits de référence disponibles sur ce plateau.

Caractères pris en compte

La caractérisation des herbacées sauvages comprend leur classement par habitat écologique (Julve, 1998 ; Jauzein et Nawrot, 2013) et leur répartition par type biologique, ainsi que les indicateurs autoécologiques, qui expriment les exigences des plantes dans différents domaines comme la lumière et l'humidité édaphique (Julve, 1998). Ce travail de caractérisation s'appuie sur l'analyse des taxons herbacés identifiés à l'espèce et d'un taxon-valise (*Trifolium pratense/repens*) pouvant être analysé comme une espèce, sous l'angle du type biologique et de l'autoécologie.

Ces deux paramètres sont souvent utilisés lors de l'analyse des adventices recueillies dans les ensembles archéologiques afin, notamment, de comprendre les pratiques agricoles (Bouby, 2000). Le type biologique d'une plante (vivace ou annuelle) est le premier critère d'évaluation de sa capacité à se régénérer après destruction de son appareil aérien. Il est défini par le positionnement de ses organes de survie pendant les périodes défavorables, qui va lui permettre de répondre plus ou moins efficacement aux perturbations du milieu physique ou aux stress édapho-climatiques. Les groupes de plantes les

plus perfectionnées à cet égard sont les annuelles, dont la survie repose sur les graines enfouies dans le sol, et les vivaces à organes de survie profondément enterrés (géophytes) ou qui ont une capacité de reproduction végétative par rhizomes ou stolons, par exemple.

La période de germination (automne ou printemps) est un caractère que l'on peut mettre en rapport avec la saisonnalité des semis. Les adventices germant en automne (annuelles d'hiver) sont favorisées par les semis d'automne, tandis que les annuelles de printemps le sont par les semis de la même saison. Ces mêmes annuelles de printemps sont favorisées par un travail du sol intense qui déloge les adventices d'automne à courte floraison.

Les indicateurs autoécologiques permettent de caractériser le milieu dans lequel se développent les plantes, ainsi que les changements intervenant dans ces milieux, notamment l'augmentation ou la baisse de fertilité, par le biais de l'indicateur N qui exprime l'exigence en nutriments du sol, azote et phosphate principalement. L'augmentation peut signaler un amendement des terres cultivées, quand une diminution suggère à l'inverse un épuisement des sols.

Ce travail de caractérisation a été appliqué à tous les relevés, ceux réalisés *in situ* pour la prairie et les parcelles cultivées, et ceux faits en laboratoire pour les lots de semences initiaux et le sous-échantillon de stock d'engrain de P2 (tabl. 3).

Les objectifs de l'analyse des cortèges d'adventices sont d'évaluer (1) l'origine de la flore adventice présente dans les parcelles (semis initiaux, prairie), (2) la diversité et le type d'adventices présentes dans les parcelles sous un régime agricole à faible intensité, (3) la part des taxons annuels et vivaces présents dans un sous-échantillon de stock, et dans quelle mesure ce cortège est représentatif de la diversité floristique enregistrée *in situ* sur les parcelles.

RÉSULTATS

Rendements céréaliers

Comparaison des méthodes de semis lors de l'année test et valeurs de référence

L'année test (2017-2018) avait pour ambition de tester différentes méthodes de semis. Il n'y a pas eu d'emploi de méthodes de fertilisation. Les épillets d'amidonnier et d'engrain ont chacun été semés sur une demi-parcelle en monoculture soit à la volée, soit en sillons, et en culture d'hiver. La métairie a été semée en demi-parcelle soit à la volée, soit en poquets.

Les rendements obtenus sur les demi-parcelles en sillons sont plus élevés que sur les demi-parcelles à la volée pour les deux blés vêtus en monoculture (fig. 7, tabl. 2). Quel que soit le mode de semis, les rendements de l'engrain sont au moins deux fois supérieurs à ceux de l'amidonnier. Le ratio est compris entre 1:13 et 1:23 pour

l'engrain, et entre 1:5 et 1:10 pour l'amidonnier. Pour la métairie, le ratio est globalement plus faible par rapport à celui des parcelles en monoculture, entre 1:2,5 et 1:5. Les semis en poquets sont plus performants que ceux réalisés à la volée, avec un ratio deux fois plus élevé.

Les ratios de l'année test obtenus sur la sous-parcelle semée en sillons constituent les valeurs de référence pour l'engrain (1:23) et l'amidonnier (1:10). Ces valeurs initiales permettent d'évaluer la variabilité interannuelle des rendements des semis en sillons au cours de l'expérimentation, plus précisément (1) le comportement des deux blés sur la parcelle non fertilisée et les parcelles fertilisées, (2) le taxon le plus performant et la variabilité des rendements.

Comparaison interannuelle des rendements céréaliers selon les modes de culture

En premier lieu, il s'agit d'observer l'évolution des rendements au cours des trois années agricoles sur la parcelle non fertilisée (P1) semée en sillons en culture d'hiver (fig. 8, tabl. 2). Entre l'année test et l'année 2, on observe une variabilité des rendements pour les deux céréales aboutissant à une baisse de 22 % pour l'engrain et 29 % pour l'amidonnier. Lors de la deuxième année de mise en culture (année 1), les deux céréales vêtues présentent un comportement contrasté. Si le rendement de l'engrain chute de manière importante, celui de l'amidonnier reste égal à la valeur de référence de l'année test.

En second lieu, il s'agit de comparer les rendements des parcelles non fertilisées avec ceux des parcelles fertilisées aussi bien en culture d'hiver que de printemps. En culture d'hiver, les rendements de l'amidonnier pour l'année 2 sont plus élevés sur les deux parcelles fertilisées que sur la parcelle non fertilisée (+43% avec la fumure, +32% avec la rotation). Ils sont même supérieurs à la valeur de référence obtenue lors de l'année test (fig. 8). Pour l'engrain, la demi-parcelle amendée en culture d'hiver offre un rendement légèrement supérieur à celui de la parcelle non fertilisée (+10%) seulement lors de l'année 1. Pour les cultures de printemps de l'année 1, le rendement de la demi-parcelle d'engrain est légèrement inférieur aux valeurs obtenues en culture d'hiver. Pour l'amidonnier, aucun épi n'a pu être récolté, bien que les plants aient germé et levé sur une quinzaine de centimètres pendant l'hiver et au début du printemps.

Taxon dominant et variabilité interannuelle

Si l'on prend en compte toutes les parcelles en monoculture et toutes les méthodes de semis, l'engrain est la céréale la plus performante et cela pendant les trois années d'expérimentation au parc de la Haute-Île (tabl. 2, fig. 7 et 8). Si l'on ne compare que les parcelles semées en sillons (fig. 8), son rendement maximal a été obtenu lors de l'année test sans fertilisation (1:23) et son rendement minimal sur la parcelle en culture de printemps lors de l'année 1 (1:11). Ses rendements ne passent néanmoins jamais en dessous de la barre de 1:10.

Nom latin	Nom commun	Toutes parcelles, semis d'hiver	Prairie	Lots semis	Lot stock année test	Habitat	Type biologique (*sans repro. veg)	Indicateurs autoécologiques			
								(Julve, 1998)			
								L	T	HE	N
								(1-9)	(1-9)	(1-12)	(1-9)
<i>Achillea millefolium</i>	Achillée millefeuille	x	x			Prairies, pelouses, friches	Vivace	8	5	5	4
<i>Alopecurus pratensis</i>	Vulpin des prés		x			Prairies humides	Vivace*	7	5	7	7
<i>Anagallis arvensis ssp. foemina</i>	Mouron rouge				x	Cultures, friches, jachères	Annuelle	7	5	5	7
<i>Anthemis cotula</i>	Camomille puante			x		Moissons, cultures	Annuelle d'hiver	7	6	4	5
<i>Avena fatua</i>	Folle avoine			x		Moissons, cultures d'hiver	Annuelle d'hiver	7	6	5	7
<i>Avena sativa</i>	Avoine cultivée	x		x		Moissons, cultures d'hiver	Annuelle d'hiver	7	6	5	7
<i>Bellis perennis</i>	Pâquerette	x	x			Prairies	Vivace	7	5	5	6
<i>Bromus sp.</i>	Bromes			x	x	Milieux rudéraux					
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Capselle bourse-à-pasteur		x			Toutes cultures	Annuelle	7	5	5	7
<i>Cardamine cf. hirsuta</i>	Cardamine hirsute	x	x			Cultures, friches, jachères	Annuelle d'hiver	5	5	5	7
<i>Cerastium glomeratum</i>	Céraiste aggloméré	x	x		x	Milieux rudéraux	Annuelle d'hiver	7	5	6	6
<i>Chenopodium album</i>	Chénopode blanc ou album/murale	x	x	x		Milieux rudéraux	Annuelle d'été	8	5	5	7
<i>Cirsium arvense</i>	Cirse des champs	x	x			Cultures sarclées, friches, jachères	Vivace	7	5	5	7
<i>Cirsium vulgare</i>	Cirse commun	x	x			Ubiquiste	Annuelle d'hiver	8	5	5	8
<i>Cirsium sp.</i>	Cirse			x							
<i>Dactylis glomerata</i>	Dactyle aggloméré	x	x			Ubiquiste	Vivace*	7	5	5	7
<i>Datura stramonium</i>	Stramoine		x			Ubiquiste	Annuelle d'été	8	6	5	8
<i>Daucus carota</i>	Carotte sauvage	x	x			Cultures sarclées, friches, jachères	Annuelle d'hiver	8	5	5	6
<i>Dipsacus fullonum</i>	Cardère sauvage	x	x			Prairies, friches	Annuelle d'hiver	8	6	6	8
<i>Epipactis cf. helleborine</i>	Epipactis à large feuilles	x				Prairies, friches	Vivace	3	5	5	5
<i>Galium aparine</i>	Gaillet gratteron		x			Milieux et ourlets forestiers	Annuelle d'hiver	6	5	5	8
<i>Galium cf. mollugo</i>	Gaillet mou	x				Cultures, friches, jachères, lisières	Vivace	8	5	5	6
<i>Geranium dissectum</i>	Geranium disséqué	x	x			Cultures sarclées, friches, jachères	Annuelle d'hiver	7	5	5	6
<i>Fallopia convolvulus</i>	Vrillée faux-liseron			x		Cultures sarclées, friches, jachères	Annuelle d'été	7	4	5	6
<i>Helminthoteca echinoides</i>	Picris fausse-vipérine	x	x	x	x	Milieux rudéraux	Annuelle d'hiver	8	7	3	6
<i>Heracleum sphondylium</i>	Grande berce		x			Prairies, friches	Vivace*	7	5	5	8
<i>Hypericum perforatum</i>	Millepertuis perforé		x			Milieux rudéraux	Vivace*	7	5	5	5
<i>Lactuca cf. seriola</i>	Laitue scarole			x		Cultures, jachères, friches	Annuelle d'hiver	7	5	4	6

Tabl. 3 – Composition de la flore adventice dans la prairie, les parcelles de l'année test et de l'année 1, dans les lots de semis initiaux et le sous-échantillon de récolte d'engrain (P2, semis d'automne à la volée). x : présence, * : sans reproduction végétative.

Table 3 – Weed composition in the grassland, in the test year and year 1 plots, in the initial seeding lots and the einkorn harvest subsample (P2, fall broadcast seeding). x: presence, *: without vegetative reproduction.

Nom latin	Nom commun	Toutes parcelles, semis d'hiver	Prairie	Lots semis	Lot stock année test	Habitat	Type biologique (*sans repro. veg)	Indicateurs autoécologiques			
								(Julve, 1998)			
								L	T	HE	N
								(1-9)	(1-9)	(1-12)	(1-9)
<i>Lamium purpureum</i>	Lamier pourpre	x	x			Cultures sarclées, friches, jachères	Annuelle	7	5	5	8
<i>Lapsana communis</i>	Lampsane	x				Milieus rudéraux, lisières	Annuelle d'hiver	4	5	5	7
<i>Medicago lupulina</i>	Luzerne lupuline	x	x		x	Prairies, pelouses	Annuelle d'hiver	7	5	4	3
<i>Medicago sativa</i>	Luzerne cultivée	x	x	x		Prairies, pelouses	Vivace*	8	6	4	7
<i>Melilotus albus</i>	Mélilot blanc		x			Milieus rudéraux	Vivace*	-	-	-	-
<i>Origanum vulgare</i>	Origan		x			Pelouses, ourlets, lisières basiphiles	Vivace*	6	5	5	4
<i>Papaver rhoeas ou rhoeas/dubium</i>	Grand coquelicot	x		x	x	Moissons, cultures d'hiver	Annuelle d'hiver	8	5	5	6
<i>Plantago lanceolata</i>	Plantain lancéolé	x	x			Prairies, pelouses, friches	Vivace*	7	5	5	6
<i>Plantago major</i>	Grand plantain	x	x			Prairies, pelouses, friches	Vivace*	5	5	5	6
<i>Poa pratensis/trivialis</i>	Pâturin des prés/commun			x		Prairies, friches	Vivace*				
Poaceae	Céréales sauvages	x	x								
<i>Polygonum cf. aviculare</i>	Renouée des oiseaux			x		Cultures, friches, jachères	Annuelle d'été	7	5	5	8
<i>Potentilla reptans</i>	Potentille rampante	x	x			Prairies, friches	Vivace	7	5	6	6
<i>Prunella vulgaris</i>	Brunelle commune	x	x	x		Prairies, pelouses	Vivace*	5	5	5	6
<i>Ranunculus bulbosus</i>	Renoncule bulbeuse	x	x		x	Prairies, pelouses	Vivace*	8	5	5	3
<i>Reseda luteola</i>	Réséda jaunâtre		x			Milieus rudéraux	Vivace*	8	5	5	3
<i>Rumex cf. crispus</i>	Patience crépue		x			Prairies humides	Vivace*	7	5	7	8
<i>Rumex cf. obtusifolius</i>	Patience à feuilles obtuses		x			Ubiquiste (friches, jachères, lisières)	Vivace*	8	5	5	8
<i>Sambucus ebulus</i>	Sureau yèble		x			Ourlets forestiers	Vivace	7	6	5	7
<i>Senecio jacobea</i>	Sénéçon jacobée	x	x			Friches vivaces, prairies, lisières	Vivace*				
<i>Setaria sp.</i>	Sétaire			x							
<i>Sonchus asper/oleraceus</i>	Laiteron rude/maraîcher	x	x			Cultures sarclées, cultures d'été	Annuelle	7	5-6	5	7-8
<i>Stellaria media</i>	Mouron des oiseaux		x			Cultures et milieux rudéraux	Annuelle	7	5	5	8
<i>Symphytum officinale</i>	Grande consoude		x			Prairies humides	Vivace*	7	5	7	7
<i>Taraxacum spp.</i>	Pissenlit	x	x			Ubiquiste	Vivace*				
<i>Torilis japonica</i>	Torilis anthrisque	x	x			Milieus rudéraux, ourlets forestiers	Annuelle d'hiver	6	5	5	8
<i>Trifolium pratense</i>	Trèfle des prés	x	x			Prairies	Vivace*	7	5	5	6
<i>Trifolium repens</i>	Trèfle blanc	x	x			Prairies	Vivace	7	5	5	6
<i>Trifolium pratense/repens</i>	Trèfle des prés/trèfle blanc				x			7	5	5	6
<i>Verbena officinalis</i>	Verveine officinale		x			Milieus rudéraux (friches vivaces)	Vivace*	8	6	5	7
<i>Veronica arvensis</i>	Véronique des champs	x	x		x	Cultures, friches, jachères	Annuelle d'hiver	7	5	5	6
<i>Veronica chamaedrys</i>	Véronique petit-chêne	x	x			Ourlets forestiers	Vivace*	6	5	5	5
<i>Veronica persica</i>	Véronique de Perse	x	x			Cultures, friches, jachères	Annuelle	7	5	5	7
<i>Vicia sativa ssp. vegetalis</i>	Vesce des moissons	x	x			Cultures et milieux rudéraux	Annuelle	8	6	5	8

Tabl. 3 (suite) – Composition de la flore adventice dans la prairie, les parcelles de l'année test et de l'année 1, dans les lots de semis initiaux et le sous-échantillon de récolte d'engrain (P2, semis d'automne à la volée). x : présence, * : sans reproduction végétative.

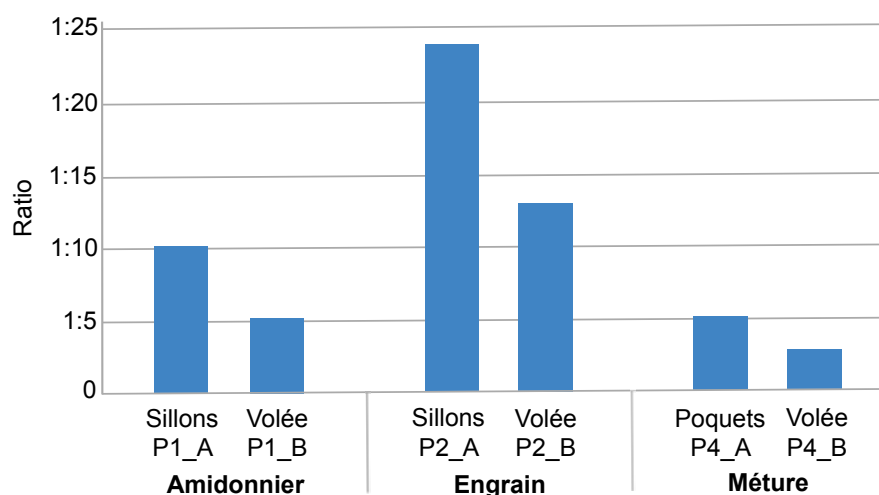


Fig. 7 – Comparaison des rendements (poids d'épillets récoltés/poids d'épillets semés) lors de l'année test (2017-2018), trois méthodes ont été testées en culture d'hiver, sans fertilisation.

Fig. 7 – Comparison of yields (weight of spikelets harvested/weight of spikelets sown) in the test year (2017-2018), winter crop, without fertilization.

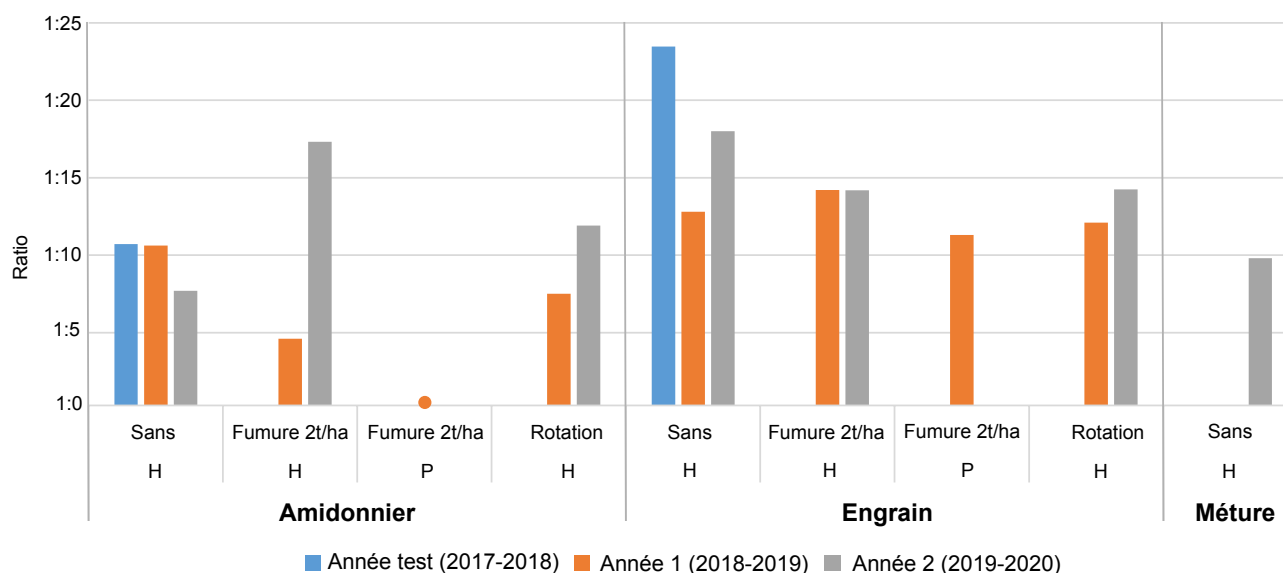


Fig. 8 – Comparaison des rendements obtenus sur la parcelle non fertilisée (sans) et les parcelles fertilisées (fumure, rotation), semées en sillons, en culture d'hiver (H) et de printemps (P), durant les trois années agricoles.

Fig. 8 – Comparison of yields obtained on the unfertilized ("sans"/without) and fertilized ("fumure"/manure, rotation) plots, sown in furrows, in winter (H) and spring (P) crops, during the three agricultural years.

Pour l'amidonnier, les rendements maximaux, supérieurs à la valeur de référence, sont obtenus sur les deux parcelles fertilisées en culture d'hiver lors de l'année 2 (1:12 et 1:18). Le rendement minimal est obtenu en culture de printemps lors de l'année 1 (1:0). Son rendement général est égal ou inférieur à 1:10.

Pour la métairie semée en sillons, le rendement n'a été calculé que suite à la récolte de l'année 2. Le ratio est légèrement inférieur à 1:10. Un mélange composé pour moitié d'épillets d'engrain, et pour l'autre moitié d'amidonnier a été semé. Lors de la récolte, le rapport est passé à 63 % d'épillets d'engrain et 37% d'amidonnier. Dans la métairie, l'engrain domine donc avec un ratio moyen de 1:15 pour l'engrain contre 1:8,5 pour l'amidonnier. Lors de l'année 1, si le stock a été perdu, le tri des plants

d'engrain et d'amidonnier dans la métairie a tout de même été réalisé sur le site expérimental. D'après une estimation visuelle, l'engrain semblait également dominer sur l'amidonnier.

Composition et caractérisation de la flore adventice

Les flores herbacées présentes et introduites

Composition de la flore herbacée autour des parcelles

Les relevés effectués dans la prairie font mention de la présence d'au moins 46 taxons herbacés (tabl. 3). Il s'agit de plantes de milieux anthropisés, dont les habitats

principaux comprennent les prairies, les pelouses, les friches, les jachères et les milieux rudéraux. Certaines espèces telles les cirses (*Cirsium arvense/Cirsium vulgare*) sont ubiquistes, tandis que d'autres ajoutent les cultures à la liste de leurs habitats (comme la bourse-à-pasteur - *Capsella bursa-pastoris* - ou encore le chénopode blanc - *Chenopodium album*). Enfin, quelques plantes sont plus particulièrement inféodées aux milieux et/ou ourlets forestiers, comme l'épipactis à larges feuilles (*Epipactis* cf. *helleborine*). On les observe surtout à proximité de la lisière boisée de la clairière. Les indicateurs autoécologiques font écho à cette répartition (fig. 9). Si la plupart des espèces sont héliophiles (indicateur L le plus souvent compris entre 7 et 8), de plus rares espèces comme la lampsane commune (*Lapsana communis*) ou l'épipactis ont des exigences moindres (L = 4 ou 3). Il en va de même pour les besoins en eau. La plupart des plantes sont mésoxérophiles à mésohydriques, c'est-à-dire qu'elles n'ont besoin que d'une humidité édaphique moyenne (indicateur HE = 4 ou 5), mais la présence de certaines espèces aux exigences plus importantes, telles que la grande consoude (*Symphytum officinale*) ou le vulpin des prés (*Alopecurus pratensis*) suggèrent la présence de zones plus humides que d'autres au sein de la prairie. Enfin, les besoins assez élevés en nutriments (indicateur N le plus souvent compris entre 6 et 8) signalent la bonne fertilité des sols de la clairière (fig. 9).

Les plantes herbacées relevées dans la prairie comprennent 41 % d'annuelles, dont un peu plus de la moitié sont des annuelles d'hiver. Les vivaces représentent donc 59% des espèces. Parmi ces vivaces, la majorité n'ont pas de système de reproduction par voie végétative et ne sont donc pas très compétitives en cas de perturbation du sol (fig. 10).

Composition de la flore herbacée dans les lots initiaux

Dans les lots de semences initiaux, 18 taxons ont été identifiés dont 15 ont pu être identifiés à l'espèce (tabl. 3). Ces taxons comprennent des adventices messicoles (c'est-à-dire plantes à germination automnale ou hivernale associées aux zones cultivées) telles que la camomille puante (*Anthemis cotula*), le grand coquelicot (*Papaver rhoeas*), l'avoine cultivée et la folle avoine (*Avena sativa* et *Avena fatua*), des adventices des cultures sarclées ou ubiquistes (*Chenopodium album*, *Fallopia convolvulus*, *Polygonum aviculare*), et des espèces rudérales ou prairiales qui ont souvent les cultures comme habitat secondaire (comme *Lactuca serriola* et *Lathyrus hirsutus*).

La répartition des 15 taxons selon leur type biologique fait état de 11 annuelles (73 % du total des taxons) dont les deux tiers sont des annuelles d'hiver, et de 4 vivaces (27 % du total). Cette répartition est probablement assez proche de celle de la flore adventice effectivement présente dans les champs où ont été récoltées les céréales. D'après Jauzein et Nawrot (2011), dans les espaces cultivés actuellement, on observe en effet en moyenne 20% de vivaces et 80% d'annuelles. Les céréales cultivées par

J.-F. Berthelot ont été menées en semis d'automne, ce qui explique probablement aussi la présence majoritaire d'annuelles d'hiver parmi les adventices des lots initiaux. La présence de quelques adventices estivales peut avoir été favorisée par la pratique de rotations menées par J.-F. Berthelot (légumineuses d'été).

Les flores herbacées dans les parcelles cultivées et le stock d'engrain

Un total de 36 espèces d'herbacées a été observé dans les parcelles de céréales (tabl. 3). La plupart (n=25) sont des espèces relevées dans la prairie (fig. 11). Au moins 5 taxons peuvent être originaires de la prairie et/ou des semis et 2 taxons identifiés à l'espèce proviennent exclusivement des semis initiaux (*Papaver rhoeas* et *Avena sativa*). *Lapsana communis* et *Epipactis* cf. *helleborine*, tous deux relevés dans les parcelles n'ont pas d'origine identifiée. Il est possible qu'elles aient été présentes mais n'aient pas été identifiées dans la prairie en raison de leur faible occurrence par exemple ou qu'elles n'aient pas été en fleur au moment des relevés.

Dans les parcelles, les principales classes autoécologiques des adventices relevées *in situ* dans la parcelle sont représentées (fig. 9). La répartition par type biologique fait état de 50% d'annuelles, dont les trois quarts sont des annuelles d'hiver, et de 50% de vivaces dont la majorité sont des vivaces sans organe de reproduction végétatif (fig. 10).

La comparaison avec la prairie et les lots de semences initiaux amène aux observations suivantes. En termes de répartition par type biologique, le spectre observé dans les parcelles est assez proche de celui observée dans la prairie, avec néanmoins un taux un peu plus faible de vivaces, et notamment de vivaces sans organe de reproduction par voie végétative.

Dans le stock d'engrain après battage et vannage de la parcelle (P2, à la volée, récolte en bas de tige), 10 taxons ont été identifiés à l'espèce (tabl. 3). Il s'agit d'un sous-ensemble du spectre présent dans les parcelles. La répartition par type biologique indique 80 % d'annuelles, qui sont essentiellement des annuelles hivernales. Parmi les vivaces, celles sans reproduction végétative dominent (20 % du total) (fig. 10). Le ratio annuelle/vivace observé dans le stock n'est donc pas représentatif de ce qui a été observé sur la parcelle. La comparaison du stock avec le relevé des parcelles de céréales montre un taux d'annuelles plus élevé.

Bilan

La courte durée de l'expérimentation (3 ans), la crise sanitaire du printemps 2020 et la perte de la métairie de l'année 1 ne permettent pas d'évaluer la reproductibilité des premiers résultats obtenus sur les rendements et l'évolution de la flore adventice selon les modes de culture au parc de la Haute-Île.

Néanmoins, des résultats significatifs semblent émerger de l'expérimentation. La méthode du sillon a offert un

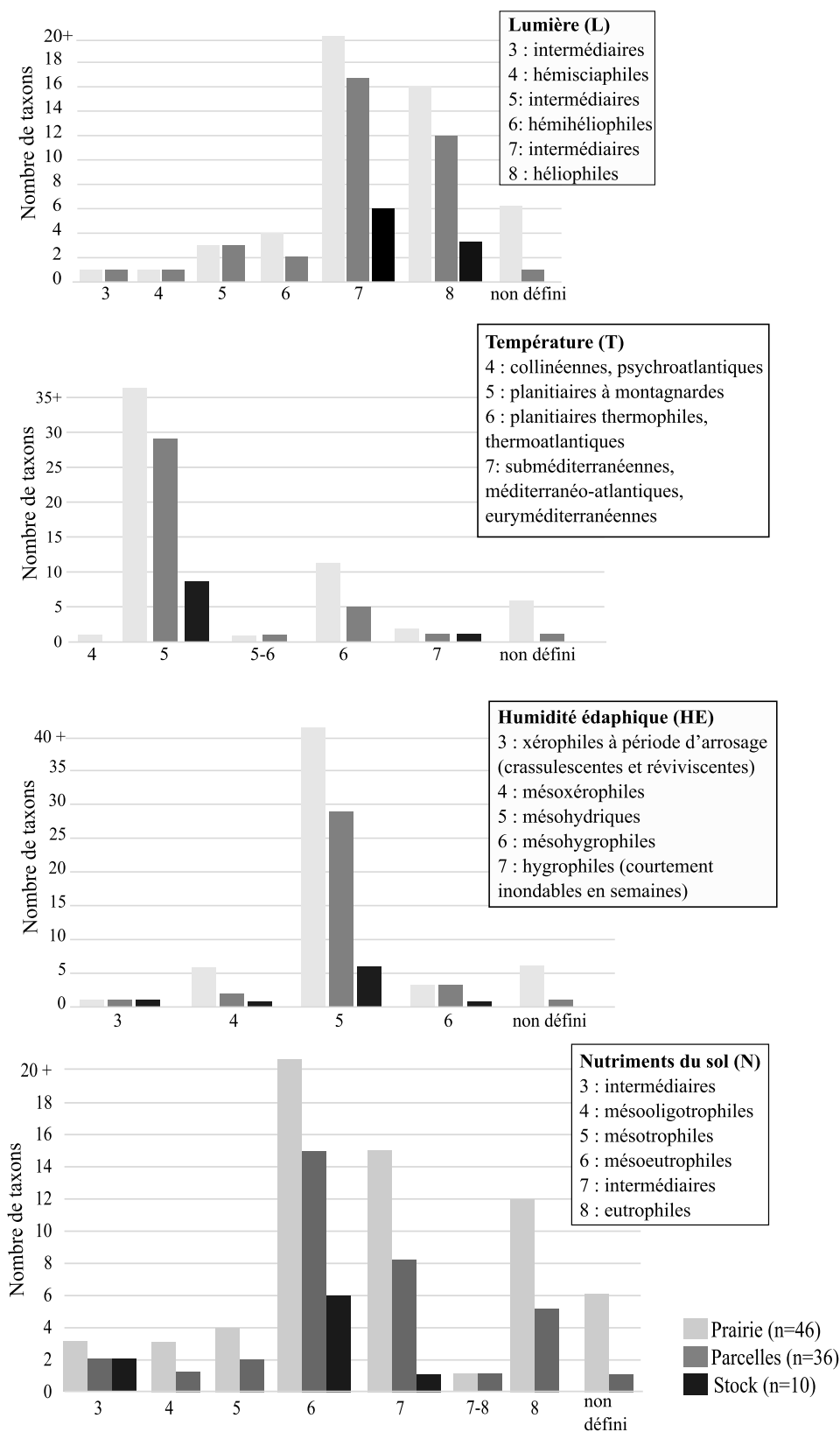


Fig. 9 – Principaux paramètres auto-écologiques des adventices identifiées dans la prairie, les parcelles et le sous-échantillon de stock d'engrain.

Fig. 9 – Main auto-ecological parameters of weeds identified in the meadow, plots and einkorn stock subsample.

meilleur rendement que les semis à la volée ou en poquet lors de l'année test. L'engrain est la céréale la plus performante au parc de la Haute-Île aussi bien sur les parcelles en monoculture que dans la métur. La moyenne

des rendements pour l'engrain est de 1:15, tandis qu'il est de 1:8,5 pour l'amidonner. Le rendement est toujours supérieur à 1:10 pour l'engrain quelles que soient la saisonnalité des semis et les méthodes de fertilisation.

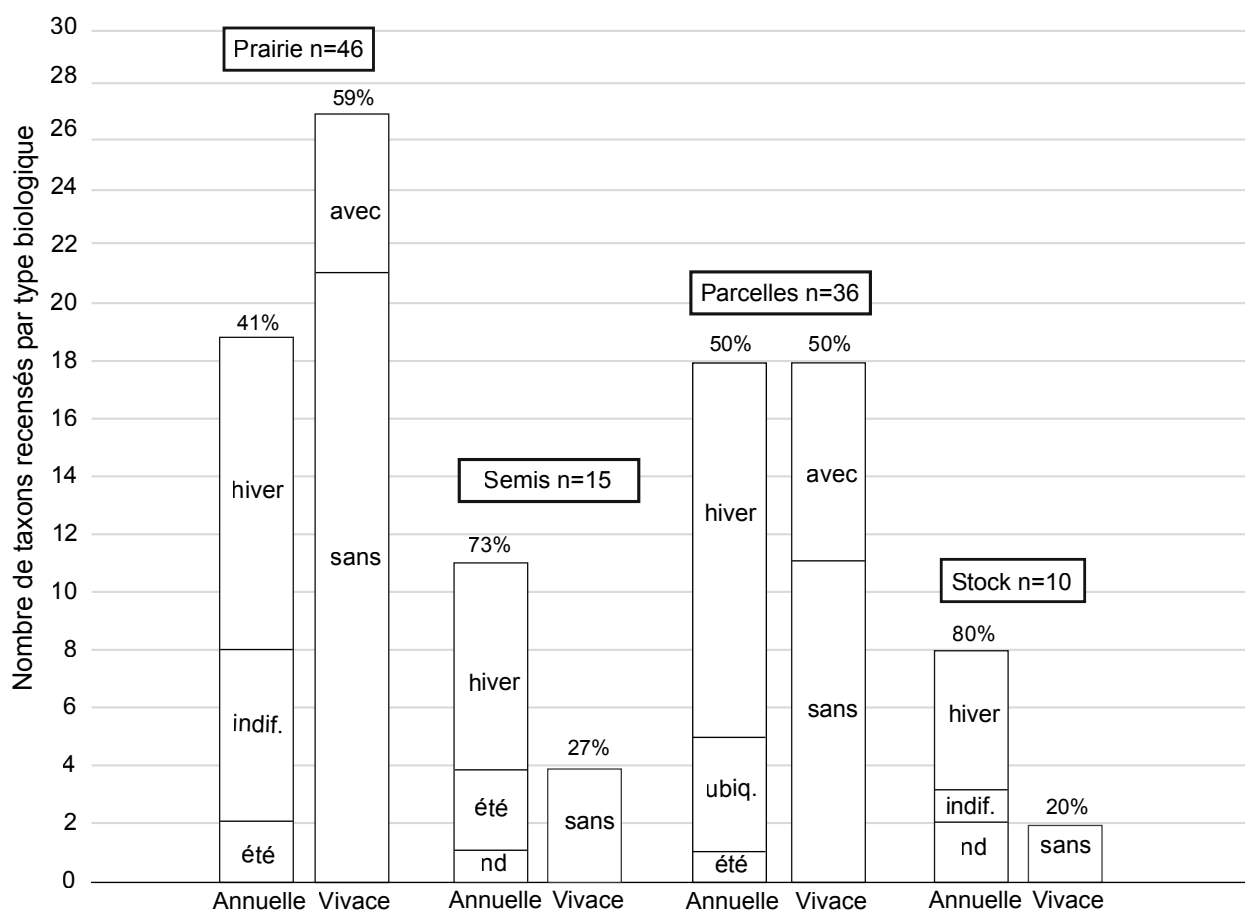


Fig. 10 – Répartition par type biologique des herbacées par type de relevés : indiv. : annuelle sans période de germination préférentielle ; avec/sans : avec/sans reproduction végétative ; ND : non déterminé pour les taxons identifiés au genre ou taxon valise. Le nombre total de taxons identifiés dans le lot de semis initiaux est de 18 (le type biologique des trois genres non inclus à la figure ne peut être précisé).

Fig. 10 – Distribution of biological type of herbaceous weed taxa in the different surveys.

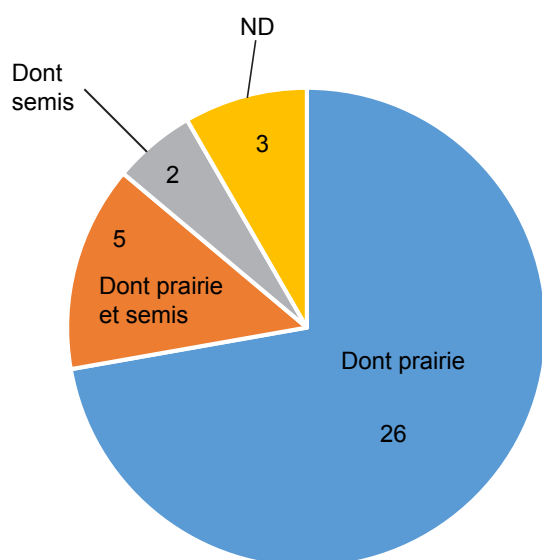


Fig. 11 – Répartition des taxons herbacés relevés sur les parcelles céréalières selon leur provenance.

Fig. 11 – Distribution of herbaceous taxa found on cereal plots according to their origin.

Pour l'amidonnier, le ratio est en général inférieur à 1:10. Concernant la saisonnalité des semis, la culture de printemps testée lors de l'année 1 est moins performante que

la culture d'hiver pour les deux taxons, l'amidonnier ayant même arrêté son développement au cours de la saison agricole. Pour les parcelles semées en sillons, les rendements, pour les deux céréales, présentent une variabilité interannuelle mais aussi intra-annuelle. Selon les années, le ratio va de 1:7 à 1:17 pour l'amidonnier et de 1:12 à 1:23 pour l'engrain en culture d'hiver.

Sur la parcelle non fertilisée, l'évolution des rendements entre l'année test et l'année 2 est discontinue. Les deux céréales présentent des comportements contrastés. Pour l'engrain, la parcelle cultivée sans fertilisation lors de l'année test a livré le rendement le plus élevé des trois années agricoles. Sur les cinq parcelles fertilisées en monoculture, les rendements ne sont pas systématiquement plus élevés que sur les parcelles non fertilisées. Pour l'amidonnier, deux parcelles cultivées lors de l'année 2 ont tout de même livré un rendement supérieur à la parcelle non fertilisée et même à la valeur de référence de l'année test.

Concernant les relevés d'adventices, le signal de la fertilisation peut difficilement être évalué en raison de la fertilité inhérente des sols de la clairière et la courte durée de l'expérimentation. Le cortège identifié dans le sous-échantillon de stock d'engrain est réduit par rapport à la diversité enregistrée dans les parcelles. Les annuelles notamment celles associées à des cultures d'hiver, sont

majoritaires dans la récolte. Les grains et capsules de coquelicot sont arrivés sur les parcelles *via* les semis initiaux. Le reste des taxons sont des plantes que l'on trouve dans la prairie à proximité des parcelles. La répartition par type biologique des herbacées présentes dans les parcelles cultivées montre un gradient qui s'éloigne du cortège de la prairie pour aller vers un cortège plus typique des espaces cultivés sans atteindre les ratios vivaces/annuelles que l'on observe aujourd'hui dans les champs (Jauzein et Nawrot, 2013). Le ratio annuelle/vivace observé dans le stock ne reflète pas celui observé dans les parcelles.

DISCUSSION

La discussion va porter sur les résultats qui nous semblent les plus pertinents pour être mis en perspective avec les données archéobotaniques : (1) la meilleure performance de l'engrain, (2) l'inefficacité relative à court terme des pratiques de fertilisation testées (fumure, rotation avec des légumineuses) en termes de rendement, (3) la part des taxons adventices annuels *versus* vivaces dans les parcelles et dans un sous-échantillon de stock d'engrain sous un régime agricole peu intensif.

Meilleure performance de l'engrain

L'engrain et l'amidonnier sont tous deux réputés comme étant des blés rustiques, adaptés à des sols peu fertiles. Ils poussent de nos jours dans des zones marginales, peu propices à la monoculture de blés nus modernes du type froment (Martin et Leighty, 1924 ; Stallknecht *et al.*, 1996 ; Zohary *et al.*, 2012 ; Mascher *et al.*, 2017). D'après les résultats issus d'expérimentations agronomiques actuelles et du début du *xx*^e siècle en Amérique du Nord, l'amidonnier semble en général avoir une meilleure productivité que l'engrain (Martin et Leighty, 1924 ; Troccoli et Codianni, 2005 ; Kreuz, 2007 ; Mascher *et al.*, 2017). Ces expérimentations sont certes ancrées dans des contextes climatiques et environnementaux autres et emploient des moyens techniques très différents de ceux employés au parc de la Haute-Île. Cependant, la domination de l'amidonnier sur l'engrain y est constatée sur une même station et avec des méthodes culturales comparables. De même, dans l'expérimentation d'agriculture néolithique de Hambach réalisée sur brûlis (Lüning *et al.*, 1980), les rendements extrapolés de l'année 1979 (c'est-à-dire qu'un facteur de correction a été appliqué du fait d'attaques des souris sur la base de la densité de peuplement avant la montaison des épis et du nombre de tiges effectivement récoltées), en semis de printemps, sont clairement supérieurs pour l'amidonnier (652 kg/ha, ratio 1:12) par rapport à l'engrain (160 kg/ha, ratio 1:5).

Au parc de la Haute-Île, l'engrain offre généralement un meilleur rendement lors des trois années agricoles dans les parcelles en monoculture. De même, les épillets d'engrain prennent le dessus sur ceux d'amidonnier dans les produits de récolte sur la demi-parcelle en métairie,

cultivée sans fertilisation. De plus, l'unique expérimentation de semis de printemps réalisée au parc de la Haute-Île en semant les blés vêtus au printemps lors de l'année 1 a livré des résultats nuls pour l'amidonnier et un rendement de 1056 kg/ha (1:11) pour l'engrain. Comment expliquer la domination de l'engrain au parc de la Haute-Île alors que l'amidonnier semble plus productif d'après les expérimentations agronomiques et expérimentales ?

L'amidonnier est vulnérable à la verse, favorisée par la taille de sa tige, généralement plus longue que celle de l'engrain (Kreuz, 2007 ; Mascher *et al.*, 2017). Le phénomène de verse a été constaté au moment de la récolte au parc de la Haute-Île. Il semble avoir touché l'amidonnier, mais aussi plus ponctuellement l'engrain, de manière localisée, en bordure de parcelle. Les épis des amidonniers et engrains versés ont aussi été récoltés n'impactant donc pas *a priori* les rendements finaux. De même, sur une expérimentation agronomique en Suisse (2014), la verse a été quantifiée de manière plus prononcée sur les parcelles d'amidonnier dont les rendements restaient néanmoins majoritaires, et ce, pour toutes les variétés (Mascher *et al.*, 2017). Les variétés d'engrain semées au parc de la Haute-Île (une variété en monoculture, deux variétés en métairie) sont peut-être mieux adaptées au climat et aux conditions édaphiques locales que celles d'amidonnier, sachant que les semences originelles proviennent du sud-ouest de la France. Cette hypothèse ne peut malheureusement pas être argumentée plus précisément, la reproductibilité de ce résultat ne pouvant être vérifiée sur le long terme. Néanmoins, force est de constater que l'engrain peut s'avérer plus performant sur des sols à fertilité inhérente élevée, et sous un système agricole à faible intensité, tel que celui expérimenté au parc de la Haute-Île.

Effets des pratiques agricoles sur les rendements céréaliers

L'un des objectifs de l'expérimentation était de tester plusieurs modes de semis et d'appliquer différentes techniques de fertilisation (sans, rotation, amendement) et notamment de comparer les rendements des parcelles fertilisées et non fertilisées.

Les semis en sillons sont plus performants en termes de rendement que les semis à la volée et/ou en poquet pour les deux céréales et la métairie, comme cela a déjà mentionné par plusieurs auteurs (Reynolds, 1979 ; Sigaut, 1992). La raison principale est, qu'avant l'invention de la herse, les grains semés à la volée ne sont pas suffisamment recouverts pour les protéger des prédateurs, comme les oiseaux.

Sur la parcelle sans fertilisation, les rendements céréaliers sont irréguliers, même s'ils ont globalement baissé à l'issue des trois années expérimentales (entre 20 et 30 % de baisse). De même, à la Butser Farm, le rendement de l'amidonnier, cultivé sans amendement, ne montre pas de diminution, mais une variabilité importante pendant les 14 années d'expérimentation (Reynolds, 1992). Au

parc de la Haute-Île, la baisse globale des rendements céréaliers observée entre l'année test et l'année 2 peut être due à une baisse de la fertilité du sol et à la compétition des mauvaises herbes ou, plus prudemment, être mise sur le compte de la variabilité interannuelle des rendements.

Sur les parcelles ayant bénéficié d'une fertilisation, les résultats sont contrastés. Pour l'engrain, les valeurs sont le plus souvent inférieures à celles obtenues sur la parcelle non fertilisée. Pour l'amidonniér, les rendements sont plus élevés sur les parcelles fertilisées que sur la parcelle non fertilisée dans deux cas, lors de l'année 2. La meilleure performance a été réalisée sur la parcelle (P3) ayant bénéficié d'une succession de méthodes de fertilisation. Ce résultat permet de poser l'hypothèse du bénéfice de la fertilisation sur le court terme, ou en tout cas, d'une meilleure réponse de l'amidonniér à une succession de techniques de fertilisation. En effet, l'amendement organique augmente la fertilité du sol sur le long terme (Bogaard, 2012). La durée de l'expérimentation du parc de la Haute-Île n'a pas permis de vérifier cette hypothèse. Cependant, d'autres facteurs comme les excès ou carences en eau, ou encore l'ensoleillement peuvent rentrer en compte dans la forte variabilité interannuelle des rendements qui est systématiquement constatée sur des expérimentations agronomiques ou des observations ethnobotaniques pour ces deux céréales vêtues (Hajnalová et Dreslerová, 2010 ; Mascher *et al.*, 2017 ; Herrera *et al.*, 2020). Ceci est bien illustré par une expérimentation à long terme réalisée en Suisse sur des céréales modernes d'hiver. Les auteurs ont conclu que dans les systèmes agricoles à faible intrant, l'impact des facteurs environnementaux sur la variance des rendements est élevé (Herrera *et al.*, 2020). Au parc de la Haute-Île, lors de l'année 2, les parcelles semblent avoir bénéficié d'un nombre d'heures d'ensoleillement plus élevé associé à un cumul de précipitations plus faible que lors des deux années précédentes. Néanmoins, si l'on considère que les conditions environnementales ont pu jouer un rôle dans la performance de l'amidonniér sur deux demi-parcelles, elles n'ont pas significativement bénéficié à l'engrain, ni à l'amidonniér sur la parcelle sans fertilisation lors de l'année 2. À titre d'hypothèse, nous proposons que la succession de méthodes de fertilisation associée à des conditions météorologiques favorables ont pu participer au succès de l'amidonniér lors de la dernière année d'expérimentation.

Flore adventice

L'amidonniér et l'engrain se sont montrés compétitifs face aux plantes adventices herbacées, à l'exception de la parcelle d'amidonniér semée au printemps, qui n'a pas été au bout de son développement.

Le spectre observé dans les parcelles est assez proche de celui observé dans la prairie, avec les différences suivantes : un taux un peu plus faible de vivaces et notamment de vivaces sans organes de reproduction par voie végétative. Ces différences s'expliquent probablement

par le fait que ces vivaces sont très peu compétitives dans des sols perturbés. Même si le système de culture pratiqué au parc de la Haute-Île n'a pas été intensif, il a probablement suffi à déloger durablement un certain nombre d'herbacées mal équipées biologiquement pour une régénération rapide.

Le ratio vivaces/annuelles dans les parcelles cultivées est encore assez éloigné de ce que l'on observe dans les espaces cultivés actuels (Jauzein et Nawrot, 2013). Outre la faible intensité du travail du sol qui contribue à accentuer la balance en faveur des vivaces, la différence peut s'expliquer par le fait que les parcelles n'ont été cultivées que deux ans. Même si le milieu de départ était différent dans la forêt de Hambach (espace forestier), certains résultats des expérimentations qui y ont été menées ont montré que les annuelles prennent un certain temps à s'installer lors de la mise en place des cultures. À Hambach, il a fallu six ans pour que le taux d'annuelles supprime celui des vivaces (Bogaard, 2004).

La domination forte des annuelles d'hiver dans les parcelles et le stock reflète bien la saisonnalité des semis, ainsi que le fait qu'il n'y a pas eu (ou peu, à la seule occasion des semis de printemps de l'année 1) de travail du sol au printemps qui aurait pu les déloger. Par contre, dans le sous-échantillon de stock d'engrain, le ratio vivace/annuelle ne reflète pas le ratio relevé dans les parcelles. Ceci pourrait être dû au fait que les annuelles, comme le grand coquelicot ou les bromes, produisent plus de graines que les vivaces et ont donc plus de chances d'être présentes dans les échantillons.

Mise en perspective des résultats de l'expérimentation avec les données archéobotaniques

Les résultats issus de l'expérimentation du parc de la Haute-Île permettent de discuter certaines hypothèses archéologiques à la lumière d'une expérience pratique de céréaliculture vivrière peu intensive. D'après une analyse comparée des assemblages archéobotaniques sur les sites rubanés de la province de Hesse (Allemagne) et de Moyenne-Belgique, une partition est/ouest est constatée dans le rapport engrain/amidonniér entre la région rhénane (engrain) et la Meuse (amidonniér) quel que soit le type d'éléments anatomiques (grains, bases de glume) pris en compte (Salavert, 2011). L'argument d'une meilleure tenue de l'engrain aux fortes précipitations a été proposé pour expliquer le choix de cette céréale en Hesse en dépit de sa supposée moindre productivité comparée à l'amidonniér (Kreuz, 2007). Cette résistance aurait permis à l'engrain d'être mieux adapté aux plus fortes précipitations qui caractérisent la seconde moitié du 6^e millénaire avant notre ère, soit la période rubanée (Dubouloz, 2008). Les résultats obtenus au parc de la Haute-Île montrent qu'actuellement, sur un sol à forte fertilité inhérente, certaines variétés d'engrain peuvent être plus performantes que l'amidonniér, plusieurs années consécutives, sous un système agraire peu intensif en culture d'hiver.

Le cortège de plantes adventices relevé sur les parcelles au parc de la Haute-Île est probablement assez éloigné en termes de composition de celui caractérisant le système agricole dominant du Néolithique ancien. Quelques taxons, tels que *Chenopodium album*, *Fallopia convolvulus*, *Bromus* spp. et *Lapsana communis*, sont tout de même retrouvés dans les deux types d'enregistrements, archéologique et expérimental (Knörzer, 1971 ; Bogaard, 2004 ; Bakels, 2009 ; Kreuz et Schäfer, 2011). La composition du sous-échantillon de récolte est intéressante à discuter car il s'agit de la principale source des restes d'adventices en contexte archéologique. Au parc de la Haute-Île, le sous-échantillon d'engrain récolté en bas de tige représente seulement un quart de la diversité enregistrée *in situ* dans les parcelles, sachant que les semences n'étaient pas carbonisées, le désherbage minimal et les techniques de traitement pré-stockage peu optimales. La composition de cet échantillon ne reflète pas la répartition des taxons d'herbacées par type biologique constatée sur les parcelles. Il faudra certainement étudier davantage d'échantillons pour obtenir une représentativité statistique des résultats. De plus, le coquelicot (*Papaver rhoeas*) absent de la prairie lors de l'année test a été introduit via le lot de semences d'origine, lors de l'année test. Le taxon s'est ensuite développé massivement lors de l'année 1 et 2 dans les parcelles, et leurs abords. Ceci illustre la capacité de certaines adventices, ici une plante annuelle d'hiver, absente du milieu initial à s'intégrer rapidement à la biodiversité agricole locale suite à la transmission de semences exogènes. Ce phénomène, dû à des contacts ou échanges interculturels sur la longue distance, a permis à de nombreux archéophytes de se disperser en Europe tempérée avec les plantes cultivées néolithiques (Pyšek *et al.*, 2005 ; Brun, 2009).

CONCLUSION

L'expérimentation du parc de la Haute-Île a produit des résultats issus d'une expérience pratique de céréaliculture vivrière. Elle a permis de tester un système engageant un faible travail du sol, une fertilisation modérée et pas de désherbage après les semis sur des parcelles permanentes d'engrain et d'amidonniér cultivées pendant trois années successives (2017-2020). Ce type de système a permis, avec des variétés actuelles semées à l'automne en sillons, de récolter en moyenne, 1350 kg/ha d'engrain et 900 kg/ha d'amidonniér par an (la surface moyenne des sous-parcelles est de 11 m²). Cette moyenne est cependant à nuancer en raison de la variabilité interannuelle des rendements valable pour les deux céréales. Dans le cas de l'expérimentation du parc de la Haute-Île, l'engrain s'est révélé la céréale la plus performante, même si l'amidonniér semble répondre un peu mieux à la succession de fertilisations à court terme. L'analyse de la composition isotopique en carbone ($\delta^{13}\text{C}$) et azote ($\delta^{15}\text{N}$) des grains de céréales

expérimentales, en cours, permettra d'évaluer si le signal de fertilisation, notamment en azote, est présent dans les grains de céréales expérimentaux. L'étude du cortège d'adventices présent dans un des sous-échantillons de stock représente un quart des taxons effectivement observés sur les parcelles et que les types biologiques représentés ne reflètent pas ceux enregistrés *in situ*. En termes pratiques, l'expérimentation menée au parc de la Haute-Île a montré que les parcelles ayant bénéficié d'une rotation avec des légumineuses sont beaucoup plus faciles à travailler à l'automne que la parcelle n'ayant bénéficié d'aucune rotation et ce, dès la seconde année de mise en œuvre. Sans rotation, les mauvaises herbes s'installent et le sol devient de plus en plus difficile à travailler, rendant indispensable à terme la pratique de la rotation des cultures. Les rendements et les cortèges d'adventices issues des parcelles de légumineuses et de lin n'ont pas été étudiés principalement en raison du temps que l'équipe expérimentale pouvait consacrer à la mise en œuvre de l'expérimentation. Leurs cultures trouvaient néanmoins tout leur sens dans le cadre de la pratique de la rotation des cultures et de la valorisation des parcelles auprès du grand public.

Du point de vue de la mise en œuvre, une expérimentation d'agriculture nécessite un personnel dédié, ce dont n'a pas bénéficié celle du parc de la Haute-Île. Le faible retour sur investissement en termes de production scientifique sur le court et moyen terme ne favorise pas l'établissement d'un cadre administratif et de recherche indispensable à la réalisation d'un tel projet. Cependant, les informations obtenues de ce type de projet scientifique sont fondamentales pour notre compréhension des systèmes agricoles anciens. À titre d'exemple, les données issues de l'expérimentation dans la forêt de Hambach, menée dans les années 1980, ont contribué à la caractérisation du système agricole pionnier en Europe tempérée 20 ans plus tard, montrant tout l'intérêt de mener ce type d'expérimentation sur le long terme.

Remerciements. Nous tenons à remercier le département de la Seine-Saint-Denis pour la mise à disposition de l'archéosite afin de mettre en œuvre l'expérimentation agricole néolithique pour mener des activités de recherche. Nous remercions chaleureusement Jean-François Berthelot, paysan-boulangier dans le Lot-et-Garonne, pour le don des céréales et ses conseils avisés. Une immense merci aux stagiaires, étudiants et collègues, aux agents du Bureau du patrimoine du département de la Seine-Saint-Denis et de l'UMR AASPE du Muséum national d'Histoire naturelle qui ont participé, avec enthousiasme, aux activités de terrain. Sans eux, la mise en œuvre de l'expérimentation n'aurait pas pu avoir lieu. Nous pensons tout particulièrement à Charlene Bouchaud, Cristina Gonçalves-Buissart, Michel Lemoine et Fabien Normand. Merci aussi à Clarissa Cagnato et Caroline Hamon pour leur aide sur le terrain et leur intérêt pour le projet, ainsi que Fiona Pichon et Frédéric Abbes (UMR5133 Archeorient) pour la confection des outils de récolte. Le stage de Master 2 de R. Auray a été financé par l'ANR HOMES N°ANR-18-CE27-0011-01 (C. Hamon dir). Nous remercions également les deux relecteurs anonymes pour leur travail et leurs commentaires.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AURAY R. (2020) – *Mieux comprendre les premiers systèmes agricoles du Bassin parisien : étude des adventices issues d'assemblages carpologiques expérimentaux et potentiel des analyses isotopiques*, Mémoire de Master 2, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 99 p.
- BAKELS C.C. (1984) – Carbonized Seeds from Northern France, *Analecta Praehistorica Leidensia*, 17, p. 1-27.
- BAKELS C.C. (1995) – Les restes carbonisés de graines et de fruits, in *Le site néolithique de Berry-au-Bac « Le Chemin de la Pêcherie » (Aisne)*, Paris, CNRS Éditions (coll. Monographie du CRA, 15), p. 142-143.
- BAKELS C.C. (1999) – Archaeobotanical investigations in the Aisne valley, northern France, from the neolithic up to the early Middle Ages, *Vegetation History and Archaeobotany*, 8, 1-2, p. 71-77.
- BAKELS C.C. (2009) – *The Western European Loess Belt - Agrarian History, 5300 BC-AD 1000*, New York, Springer Verlag, 295 p.
- BERANOVA M. (1993) – Versuche zur vorgeschichtlichen und frühmittelalterlichen Landwirtschaft, *Památky archeologické*, 84, 1, p. 97-119.
- BERRIO L. (2011) – *L'Économie végétale au Néolithique ancien : comparaison des données carpologiques des sites rubanés et Blicquy-Villeneuve-Saint-Germain dans le Bassin parisien et en Moyenne-Belgique*, Mémoire de Master 1, Université de Paris 1-Panthéon-Sorbonne, 100 p.
- BOGAARD A. (2002a) – Questioning the relevance of shifting cultivation to Neolithic farming in the loess belt of Europe: evidence from the Hambach Forest experiment, *Vegetation History and Archaeobotany*, 11, 1-2, p. 155-168.
- BOGAARD A. (2002b) – *The permanence, intensity and seasonality of early crop cultivation in Western-Central Europe*, PhD Thesis, vol. 1, University of Sheffield, 220 p.
- BOGAARD A. (2004) – *Neolithic farming in central Europe: an archaeobotanical study of crop husbandry practices*, London, Routledge, 224 p.
- BOGAARD A. (2005) – 'Garden agriculture' and the nature of early farming in Europe and the Near East, *World Archaeology*, 37, 2, p. 177-196.
- BOGAARD A. (2012) – Middening and Manuring in Neolithic Europe: Issues of Plausibility, Intensity and Archaeological Method, in R. Jones (dir.), *Manure: historical, archaeological and ethnographic perspectives*, London, Routledge, p. 25-40.
- BOGAARD A., FRASER R., HEATON T.H., WALLACE M., VAIGLOVA P., CHARLES M., JONES G., EVERSHERD R.P., STYRING A.K., ANDERSEN N.H. (2013) – Crop manuring and intensive land management by Europe's first farmers, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110, 31, p. 12589-12594.
- BONNIER G., DE LAYENS G. (1986) – *Flore complète portative de la France, de la Suisse et de la Belgique*, Paris, Belin, 426 p.
- BOUBY L. (2000) – Restituer les pratiques agraires par la carpologie archéologique, *Études rurales*, 153-154, p. 177-194.
- BOUBY L., DIETSCH-SELLAMI M.-F., MARTIN L., MARINVAL P., WIETHOLD J. (2018) – Ressources végétales et économie de subsistance au Néolithique en France (6000-2000 av. J.-C.), in J. Guilaine et D. Garcia (dir.), *La Protohistoire de la France*, Paris, Hermann (coll. Histoire et Archéologie), p. 141-152.
- BOURGUIGNON C., GABUCCI-BOURGUIGNON L., BOURGUIGNON E. (2016) – *Clairière cuisine. Analyse complète physique, chimique et biologique de sol*, Rapport d'analyse, Laboratoire d'analyse microbiologique des sols, Marey-sur-Tille, 23 p.
- BROES F., BOSQUET D. (2007) – Fabrication d'outils de terrassiers et creusement des fossés rubanés : de la théorie à la pratique, *Notae Praehistoricae*, 27, p. 131-149.
- BRUN C. (2008) – L'évolution de la biodiversité dans les milieux fortement anthropisés du Néolithique à nos jours (caractérisation, périodisation) : un outil pour sa compréhension et sa conservation, in A. Bonis (dir.), *Actualité de la recherche en écologie des communautés végétales, Actes du 4^e colloque ECOVEG*, Paris, Lavoisier, p. 209-216.
- BRUN C. (2009) – Biodiversity changes in highly anthropogenic environments (cultivated and ruderal) since the Neolithic in eastern France, *The Holocene*, 19, 6, p. 861-871.
- BRUNET R., BEURET L. (1901) – *Manuel pratique de l'agriculteur*, Paris, L. Mulo, 640 p.
- CHARLES M., JONES G., HODGSON J.G. (1997) – FIBS in Archaeobotany: Functional Interpretation of Weed Floras in Relation to Husbandry Practices, *Journal of Archaeological Science*, 24, 12, p. 1151-1161.
- CLARK J.G.D. (1952) – Prehistoric Europe: the economic basis, *American Association for the Advancement of Science*, 116, 3016, p. 434-435.
- COMET G. (1992) – *Le paysan et son outil. Essai d'histoire technique des céréales (France, VIII^e-XI^e siècle)*, Rome, École française de Rome (coll. de l'École française de Rome, 165), 711 p.
- DIETSCH-SELLAMI M.-F. (2007) – L'utilisation des plantes sauvages au Néolithique dans le nord-ouest de la France: témoignages carpologiques, in M. Besse (dir.), *Sociétés néolithiques, des faits archéologiques aux fonctionnements socio-économiques, Actes du 27^e colloque interrégional sur le Néolithique*, Lausanne, Cahiers d'archéologie romande, p. 127-136.
- DUBOULOZ J. (2008) – Impacts of the Neolithic Demographic Transition on Linear Pottery Culture Settlement, in J.-P. Bocquet-Appel et O. Bar-Yosef (dir.), *The Neolithic Demographic Transition and its Consequences*, Dordrecht, Springer Netherlands, p. 207-235.
- EHRMANN O., BIESTER H., BOGENRIEDER A., RÖSCH M. (2014) – Fifteen years of the Forchtenberg experiment: results and implications for the understanding of Neolithic land use, *Vegetation history and archaeobotany*, 23, 1, p. 5-18.

- FIorentino G., FERrio J.P., BOGAARD A., ARAUS J.L., RIEHL S. (2015) – Stable isotopes in archaeobotanical research, *Vegetation History and Archaeobotany*, 24, 1, p. 215-227.
- FIRMIN G. (1984) – Agriculture expérimentale dans la vallée de l'Aisne, *Revue archéologique de Picardie*, 1, 1, p. 95-102.
- FRIED G., NORTON L.R., REBOUD X. (2008) – Environmental and management factors determining weed species composition and diversity in France, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 128, 1, p. 68-76.
- HajNALOVÁ M., DRESLEROVÁ D. (2010) – Ethnobotany of einkorn and emmer in Romania and Slovakia: towards interpretation of archaeological evidence, *Památky archeologické*, 101, p. 169-202.
- HAMON C., CAGNATO C., EMERY-BARBIER A., SALAVERTE A. (2021) – Food practices of the first farmers of Europe: combined use-wear and microbotanical studies of Early Neolithic grinding tools from the Paris Basin, *Journal of Archaeological Science: Reports*, 36, p. 102764.
- HERRERA J.M., LEVY HÄNER L., MASCHER F., HILTBRUNNER J., FOSSATI D., BRABANT C., CHARLES R., PELLET D. (2020) – Lessons From 20 Years of Studies of Wheat Genotypes in Multiple Environments and Under Contrasting Production Systems, *Frontiers in Plant Science*, 10, 1745.
- HOERNI C., LAFARGE I. (2018) – Le parc départemental de la Haute-Île (Neuilly-sur-Marne, Seine-Saint-Denis). Un outil de valorisation des patrimoines naturel et archéologique, un instrument de recherche et d'observation, *Les Nouvelles de l'Archéologie*, 153, p. 60-63.
- ISAAKIDOU V. (2011) – Farming regimes in Neolithic Europe: gardening with cows and other models, in A. Hadzikoumis, E. Robinson, S. Viner (dir.), *Dynamics of Neolithisation in Europe: Studies in Honour of Andrew Sherratt*, Oxford, Oxbow Books, p. 90-112.
- JAUZEIN P., NAWROT O. (2013) – *Flore d'Île-de-France: Clés de détermination, taxonomie, statuts*, Versailles, Éditions Quae, 606 p.
- JONES G., CHARLES M., BOGAARD A., HODGSON J. (2010) – Crops and weeds: the role of weed functional ecology in the identification of crop husbandry methods, *Journal of Archaeological Science*, 37, 1, p. 70-77.
- JULVE P.H. (1998) – *Baseflor. Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France*, Lille, Institut Catholique de Lille.
- KAZDOVÁ E. (1983) – Příspěvek k neolitickým skliznovým nástrojům, *Fakulty brněnské university*, 32, 28, p. 161-169.
- KNÖRZER K.H. (1971) – Urgeschichtliche Unkräuter im Rheinland ein Beitrag zur Entstehungsgeschichte der Segetalgesellschaften, *Vegetatio*, 23, 3-4, p. 89-111.
- KREUZ A. (2007) – Archaeobotanical perspectives on the beginning of agriculture north of the Alps, in S. Colledge et J. Conolly (dir.), *The origins and spread of domestic plants in southwest Asia and Europe*, Routledge, Walnut Creek, p. 259-294.
- KREUZ A., SCHÄFER E. (2011) – Weed finds as indicators for the cultivation regime of the early Neolithic Bandkeramik culture?, *Vegetation History and Archaeobotany*, 20, 5, p. 333.
- LÜNING J., MEURERS-BALKE J., SCHALICH J., URBAN B., LOHMEYER W., SCHMIDT B., THIELE H., WEISCHER B. (1980) – Experimenteller Getreideanbau im Hambacher Forst, Gemeinde Elsdorf, Kr. Bergheim-Rheinland, *Bonner Jahrbücher*, 180, p. 305-344.
- MARTIN J.H., LEIGHTY C.E. (1924) – *Experiments with emmer, spelt, and einkorn*, Washington, U.S. Dept. of Agriculture, 60 p.
- MASCHER F., BERTSCHI C., FESSELET M., SCHORI A., SCHIERSCHERVIRET B., MAYOR J. (2017) – Aptitude de l'amidonnié et de l'engrain à la culture, *Recherche agronomique suisse*, 8, 4, p. 142-149.
- MEURERS-BALKE J., LÜNING J. (1990) – Experimente zur frühen Landwirtschaft: eine Überblick über den Kölner Versuche in den Jahren 1978-1986, in M. Fansa (dir.), *Experimentelle Archäologie in Deutschland*, Oldenburg, Isensee (coll. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, 4), p. 82-92.
- MUELLER-BIENIEK A., NOWAK M., STYRING A., LITYŃSKA-ZAJĄC M., MOSKAL-DEL HOYO M., SOJKA A., PASZKO B., TUNIA K., BOGAARD A. (2019) – Spatial and temporal patterns in Neolithic and Bronze Age agriculture in Poland based on the stable carbon and nitrogen isotopic composition of cereal grains, *Journal of Archaeological Science: Reports*, 27, p. 101993.
- PAILLET A. (2005) – *Archéologie de l'agriculture moderne*, Paris, Errance, 288 p.
- PEEL M.C., FINLAYSON B.L., MCMAHON T.A. (2007) – Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification, *Hydrology and Earth System Sciences*, 11, 5, p. 1633-1644.
- PERNAUD J.-M., CHARTIER M., TRESSET A., SIDÉRA I., AUGÉREAU A., LEROYER C. (2004) – Gestion des territoires et évolution de l'exploitation des ressources animales et végétales aux V^e et IV^e millénaires dans le Bassin parisien, in P. Bodu, C. Constantin (dir.), *Approches fonctionnelles en Préhistoire*, Paris, Société préhistorique française p. 409-426.
- PÉTREQUIN P., ARBOGAST R.-M., PÉTREQUIN A.-M., VAN WILIGEN S., BAILLY M. (2006) – 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 Éditions.
- PYŠEK P., JAROŠÍK V., CHYTRÝ M., KROPÁČ Z., TICHÝ L., WILD J. (2005) – Alien plants in temperate weed communities: prehistoric and recent invaders occupy different habitats, *Ecology*, 86, 3, p. 772-785.
- REYNOLDS P.J. (1977) – Experimental archaeology and the Butser ancient farm project, in J. Collis (dir.), *The Iron Age in Britain: a review*, Sheffield, Department of Prehistory & Archaeology, University of Sheffield, p. 32-40.
- REYNOLDS P.J. (1979) – *Iron-age farm: the Butser experiment*, Colonnade Books, British Museum Publications, 112 p.
- REYNOLDS P.J. (1992) – Crop yields of the prehistoric cereal types emmer and spelt: the worst option. A discussion of the data achieved from 15 years of research at the Ancient Farm, in P. C. Anderson-Gerfaud (dir.), *Préhistoire de l'agriculture : nouvelles approches expérimentales et ethnographique*, Valbonne, CNRS (coll. Monographies du Centre de recherches archéologiques, 6), p. 17-28.

- REYNOLDS P.J. (1999) – Butser ancient farm, Hampshire, UK, in P. G. Stone et P. G. Planel (dir.), *The Constructed Past: Experimental archaeology, education and the public*, London, Routledge, p.144-155.
- RÖSCH M., EHRMANN O., HERRMANN L., SCHULZ E., BOGENRIEDER A., GOLDAMMER J.P., HALL M., PAGE H., SCHIER W. (2002) – An experimental approach to Neolithic shifting cultivation, *Vegetation History and Archaeobotany*, 11, 1-2, p. 143-154.
- RÖSCH M., BIESTER H., BOGENRIEDER A., ECKMEIER E., EHRMANN O., GERLACH R., HALL M., HARTKOPF-FRÖDER C., HERRMANN L., KURY B., LECHTERBECK J., SCHIER W., SCHULZ E. (2017) – Late neolithic agriculture in temperate Europe: a long-term experimental approach, *Land*, 6, 1, p. 11.
- ROWLEY-CONWY P. (1981) – Slash and burn in the temperate European Neolithic, in R. Mercer (dir.), *Farming practice in British Prehistory*, Edinburgh, Edinburgh University Press, p. 85-96.
- SALAVERTE A. (2011) – Plant economy of the first farmers of central Belgium (Linearbandkeramik, 5200-5000 B.C.), *Vegetation History and Archaeobotany*, 20, 5, p. 321-332.
- SALAVERTE A. (2017) – Agricultural Dispersals in Mediterranean and Temperate Europe, Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science. <http://environmentalscience.oxfordre.com/view/10.1093/acrefore/9780199389414.001.0001/acrefore-9780199389414-e-307>.
- SALAVERTE A., ZAZZO A., MARTIN L., ANTOLÍN F., GAUTHIER C., THIL F., TOMBRET O., BOUBY L., MANEN C., MINEO M., MUELLER-BIENIEK A., PIQUÉ R., ROTTOLI M., ROVIRA N., TOULEMONDE F., VOSTROVSKÁ I. (2020) – Direct dating reveals the early history of opium poppy in western Europe, *Scientific Reports*, 10, 1, p. 20263.
- SIGAUT F. (1992) – Rendements, semis et fertilité: signification analytique des rendements, in P. C. Anderson-Gerfaud (dir.), *Préhistoire de l'agriculture : nouvelles approches expérimentales et ethnographique*, Valbonne, CNRS (coll. Monographies du Centre de recherches archéologiques, 6), p. 395-403.
- STALLKNECHT G.F., GILBERTSON K.M., RANNEY J.E. (1996) – Alternative Wheat Cereals as Food Grains: Einkorn, Emmer, Spelt, Kamut, and Triticale, in J. Janick (dir.), *Progress in new crops, new opportunities new technologies*, Alexandria, American Society for Horticultural Science, p.156-170.
- TOULEMONDE F., DAOULAS G., BONNAIRE E., RIQUEUR V., WIETHOLD J., ZECH-MATTERNE V. (2021) – A brief history of plants in north-eastern France: 6,000 years of crop introduction in the Plain of Troyes, Champagne, *Vegetation History and Archaeobotany*, 30, 1, p. 5-19.
- TOULEMONDE F., avec la collaboration de LE CLEZIO L., LANGRY-FRANÇOIS F., GARMOND N. (2016) – Contribution à la compréhension des découvertes de semences carbonisées dans le comblement des silos laténiens en France septentrionale, in M.-F. Dietsch-Sellami, C. Hallavant, L. Bouby, et B. Pradat (dir.), *Plantes, produits végétaux et ravageurs, Actes des X^e rencontres d'archéobotanique*, Les Eyzies-de-Tayac, Aquitania, p. 129-153.
- TROCCOLI A., CODIANNI P. (2005) – Appropriate seeding rate for einkorn, emmer, and spelt grown under rainfed condition in southern Italy, *European Journal of Agronomy*, 22, 3, p. 293-300.
- VOISIN A. (1953) – Production de fumier et productivité agricole, *Économie rurale*, 18, 1, p. 29-32.
- WEINER J. (1992) – Feuchtbodenfunde ohne Moor und Seeufer: zwei Spaten aus dem bandkeramischen Brunnen von Erkelenz-Kückhoven, *Arch. Mitt. aus Nordwestdeutschland*, 15, p. 161-166.
- ZECH-MATTERNE V. (2011) – Rejet domestique ou dépôt intentionnel ? Interprétations des récoltes carbonisées découvertes en contexte de stockage laténien, dans le nord de la Gaule, in J. Wiethold (dir.), *Carpologia. Articles réunis à la mémoire de Karen Lundström-Baudais*, Glux-en-Glenne, Centre archéologique européen du Mont-Beuvray (coll. Bibracte, 20), p. 63-74.
- ZOHARY D., HOPF M., WEISS E. (2012) – *Domestication of Plants in the Old World: The origin and spread of domesticated plants in Southwest Asia, Europe, and the Mediterranean Basin*, Cambridge, Oxford University Press, 251 p.

Aurélie SALAVERT

UMR Archéozoologie, Archéobotanique :
Sociétés, Pratiques et Environnements
MNHN, CNRS, Alliance Sorbonne Université
MNHN-CP 56, 55 rue Buffon, 75005 Paris
salavert@mnhn.fr

Françoise TOULEMONDE

Chercheuse associée
UMR Archéozoologie, Archéobotanique :
Sociétés, Pratiques et Environnements
MNHN, CNRS, Alliance Sorbonne Université
67 rue des Sablons, 78750 Mareil Marly
francoise.toulemonde@gmail.com

Rémy AURAY

UMR Archéozoologie, Archéobotanique :
Sociétés, Pratiques et Environnements
MNHN, CNRS, Alliance Sorbonne Université
UMR Trajectoires (CNRS, Paris 1)
Centre Mahler, 9 rue Malher, 75004 Paris

Caroline HOERNI

Centre départemental d'archéologie
1-5 route de Saint Leu, 93800 Épinay-sur- Seine
choerni@seinesaintdenis.fr

Guillaume HUITOREL

UMR ArScAn (CNRS, Paris 1
Paris Nanterre, Paris 8, Ministère de la culture
et de la communication)
Centre départemental d'archéologie
1-5 route de Saint Leu, 93800 Épinay-sur- Seine
ghuitorel@seinesaintdenis.fr

Ivan LAFARGE

UMR ArScAn (CNRS, Paris 1
Paris Nanterre, Paris 8, Ministère de la culture
et de la communication)
Centre départemental d'archéologie
1-5 route de Saint Leu, 93800 Épinay-sur- Seine
ilafarge@seinesaintdenis.fr

Discussions sur la complémentarité de la méthode géomagnétique et de l'imagerie aérienne pour l'étude des enceintes néolithiques du Centre-Ouest de la France

Guillaume BRUNIAUX, Victor LEGRAND, Éric BOUCHET,
François LÉVÊQUE, Catherine LOUBOUTIN, Vivien MATHÉ, Vincent ARD

Résumé : Le Centre-Ouest de la France, entre les fleuves Loire et Dordogne, est un secteur géographique riche en enceintes fossoyées du Néolithique, avec 311 sites référencés en 2020. Ces enceintes ont été en grande majorité découvertes par des prospecteurs aériens, ou à l'aide des photographies aériennes des services de l'État tel l'IGN, à partir d'indices phytologiques des fossés de l'enceinte. Depuis les années 2010, les prospections géomagnétiques sont de plus en plus utilisées, en complément de la prospection aérienne, pour cartographier ces sites ceinturés. Ce type de prospection géophysique offre une approche complémentaire qui s'exprime, par exemple, par la détection des petites structures d'aménagement des entrées, des palissades et des trous de poteau qui sont rarement visibles en indices phytologiques sur les clichés aériens. Le nombre de prospections géomagnétiques sur des enceintes néolithiques a été considérablement augmenté grâce à l'ANR MONUMEN qui a permis la prospection de dix-huit sites entre fin 2018 et début 2020. Cet ensemble d'enceintes permet de qualifier et de quantifier l'apport de la prospection géomagnétique par rapport à la prospection aérienne sur plusieurs points : 1) l'influence de la géologie locale sur la qualité des clichés aériens et sur leur déficit d'information par rapport à la prospection géomagnétique ; 2) une comparaison de l'architecture des enceintes vue sur les clichés aériens par rapport à celle observée sur les cartes des anomalies magnétiques ; 3) la qualité et la quantité des détails visibles sur les cartes des anomalies magnétiques en comparaison des images aériennes ; 4) la dynamique du signal des fossés en relation avec l'hétérogénéité et la nature des matériaux dans le comblement qui sont rarement visibles sur les photographies aériennes.

Mots-clés : Néolithique, enceinte fossoyée, prospection géomagnétique, photographie aérienne, indice phytologique, Centre-Ouest de la France.

Abstract: A total of 312 Neolithic causewayed enclosures were referenced in 2020 between the rivers Loire and Dordogne in Central-Western France. Most of these enclosures were discovered using aerial photography, which highlight the cropmarks of the enclosure ditches, taken by prospectors or by State services such as the IGN. Since the 2010s, in addition to aerial survey, geomagnetic surveys are increasingly used to map these enclosed sites. Geomagnetic surveying offers a complementary approach, which enables the detection of small entrance features, palisades and postholes rarely visible in the cropmarks seen on aerial photos. The number of geomagnetic surveys of Neolithic enclosures has considerably increased thanks to the ANR MONUMEN with the survey of more than eighteen sites between the end of 2018 and the beginning of 2020. These new surveys have led us to qualify and quantify how geomagnetic survey has contributed to the study of these enclosures and to determine its complementarity in relation to aerial survey. The local geology influences the quality of aerial photos, as the appearance of cropmarks is conditioned by water stress. The latter is more or less important depending on the water retention capacity of the soil and thus depends on the nature of the soil and the bedrock. Cropmark visibility varies depending on the local bedrock and the restitution of the archi-

ture of the enclosure is more or less reliable. It was possible to quantify the loss of information by comparing aerial photos to the geomagnetic survey. Aerial images of enclosures located on a limestone substrate have an information loss of less than 33% compared to magnetic anomaly maps. On this type of bedrock, aerial photography is relevant and the cropmarks of the ditches can be superimposed on the geomagnetic survey. On the other hand, aerial photographs of enclosures located on a marly bedrock lose about 66 % of information compared to the magnetic anomaly maps. On this type of substratum, aerial photography is less relevant and part of the enclosure is not visible on the pictures.

A comparison of the enclosure architecture seen on the aerial photographs with that seen on the magnetic anomaly maps is also relevant. The enclosure of the Coteaux de Coursac at Balzac (Charente) is a site where the cropmarks of the ditches are visible only under certain conditions (hydric stress). The quality of the aerial images is excellent and highlights numerous causewayed structures (discontinuous ditches, fences, postholes). However, the aerial imagery does not match the magnetic anomaly map, which is more precise in its mapping of smaller causewayed features (palisades, postholes). Moreover, the variations of magnetization contrasts within the ditches are an indication of the variations of their fill. Aerial imagery is certainly relevant for mapping the architecture of an enclosure but is not as detailed as the geomagnetic survey.

When comparing the quality and quantity of the detail visible between the magnetic anomaly maps and the aerial images, magnetic anomaly maps are able to detect small causewayed features such as entrances, palisades and postholes. Several examples are presented here including the sites of le Pontet at Saint-Nazaire-sur-Charente (Charente-Maritime), la Vieille Garenne at Courcôme (Charente), le Peu at Charmé (Charente) and le Perradet at Saint-Groux (Charente). These small features are rarely visible on aerial photos. Some features have thermo-remanent magnetization from fire action, which can be detected by geomagnetic survey. This is the case at the site of le Peu at Charmé (Charente), where the postholes inside the enclosure mark several burnt buildings. The fills of the postholes are thermo-remanent magnetized and are visible on the magnetic anomaly map. These postholes are however not visible on the aerial photographs.

The dynamics of the magnetic signal or the magnetization contrast of the ditches of the Neolithic enclosures is not homogeneous and these variations reflect material heterogeneities in the ditch fill. These variations and their link to the magnetic signal were studied in the paper by Ard *et al.* (2015) on the Bellevue enclosure at Chenommet (Charente). They are not generally visible on aerial photographs, but can in rare cases be detected on aerial photographs, notably at the site of Bellevue at Chenommet (Charente).

To conclude, aerial and geomagnetic survey are complementary methods for the study of the architecture of Neolithic causewayed enclosures. Most sites are discovered by aerial survey, which is the primary source of information for mapping the ditches. These plans are based on the survey of ditch cropmarks, the appearance of which is governed by numerous factors making them difficult to predict from one year to another. Moreover, depending on the geological bedrock, the cropmarks are not always clearly identifiable and do not allow the entire architecture of the enclosure to be perceived. Finally, aerial photos are mostly shot at an oblique angle, which distorts distances and lengths. Orthorectification can alleviate this problem but is rarely used by volunteer prospectors. Magnetic prospecting allows the causewayed structures of these sites to be mapped with better resolution and accuracy.

Keywords: Neolithic, causewayed enclosure, geomagnetic prospection, aerial photography, cropmark, Centre-West of France.

La majorité des enceintes fossoyées du Néolithique a été découverte par prospection aérienne. Historiquement, le pionnier fut le français Antoine Poidebard qui découvrit en 1925 des vestiges en survolant le désert syrien (Nordiguian et Salles, 2000). L'importance des prospections aériennes pour la reconnaissance et la découverte des sites archéologiques est reconnue dans la littérature scientifique depuis 1928 avec la publication des Anglais Osbert Guy Stanhope Crawford et Alexander Keiller (1928), et par le premier programme d'archivage des photographies aériennes de sites archéologiques mise en œuvre au Royaume-Uni en 1965 par la RCHME (Commission royale des monuments historiques d'Angleterre ; Featherstone, 1999). Cette méthode non destructrice permet la détection des sites et donne un aperçu de l'emprise et de l'architecture d'un site, plus ou moins précis et complet selon les années et la nature des cultures.

Le Centre-Ouest de la France, approximativement compris entre la Loire et la Dordogne, est l'une des

régions d'Europe occidentale les plus riches en enceintes fossoyées du Néolithique. Plus de trois cents sites sont référencés, dont une grande partie a été découverte par photographie aérienne (Marsac et Joussaume, 1977 ; Joussaume, 1995 ; Burnez et Louboutin, 1999 ; Champême, 1999 ; Ollivier, 1999 ; Dassié, 2001 ; Ard, Aoustin *et al.*, 2016a). Les prospecteurs locaux, souvent des bénévoles dont, pour citer les plus connus de la région, Maurice Marsac, Alain Ollivier, Louis-Marie Champême, Jacques Dassié et Éric Bouchet, ont largement contribué à recenser ces sites dont les éléments les plus discriminants sont les fossés interrompus. En outre, le développement des couvertures aériennes du territoire et celui de la télédétection apportent de nouvelles sources d'images, pour la plupart consultables en ligne (Géoportail, Google Earth...). Les photographies aériennes sont les premières sources de mise en évidence de l'existence d'enceintes et offrent une vue d'ensemble permettant d'appréhender leur organisation spatiale. L'implantation des sondages

sur ces sites, en particulier en fouilles programmées, est très majoritairement positionnée à partir des plans des fossés livrés par ces photographies (Burnez et Façon, 1957 ; Burnez et Humphrey, 1966 ; Burnez, 1992 ; Burnez *et al.*, 1994 ; Joussaume et Burnez, 1996 ; Joussaume, 1999). Les premières fouilles d'enceintes dans le Centre-Ouest ont été initiées dès la fin du XIX^e siècle sur le site de Peu-Richard à Thénac (Charente-Maritime) par Eugène Eschassériaux (Eschassériaux, 1884), puis menées par Claude Burnez (Burnez et Façon, 1957 ; Burnez et Case, 1966) et suivies par Roger Joussaume (1982). Elles se focalisaient principalement sur les fossés avec pour objectifs l'étude de la dynamique de leur comblement mais aussi la compréhension de l'évolution architecturale des enceintes et l'établissement des premiers panoramas chrono-culturels, grâce au riche mobilier recueilli dans les fossés. La fouille extensive d'enceintes – fossés et surfaces internes – ont rarement été envisagées, et jamais menées à bien, en raison de l'extension de ces sites dont les surfaces sont comprises entre quelques hectares à plus d'une dizaine d'hectares (Joussaume, 1995 ; Burnez et Louboutin, 1999).

La faiblesse de la photographie aérienne est que les clichés d'une même zone diffèrent suivant les années en raison du caractère multifactoriel et difficilement prévisible de l'apparition des indices phytologiques (Stanjek et Faßbinder, 1995). Toutefois, des études récentes tentent de prédire leurs apparitions à partir de modèles multi-paramètres fondés sur la télédétection (Agapiou *et al.*, 2013 ; Moriarty *et al.*, 2019). Depuis la fin des années 1990, la prospection géophysique, instructive en elle-même, est apparue comme une approche complémentaire pour pallier ces limites (Hasek et Kovarnik, 1999 ; Kobyliński et Misiewicz, 2002 ; Hale et Cowley, 2009).

Dans le Centre-Ouest de la France, les essais pionniers de prospection géophysique sur les fossés d'enceintes ont été réalisés par méthode électrique (profils de résistivité apparente) sur le site du Moulin-de-Vent à Montils (Charente-Maritime) par Claude Burnez et Albert Hesse en 1967 (Burnez et Hesse, 1967). Plus de trente ans plus tard, de véritables cartographies de la résistivité apparente seront mises en œuvre sur plusieurs hectares sur les sites charentais du Camp à Challignac (Martinaud, 2004) puis de Diconche à Saintes (Martinaud, 2005). L'un des premiers essais de prospection géomagnétique a été réalisé sur le site de la Sauzaie à Soubise (Charente-Maritime) par Jean-Pierre Pautreau (1976). Ce type de prospection s'est montré particulièrement efficace pour révéler des structures fossoyées en Europe centrale et orientale, en Allemagne (Lück et Eisenreich, 1999 ; Schultze *et al.*, 2008), en Autriche (Eder-Hinterleitner *et al.*, 1996 ; Doneus *et al.*, 1998), République tchèque (Hasek et Kovarnik, 1999 ; Krivánek, 2006), en Hongrie (Salisbury *et al.*, 2013) et en Slovaquie (Nowaczinski *et al.*, 2012). Elle a également été largement employée, mais plus récemment, en Europe occidentale, au Royaume-Uni (Ovenden *et al.*, 2009 ; Gaffney *et al.*, 2012), au Portugal (Márquez

Romero *et al.*, 2011), en Italie (Ciminale et Loddo, 2001 ; Gallo *et al.*, 2009) et en France (Ghesquière *et al.*, 2011 ; Hamon et Hulin, 2011 ; Ard *et al.*, 2015, 2018). Ces études européennes ont montré l'efficacité de la prospection géomagnétique pour cartographier les sites à enceintes fossoyées. Cette méthode est de plus en plus utilisée en France, soit en amont des fouilles programmées pour déterminer l'implantation des sondages archéologiques (Ard, Aoustin *et al.*, 2016a ; Bruniaux *et al.*, 2016 ; Ard *et al.*, 2018), soit *a posteriori* pour compléter des plans de fouille (Ghesquière *et al.*, 2011 ; Hamon et Hulin, 2011 ; Camus *et al.*, 2014 ; Mathé *et al.*, 2012 ; Ard *et al.*, 2015).

Dans le Centre-Ouest de la France depuis le début des années 2010, la prospection géomagnétique est utilisée pour cartographier les enceintes néolithiques, dont la plupart ont été découvertes par photographie aérienne. Outre l'utilisation de cette méthode parallèlement à la fouille pour éclairer et compléter les données de terrain, la cartographie des sites par prospections géomagnétiques est utilisée pour documenter les organisations architecturales des enceintes fossoyées (Ard *et al.*, 2019). Cette documentation a été considérablement enrichie grâce à l'ANR MONUMEN qui a permis de cartographier seize enceintes en 18 mois. Sur la base de cette cartothèque, il est possible d'étudier les apports spécifiques et complémentaires de la cartographie géomagnétique et de la photographie aérienne pour la caractérisation des architectures des enceintes du Centre-Ouest de la France.

Cette étude analyse l'influence de la géologie locale sur la qualité des résultats des photographies aériennes et des cartes des anomalies magnétiques. Elle décrit aussi l'apport de la prospection géomagnétique à la prospection aérienne dans la description de l'architecture des enceintes, des différents types de structures (aménagements d'entrées, tranchées de palissade, trous de poteau...) et discute de la dynamique du signal des fossés en relation avec l'hétérogénéité et la nature des matériaux dans le comblement qui sont rarement visibles sur les photographies aériennes.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Imagerie aérienne

Conditions d'apparition des indices phytologiques

La découverte aérienne des enceintes fossoyées néolithiques repose principalement sur la présence, dans les champs en culture, d'indices phytologiques dont l'apparition est liée aux cycles phénologiques des cultures, principalement de céréales. Ce phénomène de contrastes dans la végétation est majoritairement lié à un stress hydrique qui correspond à une évapotranspiration plus importante que la réserve hydrique du sol. Dans une étude sur les *cropmarks* ⁽¹⁾ en Écosse, Charles Moriarty (Moriarty *et al.*, 2019) montre que les saisons estivales sèches (avec

une moyenne des précipitations plus faible que lors des autres étés) se corrélaient assez bien avec un nombre plus important de nouveaux sites archéologiques découverts par prospection aérienne. Selon la nature du substrat, les propriétés physiques des sols (granulométrie, densité et porosité) et leurs épaisseurs, le stress hydrique sera plus ou moins fort. Il sera, par exemple, plus faible sur les sols de texture argileuse, à cause d'une rétention d'eau plus importante. La disponibilité en eau pour la plante sera plus forte avec un sol de texture fine et d'épaisseur importante. Les structures fossoyées sont des zones où l'épaisseur de sol diffère de l'encaissant en raison de leur creusement et de leur comblement. Suivant la nature lithologique du comblement (sédiments fins, grossiers ou blocs rocheux...), ces structures auront une réserve hydrique et de nutriments différentes de l'encaissant, induisant un retard, plus ou moins important, d'apparition du stress hydrique. Ce retard se matérialisera en photographie aérienne par des contrastes de couleur de la végétation entre les structures archéologiques et leur environnement (Stanjek et Faßbinder, 1995 ; Agapiou *et al.*, 2013, 2016 ; Moriarty *et al.*, 2019).

En raison des nombreux paramètres influençant les indices phytologiques, la prédiction de leurs apparitions est difficile (Stanjek et Faßbinder, 1995). Néanmoins, des études récentes (*e.g.* Agapiou *et al.*, 2013), montrent que la meilleure période d'observation de ces marques, celle qui offre les meilleurs contrastes, correspond à l'épiaison des céréales avec une fenêtre d'observation de 15 jours. Cette étude se fonde sur l'évolution d'un indice de végétation sur une série d'images satellites d'un cycle phénologique complet du blé.

Sources des images aériennes

Les images aériennes sont de deux types : les photographies obliques et les orthophotographies. Les premières sont acquises par des prospecteurs aériens, soit institutionnels (François Didierjean à l'Université Bordeaux-Montaigne et Bertrand Dousteyssier à l'Université Clermont Auvergne), soit non-institutionnels (souvent bénévoles). Suivant les cas, des orthorectifications sont effectuées à l'aide d'un logiciel de photogrammétrie pour redresser les plans des structures. La résolution des photographies obliques dépend du type d'appareil utilisé (photographies numériques ou argentiques pour les plus anciennes), des caractéristiques optiques des appareils et de l'altitude de vol. La résolution des orthophotographies générées à partir de ces clichés est naturellement dépendante de ces paramètres.

La majorité des orthophotographies proviennent des campagnes de couverture photographique nationale réalisées dans le cadre du RGE® (Référentiel à Grande Échelle) par l'IGN (Institut national de l'information géographique et forestière). Ces orthophotographies sont réalisées tous les quatre à cinq ans. Elles sont indépendantes des conditions optimales d'observation des indices phytologiques et elles sont regroupées dans la BD ORTHO® et l'ORTHO HR® (consultables sur le service

en ligne Géoportail). Les orthophotographies de la BD ORTHO® ont une résolution spatiale de 0,5 m, celles de l'ORTHO HR® une résolution de 0,2 m. D'autres sources d'orthophotographies sont disponibles en accès libre sur Google Earth.

La dernière source d'images aériennes est le corpus des photographies historiques de l'IGN. Ces couvertures du territoire réalisées après la Seconde Guerre mondiale sont disponibles en libre accès auprès de l'IGN et consultables sur le service en ligne Géoportail. Ces photographies historiques permettent de remonter, quand la résolution est suffisante, à des premiers cas d'apparition de contrastes dans la végétation et permettent d'avoir des images dans des conditions pédoclimatiques plus variées.

Prospections géomagnétiques

Les prospections géomagnétiques sur les enceintes fossoyées ont été réalisées soit avec un gradiomètre fluxgate, soit avec des magnétomètres en champ total et dans certains cas suivant les deux protocoles. Le gradiomètre est un FEREX (*Foerster Institut*) composé de quatre capteurs de type *fluxgate* mesurant le gradient de la composante verticale du champ magnétique total. Ces capteurs sont disposés en ligne et espacés de 0,5 m les uns des autres. Ils possèdent une sensibilité de 0,3 nT (référence constructeur). L'échantillonnage des mesures est programmé à 10 mesures/m dans le sens des profils (chaque profil est espacé de 0,5 m), soit 20 mesures/m². Ceci permet de détecter des structures de petites dimensions dont les anomalies magnétiques mesurent seulement quelques décimètres, comme les trous de poteau (Ard *et al.*, 2015 et 2018). Les prospections magnétiques en champ total ont été réalisées avec deux magnétomètres à pompage optique. Le premier est un magnétomètre G-858 (*Geometrics*) composé de deux capteurs à vapeur de césium disposés horizontalement et espacés de 0,5 m. Ces capteurs possèdent un niveau de bruit de 0,1 nT à 10 Hz (Mathé *et al.*, 2006) et la fréquence d'acquisition est de 10 Hz. Le second est un magnétomètre GSMP-35G (*GEM System*) avec deux capteurs à vapeur de potassium disposés horizontalement et espacés de 0,5 m. La sensibilité est de 0,3 pT/√Hz (référence constructeur) et la fréquence d'acquisition est de 20 Hz. Le positionnement des mesures magnétiques est effectué soit par une station totale (Bruniaux *et al.*, 2017), soit par un GNSS ⁽²⁾ (uniquement pour le GSMP-35G) avec précision absolue de 0,7 m. Suivant le protocole en champ total utilisé, la résolution spatiale est comprise entre 20 et 60 points/m². Les variations diurnes du champ magnétique terrestre sont ensuite retirées par une fonction polynomiale pour obtenir les cartes des anomalies magnétiques de la subsurface. Ces dernières sont ensuite réduites au pôle pour recentrer les anomalies par rapport à leurs sources (Baranov et Naudy, 1964). Pour les prospections menées dans le cadre de l'ANR MONUMEN, elles ont été réalisées avec le gradiomètre FEREX (*Foerster Institut*) ou le GSMP-35G (*GEM System*).

Les anomalies magnétiques associées à des structures creusées sont produites par un contraste d'aimantation entre la structure et son encaissant (substrat géologique). Ce contraste d'aimantation dépend des propriétés magnétiques du comblement. Les structures fossoyées sont en effet pour partie comblées par des apports des sols avoisinants, très souvent plus magnétiques que le substrat (Le Borgne, 1955). Elles bénéficient également de l'apport modéré en déchets organiques dû aux activités anthropiques qui entraîne une fermentation bactériologique de la matière organique qui modifie les conditions d'oxydo-réduction du milieu et favorise l'apparition d'oxydes de fer (Faßbinder *et al.*, 1990 ; Faßbinder et Stanjek, 1993 ; Linford, 2004 ; Glaser et Birk, 2012). De surcroît, les rejets de foyers (matériaux brûlés) et d'argiles cuites (céramiques) participe à l'augmentation du contraste d'aimantation entre une structure creusée et son encaissant (Ard *et al.*, 2015).

RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

La figure 1 présente les 311 ⁽³⁾ enceintes néolithiques actuellement connues (jusqu'en 2020) dans le Centre-Ouest de la France. La grande majorité des enceintes (252) a été découverte par prospections aériennes et 25 d'entre elles ont été prospectées par des méthodes géophysiques, la plupart par des méthodes géomagnétiques. La majorité des enceintes est implantée sur les formations carbonatées du Bassin aquitain et du Bassin parisien. Moins d'enceintes sont référencées sur les formations métamorphiques et magmatiques du Massif armoricain. Ces formations sont moins favorables à l'apparition des indices phytologiques car la réserve hydrique des substrats métamorphiques et magmatiques est plus importante que celle des substrats calcaires. Le nombre moindre d'enceintes dans le Massif armoricain semble être plus liée à un biais d'observation.

Influence de la géologie locale

Les enceintes du Centre-Ouest sont principalement positionnées sur des hauteurs (plateau, butte, éperon...) dominant soit des vallées de rivières et de fleuves (Charente, Sèvre Niortaise, Vienne...), soit des paléovallées occupées par des marais littoraux (Marais poitevin, marais de Rochefort et de Brouage ; fig. 1). La majorité des enceintes connues dans la zone d'étude sont implantées sur les formations calcaires du Jurassique et du Crétacé. Suivant la position géographique et l'étage géologique, la lithologie du substrat calcaire varie : marnes, calcaires argileux, calcaires bioclastiques, calcaires fins, etc. Dans la zone d'étude, les formations superficielles d'altération développées sur ces substrats (argiles à silex, argiles de décalcification...) sont peu renseignées sur les cartes géologiques au 50000^e. Elles sont peu développées ou érodées (érosion naturelle ou travail du sol par l'agriculture) sur les sites prospectés dans cette étude. Ces

formations superficielles sont parfois mentionnées dans les publications des résultats des fouilles, comme pour l'enceinte néolithique des Loups à Échiré (Deux-Sèvres) où les altérites (argiles de décalcification) ont une épaisseur inférieure à 0,5 m et sont présentes très localement sous forme de poches (Burnez *et al.*, 1996). Pour conserver une vision synthétique, ces formations d'altération ne seront pas prises en compte dans ce travail, les informations étant trop éparées.

Certaines enceintes sont implantées sur d'anciennes terrasses alluviales ou en bordure de plaines alluviales. Dans ce cas, les faciès sédimentaires sont dominés par des graviers et des sables. Dans le Massif armoricain, les faciès sont métamorphiques avec des schistes et des faciès de roches magmatiques.

L'influence de la géologie locale se manifeste par la visibilité des indices phytologiques associés aux fossés (photographie aérienne) et par le contraste d'aimantation de ceux-ci avec leur encaissant (prospection géomagnétique). La capacité de détection des fossés par la photographie aérienne et par la prospection géomagnétique en fonction du substrat géologique a fait l'objet d'une synthèse : le nombre de segments de fossé visibles sur l'ensemble des photographies aériennes disponibles pour un site a été décompté et comparé au nombre de segments visibles sur la carte des anomalies magnétiques du même site. Les résultats de ces comptages sont présentés sur le tableau 1 et dix-huit enceintes ont été analysées pour effectuer cette synthèse.

Sur ce tableau (tabl. 1), les informations géologiques sur les substrats sont extraites des cartes géologiques au 50000^e du BRGM (Bourgueil *et al.*, 1972 ; Cariou *et al.*, 1973, 1983 ; Hantzpergue *et al.*, 1984 ; Bourgueil *et al.*, 1986 ; Legendre *et al.*, 1989 ; Joubert *et al.*, 2000). Pour synthétiser les différentes nuances des roches sédimentaires, cinq classes ont été créées : les calcaires (calcaires fins, bioclastiques, biodétritiques, noduleux et oolithiques), les calcaires argileux, les marnes, les alluvions anciennes (principalement des sables et graviers) et les faciès schisteux.

Suivant les faciès des substrats, l'évolution pédogénétique varie et les sols sont de natures différentes. Ils montrent des différences de texture, de minéralogie des argiles héritées et néoformées, de porosité, d'épaisseurs et de capacité de rétention d'eau, ce qui a un fort impact sur la végétation et, par extrapolation, sur l'apparition des indices phytologiques. Les familles de sols de chaque site proviennent de la carte des sols de l'IGN disponible sur le *Géoportail* (Messant *et al.*, 2019). Dans le tableau 1, les enceintes implantées sur les substrats calcaires sont associées principalement à des rendosols et des rendisols. Ces sols sont peu épais (moins de 0,35 cm) à textures limono-argileuses à limono-sableuses suivant les sites, très séchants et très perméables. Pour les enceintes sur des substrats de calcaires argileux et marneux, les familles de sol correspondent à des calcosols et des calcisols. Ils sont moyennement épais (plus de 0,35 cm) à textures argileuses à limono-argileuses suivant les sites, séchants et perméables. Pour les sites sur des alluvions

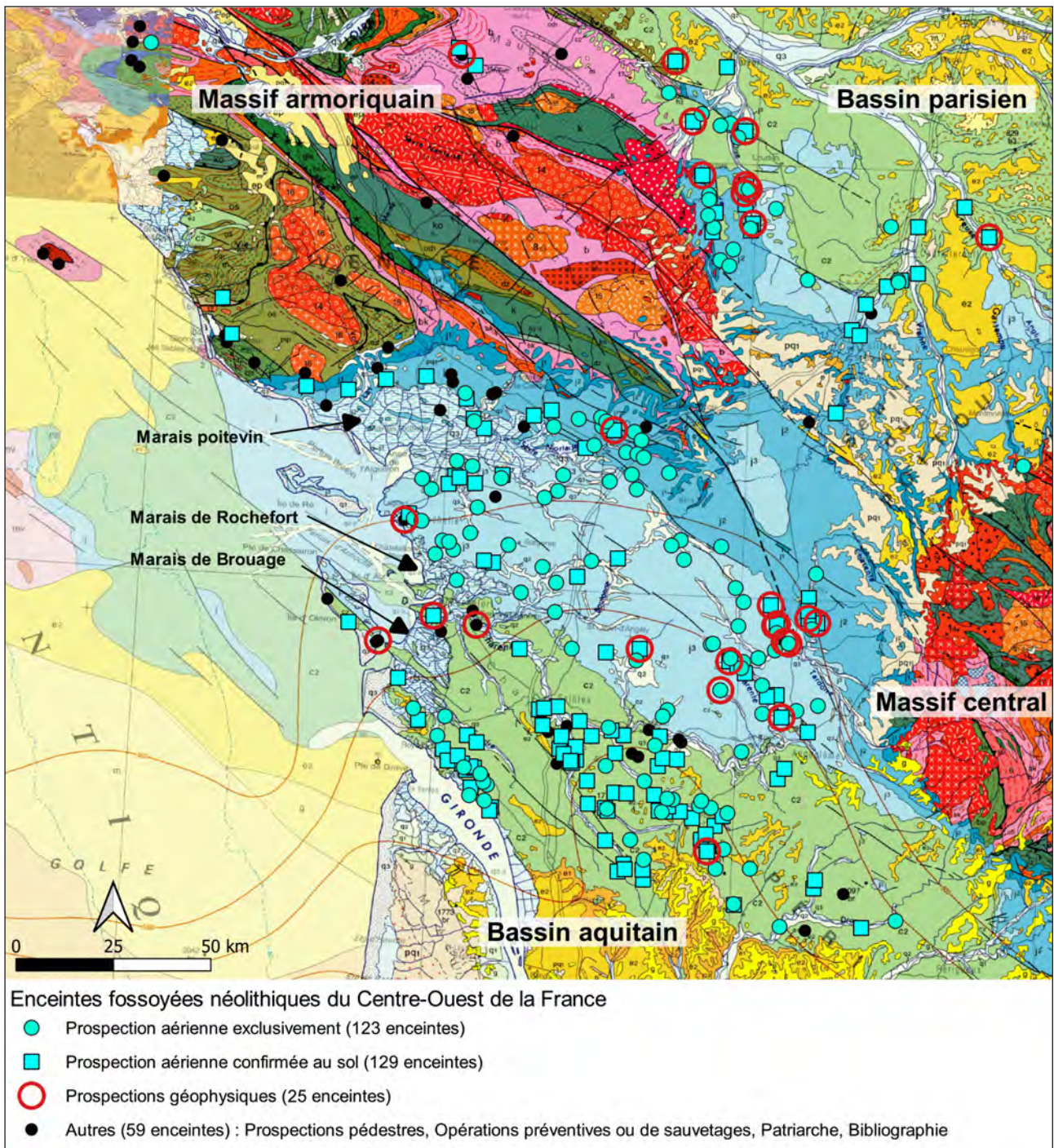


Fig. 1 – Carte géologique de la France au millionième (BRGM© ; IGN©). Localisation des sites à enceintes fossoyées du Centre-Ouest de la France. Les sites sont issus de la base de données Patriarche et vérifiés par Victor Legrand.

Fig. 1 – Geological map of France to the millionth (BRGM©; IGN©). Location of sites with causewayed enclosures in Central-Western France. The sites are imported from the Patriarche database and verified by Victor Legrand.

anciennes, ce sont des fluvisols et sur les faciès schisteux des brunisols.

Un exemple de comptage de segments de fossés est illustré avec deux sites : l'enceinte du Pontet à Saint-Nazaire-sur-Charente (Charente-Maritime ; tabl. 1, n° 10 ; fig. 2) et l'enceinte de la Vieille Garenne à Courcôme (Charente ; tabl. 1, n° 7 ; fig. 3). Chaque segment de fossé y est individualisé sur la photographie aérienne et sur la carte des anomalies magnétiques pour ces deux exemples (fig. 2 et 3).

L'enceinte du Pontet est implantée sur des calcaires fins du Crétacé supérieur (Turonien). Les indices phyto-graphiques de l'orthophotographie sont très proches du plan des fossés cartographié par méthode géomagnétique et les pinces de crabe sont visibles sur les deux sources (fig. 2). Néanmoins, la carte des anomalies magnétiques décompte plus de segments de fossé que l'orthophotographie. L'enceinte de la Vieille Garenne est implantée sur des calcaires argileux avec une intercalation de niveaux marneux du Jurassique supérieur (Oxfordien).

N°	Commune	Lieu-dit	Dépt.	Classe géologique	Famille de sol	Nombre segments de fossés sur les images aériennes	Nombre segments de fossés sur les cartes des anomalies magnétiques	Gain	Années d'images aériennes utilisées pour compter les segments de fossés
									(inventeur)
1	Chenomet	Bellevue	16	Calcaires	Rendisol	6	13	0,54	(S. Cassen) - 2009
2	Rouillac	Montauban	16	Calcaires	Rendosol	2	4	0,5	(P. Joy) - 2008, 2011
3	Charmé	Le Peu	16	Calcaires argileux	Calcosol	6	9	0,33	(E. Bouchet) - 2011
4	Balzac	Les Coteaux de Coursac	16	Calcaires	Rendosol	46	57	0,19	(J. Dassié) - 1999, 2010, 2011
5	Luxé	La Folatière	16	Calcaires argileux	Calcosol	0	11	1	(F. Lüth) - x
6	Charmé	L'Avenaude	16	Calcaires argileux	Calcosol	0	7	1	(F. Lüth) - x
7	Courcôme	La Vieille Garenne	16	Marnes/calcaires argileux	Calcisol	11	31	0,65	(J. Gomez de Soto) - 2017
8	Saint-Groux	Le Perradet	16	Alluvions anciennes	Rendisol/Fluvisol	5	13	0,62	(J. Dassié) - 2017
9	Bonneville	Bras-Melon	16	Alluvions anciennes	Fluvisol	15	6	-0,6	(J. Dassié) - 2011
10	Saint-Nazaire-sur-Charente	Le Pontet	17	Calcaires	Rendosol	23	32	0,28	(E. Bouchet) - 2006
11	Saint-Hippolyte	La Garenne	17	Calcaires argileux	Calcosol	0	7	1	(P. Burgaud) - x
12	Blanzac-lès-Matha	Fief Conteau	17	Calcaires argileux	Calcosol	7	19	0,63	(J. Dassié) - année ?, 1996
13	Beaupréau	Moulin Neuf	49	Schistes	Brunisol	16	39	0,59	(G. Leroux) - 1994, 1999
14	Thouars	Fertevault	79	Marnes/calcaires	Calcosol	3	7	0,57	(L.-M. Champême) - 1999, 2001
15	Saint-Laon	Aigré	86	Calcaires	Rendosol	7	8	0,13	(A. Ollivier) - 1965, 1999, 2009
16	Échiré	Les Loups	79	Calcaires	Rendosol	14	17	0,18	(M. Marsac) - 1980, 2014
17	Brie	Grosse Borne	86	Calcaires	Calcosol	4	6	0,33	(L.-M. Champême) - 2011
18	St.-Léger-de-Montbrillais	La Mangeoie	86	Marnes/calcaires	Calcisol	7	17	0,59	(F. Renard) - 2011, 2014

Tabl. 1 – Tableau regroupant l'ensemble des enceintes néolithiques prospectées par méthode géomagnétique pour réaliser cette étude. Les décomptes de segments de fossés identifiés sur les images aériennes (avec les années des clichés utilisés) et les prospections géomagnétiques sont détaillés pour chaque site ainsi que le gain.

Table 1 – Table of all Neolithic enclosures surveyed by geomagnetic methods for this study. Ditch segments identified on aerial images were counted (with the years of the shots used) and geomagnetic surveys are detailed for each site.

L'architecture globale donnée par la photographie oblique est assez proche de celle de la carte fournie par la géophysique (fig. 3a). Cependant, des segments de fossés sont plus longs sur la carte des anomalies magnétiques que sur la photographie aérienne (notamment les fossés 2 et 3). De plus, les pinces de crabe ne sont pas visibles sur le cliché, tout comme plusieurs segments de fossé, en particulier les plus au sud. Ces derniers sont localisés sur un niveau de marnes (zone plus sombre sur la photographie aérienne et zone plus magnétique sur la carte des anomalies magnétiques). Sur le site de la Vieille Garenne, les fossés sont plus visibles sur les calcaires argileux. Cette différence montre une influence de la géologie locale sur la présence des indices phytologiques des fossés.

Pour quantifier la complémentarité et l'apport respectif de la prospection géomagnétique et de la pho-

tographie aérienne, un indice est calculé pour chaque enceinte. Cet indice correspond au gain du nombre de segments de fossés décomptés sur les cartes des anomalies magnétiques par rapport aux clichés aériens pour chaque enceinte (tableau 1). L'utilisation des segments de fossés comme objets de comparaison a été choisi car ils sont visibles et facilement associables entre les deux méthodes. La présence de palissades, d'aménagements d'entrée et de trous de poteau n'est pas prise en compte pour comparaison mais sera discutée plus en détails par la suite. Le gain de chaque enceinte est déterminé par cette équation :

$$\text{gain} = F_m - F_a F_{\text{max}}$$

Avec :

F_m : nombre de segments de fossés décomptés sur une carte des anomalies magnétiques d'une enceinte ;

Enceinte du Pontet (Saint-Nazaire-sur-Charente, Charente-Maritime)

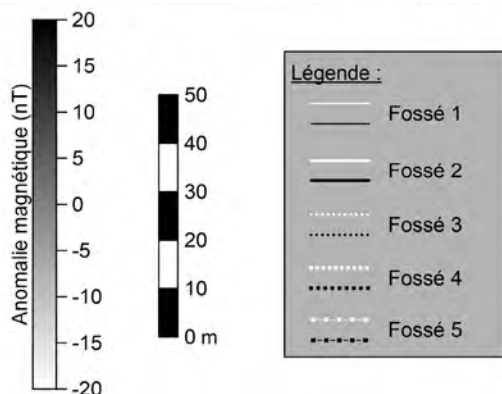
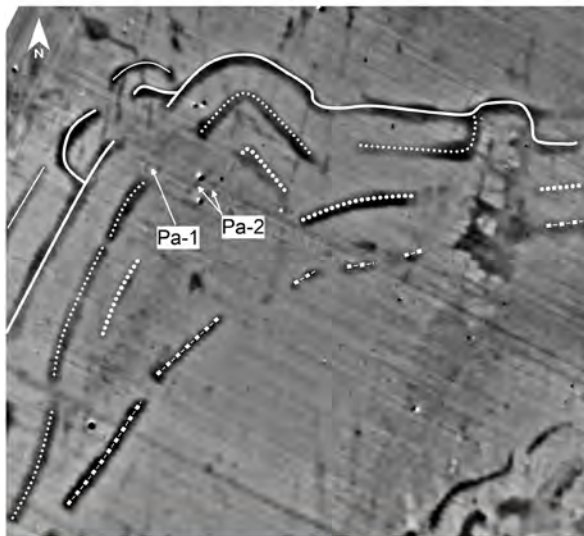


Fig. 2 – Le Pontet à Saint-Nazaire-sur-Charente (Charente-Maritime). Segments de fossés détectés sur la carte des anomalies magnétiques réduites au pôle (prospection géomagnétique réalisée en 2015 : G. Bruniaux, V. Mathé, F. Lévêque, A. Camus) et sur la photographie aérienne de 2006. « Pa-1 » et « Pa-2 » sont des tranchées de palissade.

Fig. 2 – Le Pontet at Saint-Nazaire-sur-Charente (Charente-Maritime). Ditch segments detected on the map of reduced magnetic anomalies (geomagnetic survey carried out in 2015: G. Bruniaux, V. Mathé, F. Lévêque, A. Camus) and on the aerial photo of 2006. "Pa-1" and "Pa-2" are palisade trenches.

F_a : nombre de segments de fossés décomptés sur les photographies aériennes d'une enceinte ;

F_{max} : nombre maximum de segments de fossés décomptés d'une enceinte (photographie aérienne et carte des anomalies magnétiques confondues).

Le gain est une valeur comprise entre -1 et $+1$. Quand il est positif, la prospection géomagnétique apporte des compléments d'information sur l'architecture de l'enceinte par rapport à la photographie aérienne (gain pour la prospection géomagnétique). Pour un gain négatif, la prospection géophysique n'apporte pas de complément d'information sur l'architecture de l'enceinte (gain pour la prospection aérienne). Plus le gain est proche de zéro, plus l'architecture de l'enceinte est similaire sur les deux sources.

Le gain a été reporté sur la figure 4. Ce graphique montre la répartition du gain de chaque enceinte en fonction de la lithologie du substrat, du type de sols et du nombre maximum de segments de fossé identifiés. De manière générale, le gain est favorable à la prospection géomagnétique (gain positif), hormis pour le site du Bras-Melon à Bonneville (Charente ; fig. 4, n° 9) où le gain est favorable à la prospection aérienne (gain négatif).

À partir de ce graphique, il est possible d'identifier trois ensembles suivant les valeurs du gain et la lithologie du substrat. Le premier ensemble correspond aux enceintes implantées sur les calcaires (classe 1), le second ensemble concerne les enceintes sur des substrats de calcaires argileux, marneux et métamorphiques (classe 2, 3 et 5) et le troisième ensemble regroupe les enceintes établies sur les alluvions anciennes (classe 4).

Pour le premier ensemble (enceintes implantées sur des substrats calcaires ; fig. 4, classe 1), les photographies aériennes montrent que les indices phytographiques des fossés sont très proches de l'architecture documentée par la géophysique. En effet, le gain est inférieur à 0,5 et indique que plus de la moitié des segments de fossé est visible sur les clichés (décomptes cumulés de tous les clichés disponibles pour un site) par rapport aux segments de fossé décomptés sur les cartes des anomalies magnétiques. Sur ce type de substrat, l'imagerie aérienne est efficace pour décrire l'architecture globale de l'enceinte, comme le montre le site du Pontet à Saint-Nazaire-sur-Charente (fig. 4, n° 10 ; fig. 2). Sur ces calcaires, les sols sont de la famille des rendisols et des rendosols (fig. 4). Ces sols sont peu profonds, très séchants et très perméables et les fossés jouent très bien leurs rôles de réserve hydrique avec des indices phytologiques bien contrastés. De plus, ces sols présentent aussi un fort contraste d'aimantation avec leurs roches mères qui sont peu ou pas magnétiques. Sur ces substrats et ces sols, la prospection géomagnétique offre une restitution plus précise des plans architecturaux des enceintes grâce à la détection de structures fossoyées de plus petites dimensions (aménagements des entrées, tranchées de palissade, etc. ; fig. 2).

Le second ensemble décrit les enceintes implantées sur des substrats de calcaires argileux (fig. 4, classe 2) et marneux (classe 3). Le gain est compris entre 0,33 et 0,66. Les enceintes sur les substrats de calcaires argileux

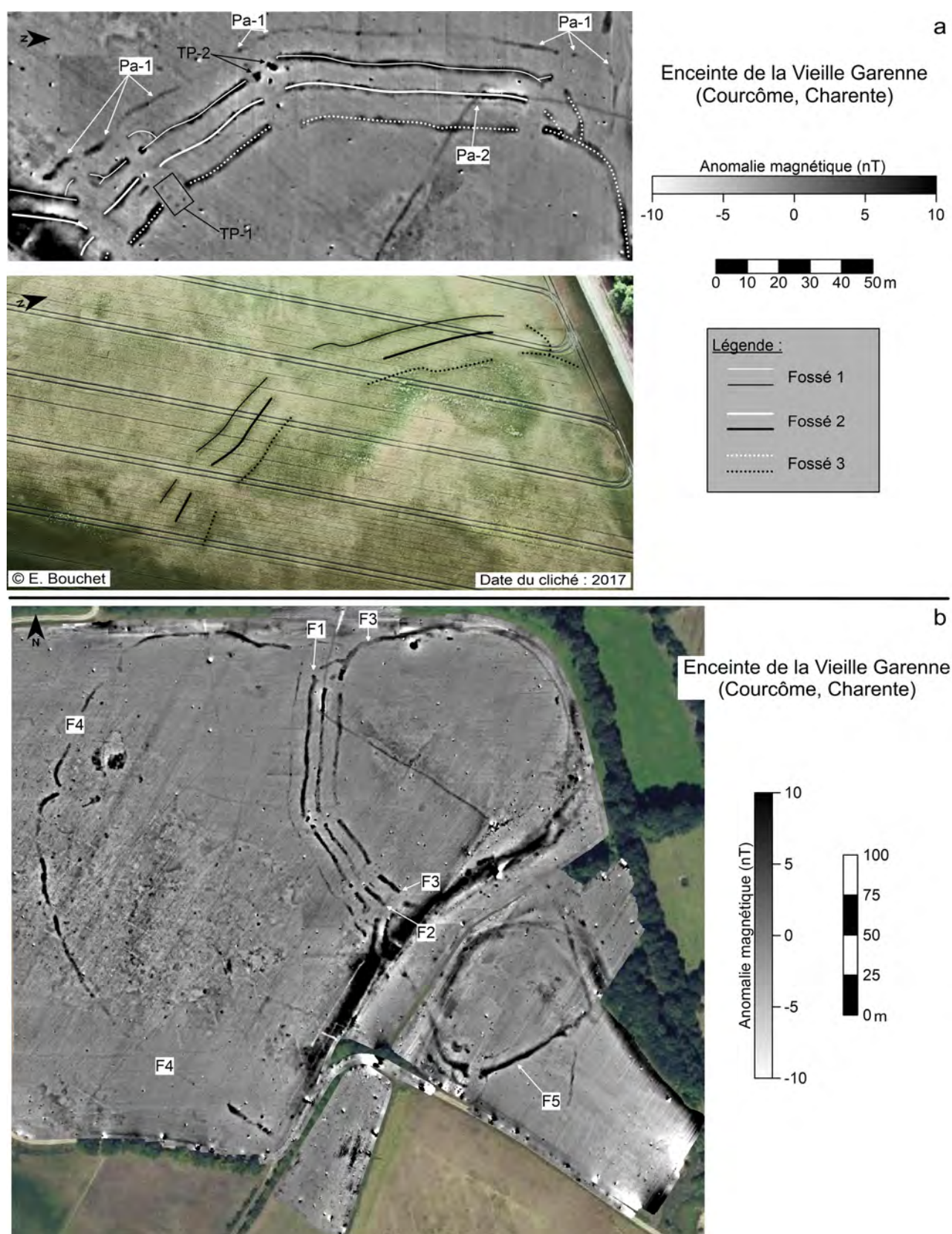


Fig. 3 – La Vieille Garenne à Courcôme (Charente) : **a**, segments de fossés détectés sur un extrait de la carte des anomalies magnétiques réduites au pôle (prospection géomagnétique réalisée en 2019 : G. Bruniaux, V. Legrand) et sur la photographie aérienne de 2017. « Pa-1 » et « Pa-2 » sont des tranchées de palissade et « TP-1 » et « TP-2 » des trous de poteau aménageant les entrées ; **b**, carte des anomalies magnétiques de l'enceinte de la Vieille Garenne dans son intégralité et localisation de ces cinq fossés discontinus.

Fig. 3 – La Vieille Garenne at Courcôme (Charente): **a**, ditch segments detected on the map of reduced magnetic anomalies (geomagnetic survey carried out in 2019: G. Bruniaux, V. Legrand) and on the 2017 aerial photograph. "Pa-1" and "Pa-2" are palisade trenches and "TP-1" and "TP-2" are postholes at the entrances; **b**, magnetic anomaly map of the entire Vieille Garenne enclosure and location of the five discontinuous ditches.

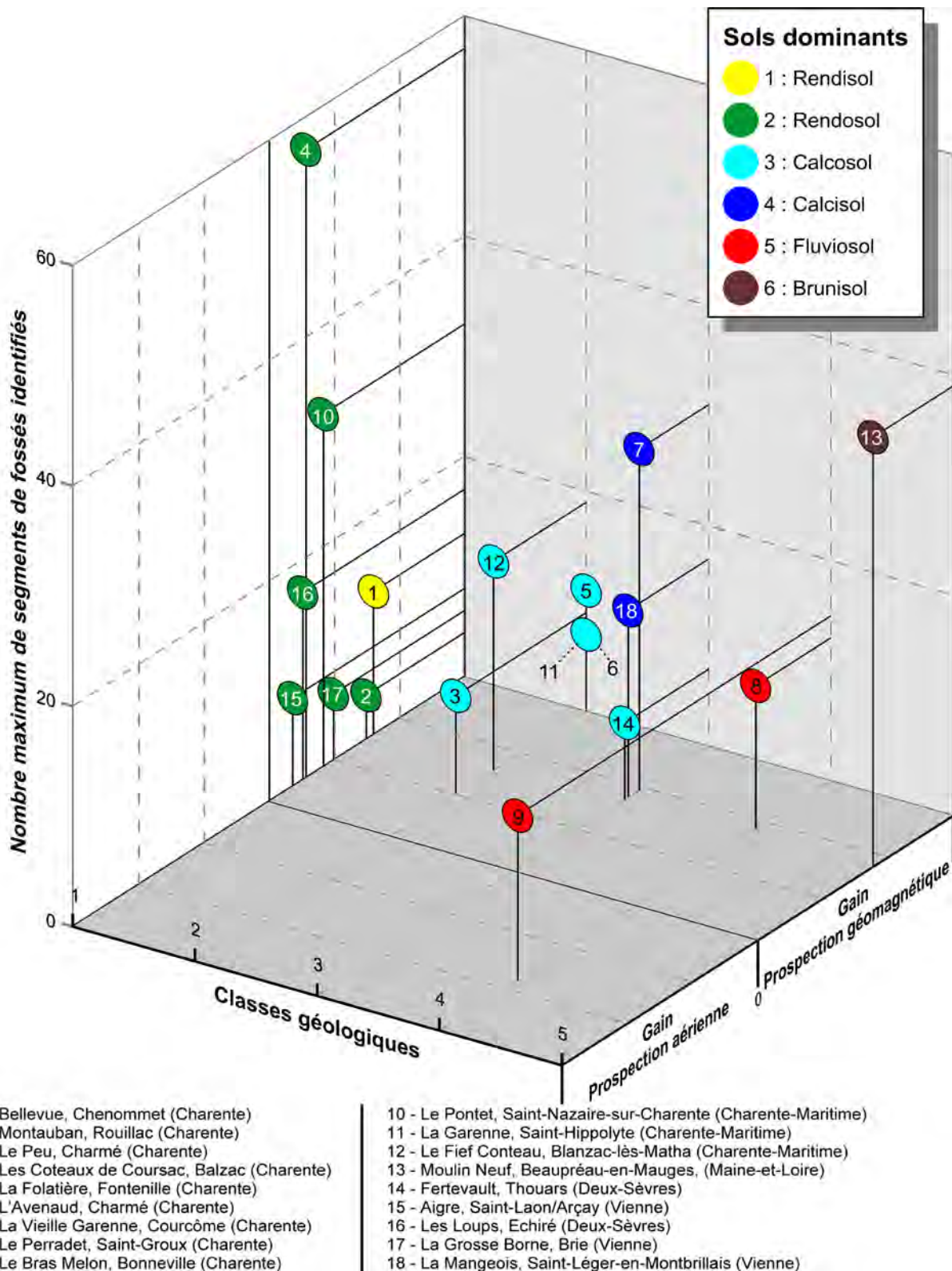


Fig. 4 – Graphique illustrant la répartition du gain en fonction des classes géologiques et du nombre maximum de segments de fossés identifiés sur les photographies aériennes et les cartes des anomalies magnétiques. Le code couleur correspond aux familles de sols associées aux différents sites et extrait de la carte des sols (Messant *et al.*, 2019). Le gain est un indice pour estimer l'apport de la prospection géomagnétique à l'imagerie aérienne en termes de détection des segments de fossés d'une enceinte. Classes géologiques : 1, calcaires ; 2, calcaires argileux ; 3, marnes ; 4, alluvions anciennes ; 5, schistes.

Fig. 4 – Graph illustrating the distribution of gain according to geological classes and the maximum number of ditch segments identified on the aerial photographs and magnetic anomaly maps. The colour code corresponds to soil families found on the different sites and extracted from the soil map (Messant *et al.*, 2019). The gain is an index for estimating the contribution of geomagnetic prospecting to aerial imagery in terms of detecting ditch segments in an enclosure. Geological classes: 1, limestone; 2, clayey limestone; 3, marl; 4, ancient alluvium; 5, schist.

Enceinte du Fief Conteau à Blanzac-lès-Matha (Charente-Maritime)



Fig. 5 – Le Fief Conteau à Blanzac-lès-Matha (Charente-Maritime). Photographie aérienne prise par Jacques Dassié. Carte des anomalies magnétiques de l'enceinte fossoyée (prospection géomagnétique réalisée en 2019 : G. Bruniaux, V. Legrand).

Fig. 5 – The Fief Conteau at Blanzac-lès-Matha (Charente-Maritime). Aerial photo taken by Jacques Dassié. Map of the magnetic anomalies of the causewayed enclosure (geomagnetic prospection carried out in 2019: G. Bruniaux, V. Legrand).

se rapprochent du gain de celles sur les substrats calcaires. Sur ce second ensemble, les sols sont associés à la famille des calcosols et des calcisols. Ils sont plus profonds, plus riches en argiles et moins séchant que les précédents. La réserve hydrique des sols y est légèrement plus importante et les contrastes des indices phytologiques sont moins marqués. Le gain des enceintes sur ces types de substrats et de sols plus argileux indique que les photographies

aériennes n'identifient que les deux tiers des segments de fossés par rapport à ceux mis en évidence sur les cartes des anomalies magnétiques. À noter que trois enceintes implantées sur des calcaires argileux n'ont jamais été repérées par prospection aérienne : la Folatière⁽⁴⁾ à Fontenille (Charente ; fig. 4, n° 5), l'Avenaude⁽⁴⁾ à Charmé (Charente ; fig. 4, n° 6) et la Garenne⁽⁵⁾ à Saint-Hippolyte (Charente-Maritime ; fig. 4, n° 11). Cette moindre capacité de la prospection aérienne à détecter les fossés creusés dans de tels substrats s'exprime différemment suivant les sites, comme l'illustrent les exemples suivants :

- sur l'enceinte du Fief Conteau à Blanzac-lès-Matha (fig. 4, n° 12), le plan global est visible sur la photographie aérienne, mais une grande partie des interruptions et des entrées ne sont pas identifiables (fig. 5) ;

- sur l'enceinte du Peu à Charmé (fig. 4, n° 3), implantée sur un petit promontoire en tête de vallon dont les bas de versants sont bordés par des anciens marais, seul le fossé en position sommitale n'est pas visible sur la photographie aérienne (fig. 6). Néanmoins, les indices phytologiques du site sont précis, avec la mise en évidence de pinces de crabe, d'interruptions des fossés et d'une palissade, uniquement visible sur les versants. Sur la carte des anomalies magnétiques, c'est l'inverse : le fossé, la palissade et les pinces de crabe sont clairement visibles sur la partie sommitale du site et le signal des structures fossoyées s'atténue vers les bas de versants à cause de sols hydromorphes à l'approche de l'ancien marais (Ard, Aoustin *et al.*, 2016b), impliquant un faible contraste d'aimantation entre les sols et l'encaissant, l'hydromorphie atténuant l'enrichissement magnétique pédogénétique ;

- sur l'enceinte de la Vieille Garenne à Courcôme (fig. 4, n° 7), une grande partie du site n'apparaît pas sur la photographie aérienne (fig. 3b). Seuls les fossés F1 à F3 sont visibles sur le cliché alors que deux autres ensembles fossoyés, F4 et F5, ont été mis en évidence par la prospection géomagnétique, accroissant fortement l'emprise du site.

Dans les deux premiers exemples, la photographie aérienne est pertinente et se rapproche du plan de l'enceinte cartographiée par méthode géomagnétique ; seule une partie des entrées et des interruptions n'est pas identifiée. Dans le troisième exemple, hormis le fait qu'elle a permis la découverte du site, la photographie est peu pertinente car elle en sous-estime l'emprise totale du site et ne permet pas de décrire le plan complet de l'enceinte.

Sur les substrats schisteux, le gain semble comparable à celui des substrats marneux. Néanmoins, il est difficile de généraliser ce résultat puisque, dans nos échantillons d'enceintes, seule l'enceinte du Moulin-Neuf à Beau-préau (Maine-et-Loire ; fig. 4 n° 13) a fait l'objet d'une prospection géomagnétique.

Sur le graphique de la figure 4, on constate que la qualité des indices phytologiques pour décrire l'architecture des enceintes dépend du substrat et des types de sol. Ceci reste toutefois une approximation, car l'apparition de ces contrastes est régie par d'autres facteurs tels que la présence de formations superficielles ou d'altérites (argiles

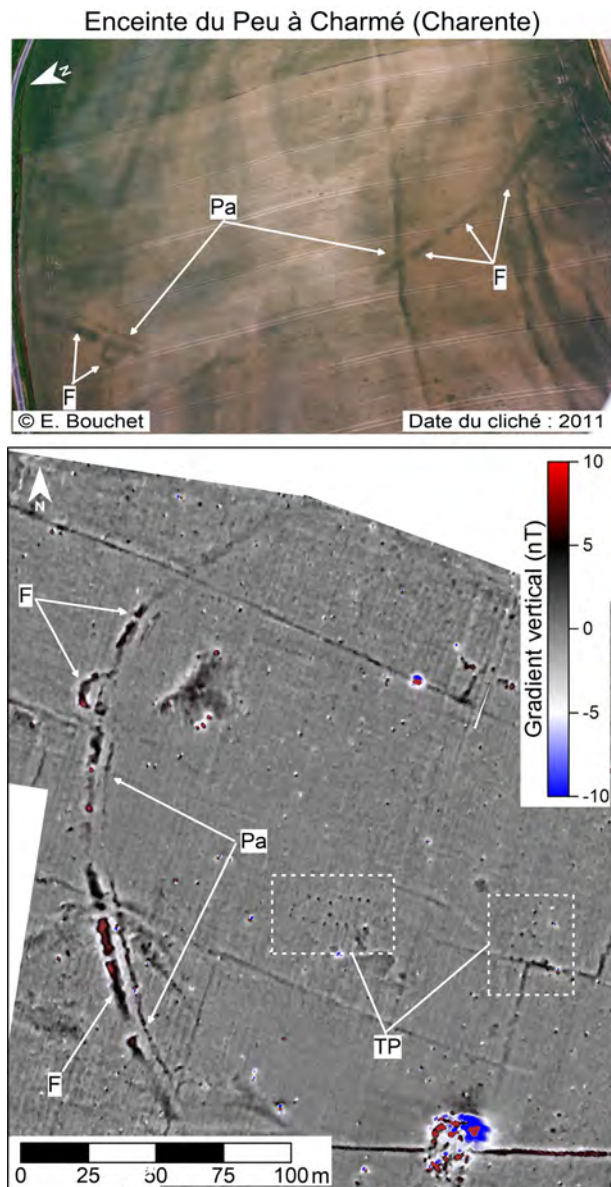


Fig. 6 – Le Peu à Charmé (Charente). Photographie aérienne de l'enceinte fossoyée prise en 2011 par Éric Bouchet. Carte des anomalies magnétiques de l'enceinte fossoyée (prospection géomagnétique réalisée en 2013 : V. Mathé, V. Legrand, G. Bruniaux). « F » est le fossé discontinu, « Pa » est la palissade et « TP » correspond aux trous de poteau associés à plusieurs bâtiments.

Fig. 6 – Le Peu at Charmé (Charente). Aerial photo of the causewayed enclosure taken in 2011 by Éric Bouchet. Map of the magnetic anomalies of the causewayed enclosure (geomagnetic survey carried out in 2013 : V. Mathé, V. Legrand, G. Bruniaux). "F" is the discontinuous ditch, "Pa" is the palisade and "TP" corresponds to the postholes associated with several buildings.

à silex, argiles de décalcification...), le contexte pédoclimatique et le type de couverture végétale. Néanmoins, il permet de donner une réalité à la disparité de la qualité des indices phytologiques suivant la nature lithologique du substrat et des types de sols. Ce graphique offre une estimation rapide des lacunes de la photographie aérienne sur l'architecture d'une enceinte, simplement grâce à la connaissance de la géologie de surface, information four-



Fig. 7 – Bras Melon à Bonneville (Charente). Photographie aérienne de l'enceinte fossoyée prise en 2011 par Éric Bouchet. Carte des anomalies magnétiques de l'enceinte fossoyée (prospection géomagnétique réalisée en 2018 : G. Bruniaux ; V. Legrand). « F » sont les fossés discontinus.

Fig. 7 – Bras Melon at Bonneville (Charente). Aerial photo of the causewayed enclosure taken in 2011 by Éric Bouchet. Map of the magnetic anomalies of the causewayed enclosure (geomagnetic survey carried out in 2018 : G. Bruniaux ; V. Legrand). "F" are the discontinuous ditches.

nie par les cartes géologiques. De manière générale, les substrats calcaires sont les plus à même de fournir des contrastes de végétation proches des plans des fossés relevés à la fouille comme l'ont montré plusieurs études (Joussaume, 1999 ; Burnez et Louboutin, 2002 ; Ard *et al.*, 2015). En revanche, plus les substrats sont argileux, moins les indices phytologiques sont révélateurs de cette architecture. Cette différence s'explique par une rétention d'eau plus importante dans les sols développés sur des roches-mères plus argileuses, impliquant, pour les zones non fossoyées, un stress hydrique moins fort que dans des sols développés sur des roches plus calcaires. En effet, sur les substrats argileux, la végétation présente au-dessus des zones fossoyées ne réagit guère différemment de celle située directement au-dessus du substrat, l'argile ayant un important pouvoir de rétention d'eau, et les clichés aériens présentent donc des structures incomplètes.

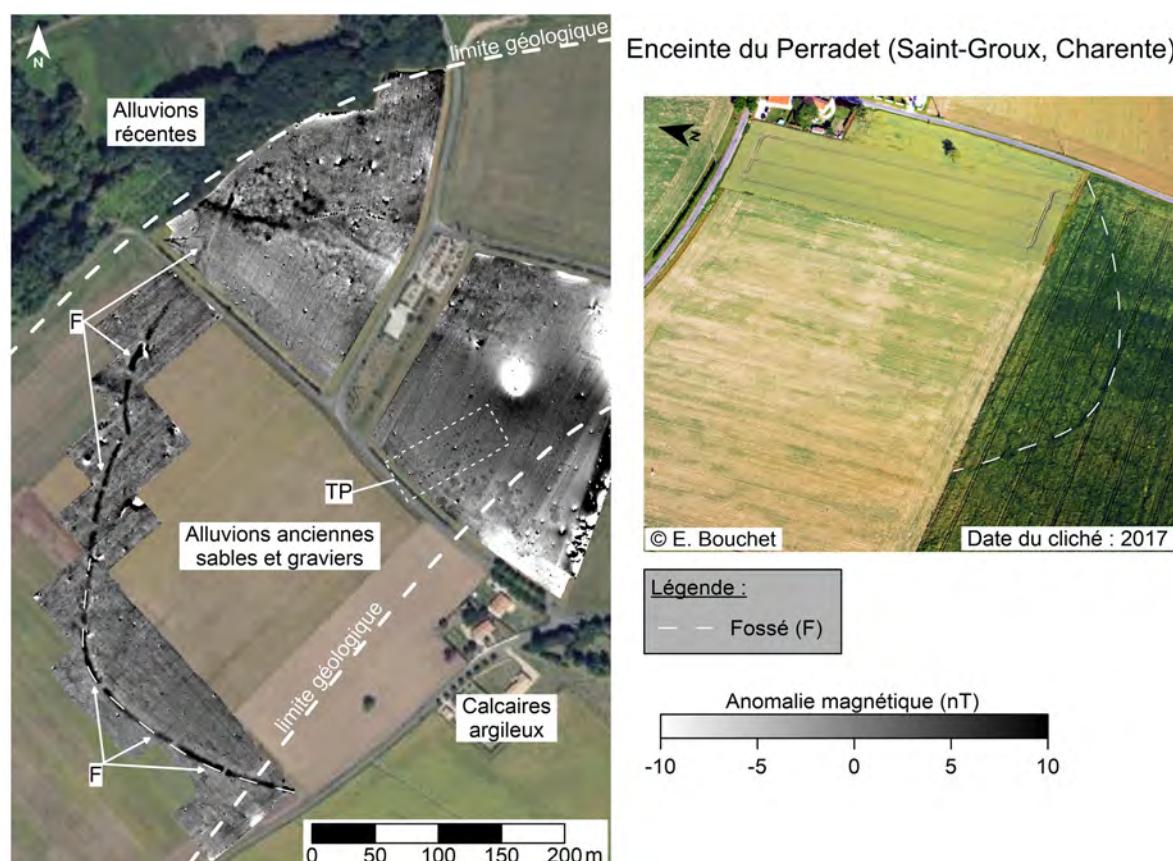


Fig. 8 – Le Perradet à Saint-Groux (Charente). Carte des anomalies magnétiques (prospection géomagnétique réalisée en 2019 : G. Bruniaux, V. Legrand). Photographie aérienne de l'enceinte dont le substrat est composé par des alluvions anciennes. « F » est le fossé de l'enceinte, « TP » sont les trous de poteau à l'intérieur de l'enceinte pouvant être associée à plusieurs bâtiments.

Fig. 8 – Le Perradet at Saint-Groux (Charente). Map of reduced magnetic anomalies to the pole (geomagnetic survey carried out in 2019: G. Bruniaux, V. Legrand). Aerial photo of the enclosure whose substratum is composed of ancient alluvium. "F" is the enclosure ditch, "TP" are the postholes inside the enclosure which can be associated with several buildings.

Sur les alluvions anciennes, composées de matériaux sableux et graveleux avec une matrice plus ou moins argileuse, la prospection géomagnétique est peu efficace car le signal y est très faible, en raison de la très faible teneur en minéraux magnétiques du sol. Sur l'enceinte fossoyée du Néolithique et de l'âge du Bronze ancien du Bras Melon à Bonneville, en Charente (fig. 4, n° 9 ; fig. 7), l'architecture des fossés est nettement mieux visible sur le cliché que sur la carte des anomalies magnétiques (dont la prospection n'a pas été poursuivie compte tenu des résultats peu pertinents). Sur cette dernière, les structures fossoyées sont de très faibles intensités (moins de 0,5 nT) et peu lisibles. Ceci s'explique par des fossés encaissés dans une nappe alluviale de graviers et hydromorphe (Maitay *et al.*, 2022). Dans ces conditions, la prospection aérienne est largement plus efficace que la prospection géomagnétique : la valeur du gain est inférieure à -0,5 (fig. 4). Néanmoins, le site du Perradet à Saint-Groux, en Charente (fig. 4, n° 8 ; fig. 8) pourrait être un contre-exemple. Sur la figure 8, le cliché de 2017 montre la présence d'un fossé curviligne et discontinu sur une parcelle. La prospection géophysique, réalisée en 2019, a permis de poursuivre cette structure fossoyée. Le fossé possède un contraste d'aimantation avec son encaissant semblable

à ceux des enceintes sur des plateaux calcaires, même si cette enceinte semble être implantée sur des alluvions anciennes (gain proche de 0,66 ; fig. 4).

La géologie locale et les types de sols ont un impact sur la qualité des informations obtenues par photographie aérienne et prospection géomagnétique. La grande majorité des sites présentés dans cette étude sont implantés sur les formations carbonatées du Bassin aquitain et parisien. Dans ce contexte, la prospection géophysique apporte des compléments d'information sur l'architecture des fossés de l'enceinte par rapport aux clichés aériens. Pour compléter ces observations, il est nécessaire de comparer ces deux méthodes pour cartographier les particularités architecturales des enceintes telles que les pinces de crabe, les aménagements des entrées, les palissades et autres petites structures fossoyées.

Données des photographies aériennes et apport de la prospection géomagnétique

Architectures des enceintes

La caractérisation des architectures des enceintes par la photographie aérienne et les méthodes géomagnétiques

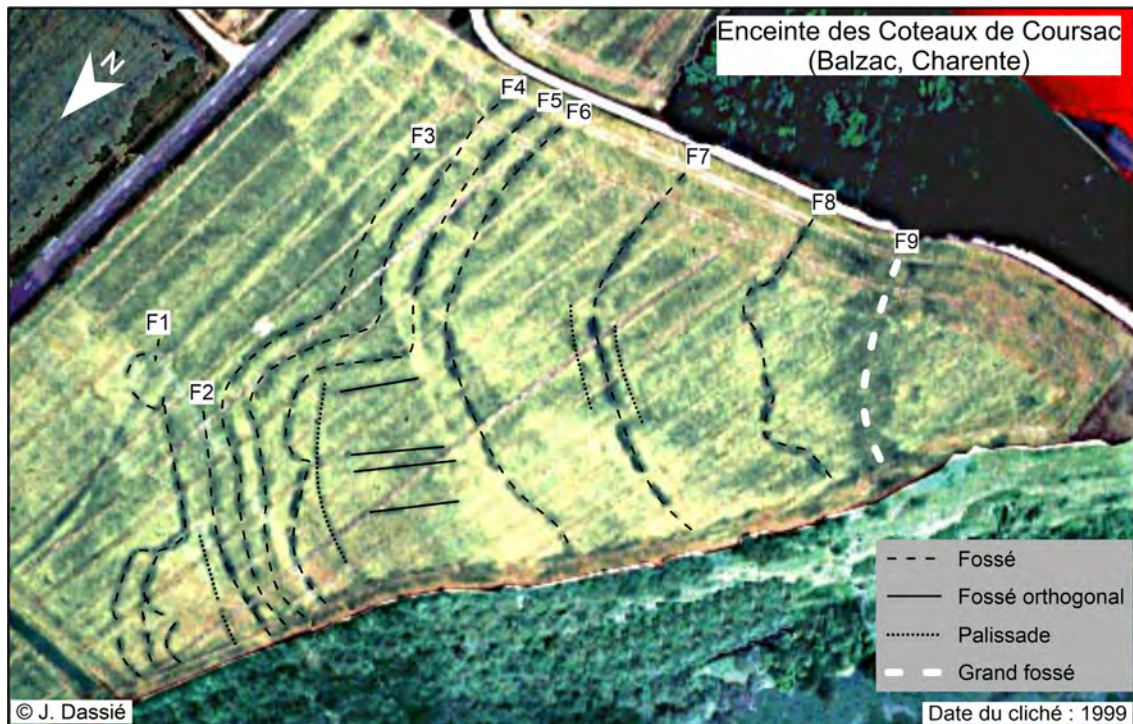


Fig. 9 – Les Coteaux de Coursac à Balzac (Charente).
Photographie aérienne de l'enceinte fossoyée prise en 1999 par Jacques Dassié.

Fig. 9 – Les Coteaux de Coursac at Balzac (Charente).
Aerial photo of the causewayed enclosure taken in 1999 by Jacques Dassié.

peut être abordée avec le site des Coteaux de Coursac à Balzac (Charente). L'enceinte des Coteaux de Coursac a été découverte lors du survol du site en 1999 par Jacques Dassié (fig. 9). Il s'agit d'un éperon barré caractérisé par neuf fossés formant plusieurs espaces imbriqués. Le site a été partiellement fouillé en 2000 et 2001 sous la direction de Catherine Louboutin, avec une tranchée longue de 200 m pour 2 m de large (environ 400 m²) le long de la bordure est du site et un sondage d'environ 2000 m² positionné sur la bordure nord-est de l'enceinte. Ces ouvertures ont mis en évidence cinq fossés, une tranchée simple, une tranchée flanquée de deux rangées de trous de poteau et deux lignes de trous de poteau plus récents que les structures précédentes (Burnez et Louboutin, 2002).

Le cliché de 1999 (fig. 9) montre dans le champ de céréales une série de marques correspondant à huit fossés interrompus curvilignes (F1 à F8) avec une largeur moyenne de 3 m. À l'extrémité de l'éperon, le fossé F9 est large de 9 m. Les indices phytographiques de ces fossés permettent de visualiser plusieurs interruptions dont certaines forment des pinces de crabe (fossés F1 et F8). Des tranchées étroites, considérées comme des tranchées de palissade, sont présentes entre les fossés F1 et F2, en arrière du fossé F5 et deux autres encadrent le fossé F7 dans la partie centrale du site. Le cliché de 1999 montre que la photographie aérienne est une méthode efficace pour caractériser l'architecture des enceintes avec une résolution suffisante pour identifier des structures fossoyées de faibles dimensions telles que les tranchées de palissade. D'autres clichés de cette enceinte ont été pris en 2010 et 2011 par Éric Bouchet (fig. 10), qui n'ap-

portent pas d'information supplémentaire sur l'architecture du site, hormis au niveau du large fossé F9. En effet, sur le cliché de 2011, ce fossé F9 est associé à des zones plus jaunes de forme ovale pouvant correspondre à des structures bâties. Il est à noter qu'au fil des ans les clichés sont de meilleure qualité en raison de l'évolution technologique des appareils photographiques et de la résolution des images. Les différents clichés du site des Coteaux de Coursac montrent une certaine répétabilité de la photographie aérienne mais aussi la nécessité de disposer de plusieurs clichés sur plusieurs années pour essayer d'obtenir un plan le plus complet et le plus clair possible. Si, d'une année à l'autre, l'apparition des contrastes de végétation est régulière, leur qualité est très hétérogène et ils autorisent une mise en lumière des structures inégale, en nombre et en qualité. En effet, parmi les prises de vue réalisées sur ce site par Jacques Dassié et Éric Bouchet depuis 1999, celles de 1999, 2010 et 2011 sont de loin les plus informatives (fig. 9 et 10). L'apparition des contrastes de végétation permettant la vision la plus « complète » du site est difficilement prévisible et les meilleures années peuvent être discontinues, espacées d'une à une dizaine d'années. Ce constat fait aux Coteaux de Coursac s'applique à d'autres sites ceinturés du Néolithique comme à l'enceinte de Bellevue à Chenommet (Charente), où les clichés aériens réalisés sur plusieurs années (1976, 2006 et 2009) montrent clairement l'évolution de l'interprétation du tracé des fossés (Ard *et al.*, 2012). Cette répétabilité d'apparition des marques dans les cultures, plus ou moins riche d'informations archéologiques, est liée aux conditions climatiques annuelles,

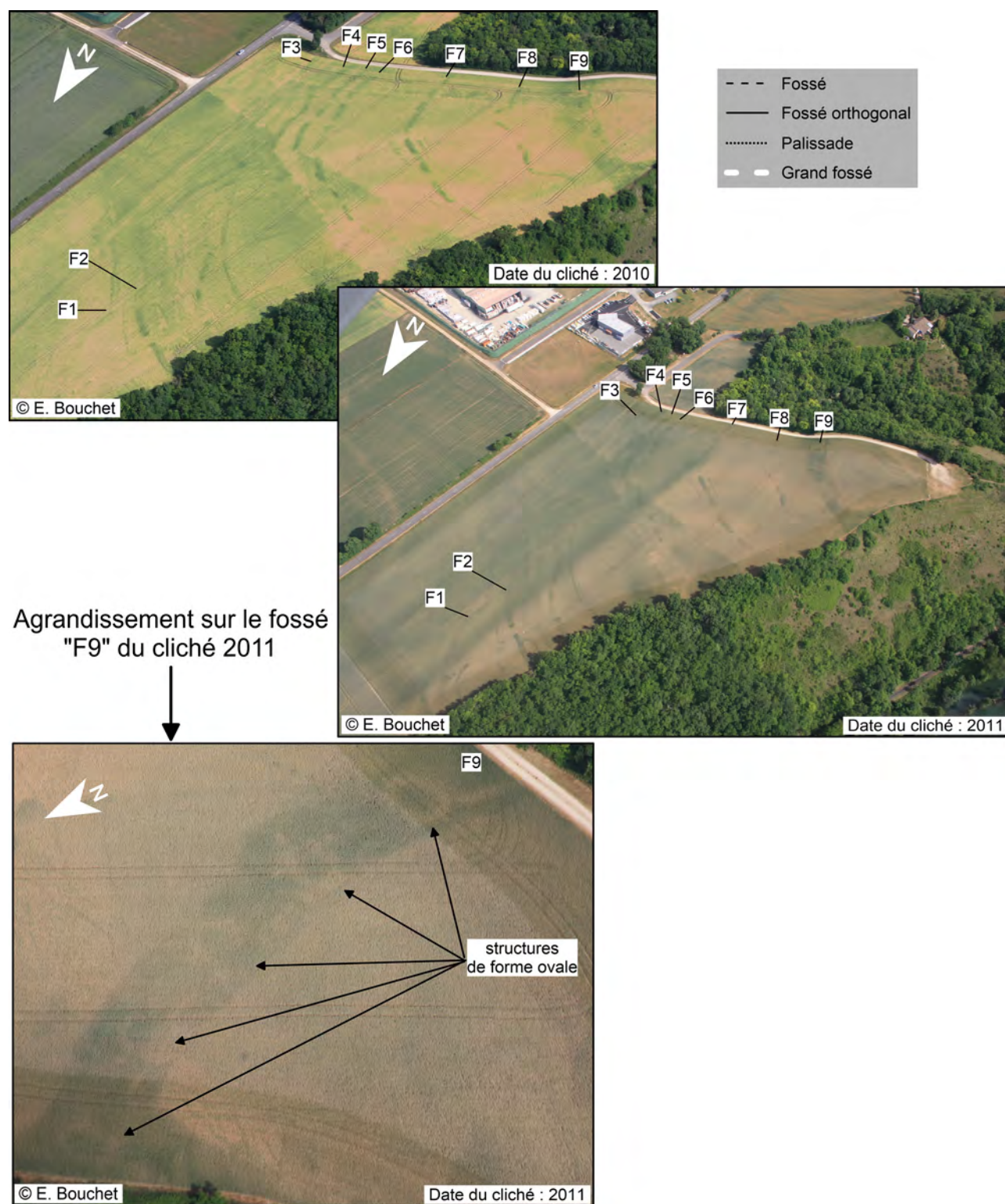


Fig. 10 – Les Coteaux de Coursac à Balzac (Charente). Photographies aériennes de l'enceinte fossoyée prises en 2010 et 2011 par Éric Bouchet.

Fig. 10 – Les Coteaux de Coursac at Balzac (Charente). Aerial photos of the causewayed enclosure taken in 2010 and 2011 by Éric Bouchet.

aux substrats géologiques et à la nature et l'épaisseur des sols (Stanjek et Faßbinder, 1995 ; Agapiou *et al.*, 2016) et détaillés précédemment.

La prospection géophysique sur le site des Coteaux de Coursac a été réalisée en 2019. La carte des anomalies magnétiques est présentée sur la figure 11. De manière

générale, l'architecture de l'enceinte vue sur cette carte est très proche de celle des clichés de 1999, 2010 et 2011 (fig. 9 et 10). La carte des anomalies magnétiques montre les neuf fossés interrompus curvilignes (fig. 11), mais avec davantage de détails. Les aménagements des entrées (comme les pinces de crabe des fossés F1 et F3)

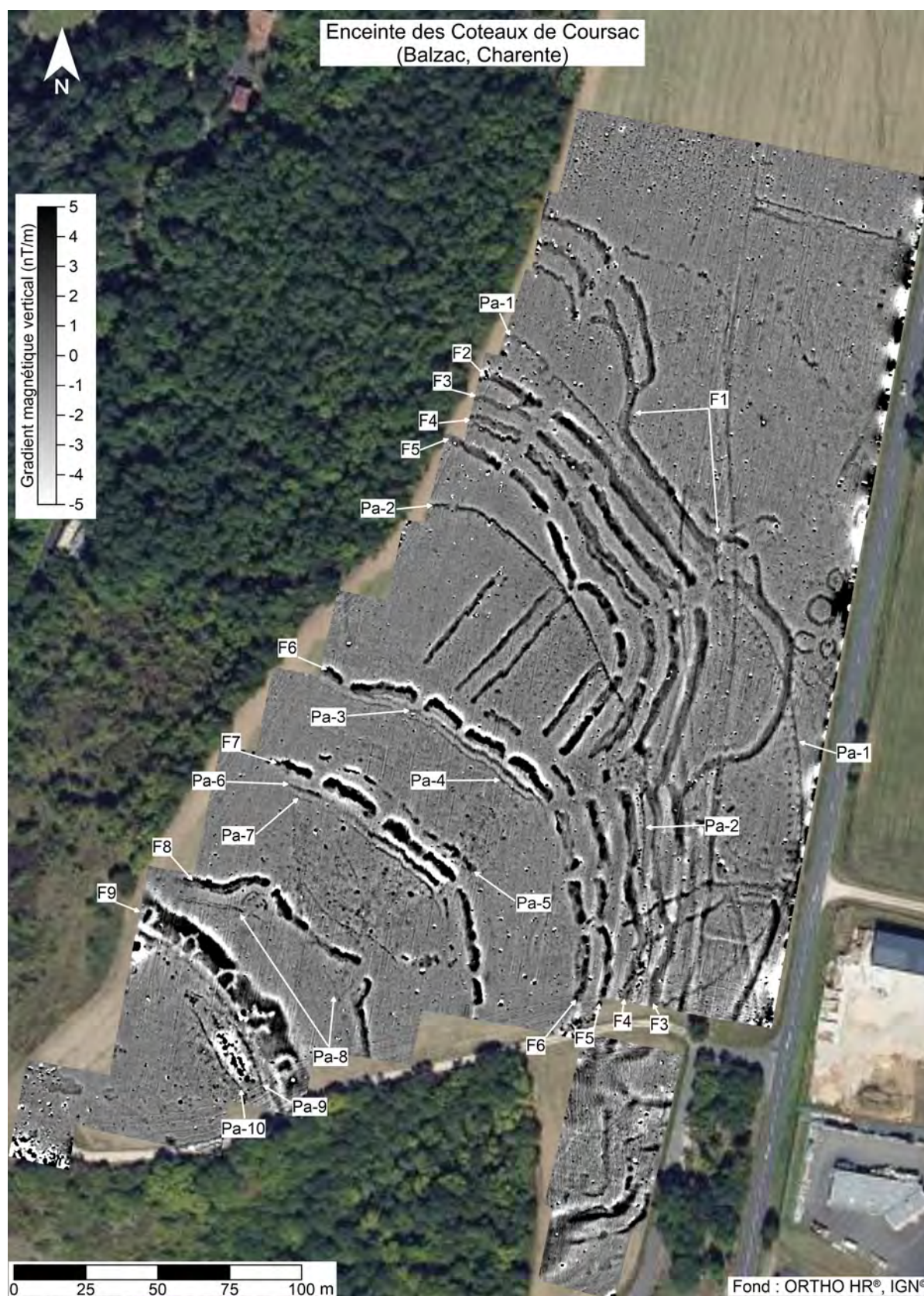


Fig. 11 – Les Coteaux de Coursac à Balzac (Charente). Carte des anomalies magnétiques de l'enceinte fossoyée (prospection géomagnétique réalisée en 2019 : G. Bruniaux, V. Legrand).

Fig. 11 – Les Coteaux de Coursac at Balzac (Charente). Map of the magnetic anomalies of the causewayed enclosure (geomagnetic survey carried out in 2019: G. Bruniaux, V. Legrand).

et les structures tangentes au fossé F9 sont nettement plus visibles ; le nombre d'interruptions et de tranchées de palissade est précisé. En effet, la carte des anomalies magnétiques dénombre au moins dix tranchées de palissade (Pa), tandis que les photographies aériennes n'en avaient relevé que quatre. Deux d'entre-elles (Pa-1 et Pa-2) sont clairement associées à des lignes de trous de poteau ; ces aménagements étaient visibles sur les clichés de 1999 et 2011 (fig. 9 et 10), mais dans une extension et une lisibilité bien moindres. Elle montre aussi des diachronies dans l'architecture car les tranchées Pa-1 et Pa-2 recoupent certains fossés (F1 pour la tranchée Pa-1 ; F3 et F4 pour la tranchée Pa-2 ; fig. 11). Ces détails ne sont pas visibles sur les trois clichés aériens (fig. 9 et 10). Cette comparaison montre que la photographie aérienne est pertinente pour caractériser l'architecture globale d'une enceinte mais n'atteint pas le niveau de détails fourni par la prospection géomagnétique. Cette dernière apporte des informations pertinentes et complémentaires pour l'édification du plan architectural de cette enceinte. Cette conclusion peut être généralisée à de nombreuses enceintes du Centre-Ouest de la France, et est aussi confirmée par d'autres études en Europe (Hasek et Kovarnik, 1999 ; Křivánek, 2017).

Cependant, deux informations sont impératives à rappeler. D'une part, les enceintes sont avant tout découvertes par prospection aérienne et la prospection géomagnétique intervient pour compléter les observations faites sur les clichés aériens ; ces deux approches constituent deux étapes nécessaires pour l'étude de ces sites. D'autre part, la nature, la fonction, la chronologie et les associations ou disjonctions entre les structures sont imperceptibles, ou trop peu précisément qualifiables par l'une et l'autre méthode de prospection et seule la fouille peut autoriser une caractérisation fiable de ces sites.

Tranchées de palissade et aménagements des entrées

Certaines photographies aériennes présentent des indices phytologiques avec de nombreux détails sur des petites structures fossoyées telles que des tranchées de palissade, des petites pinces de crabe, des trous de poteau et divers aménagements d'entrées, mais seuls quelques sites sont concernés. Parmi les dix-huit enceintes prospectées, neuf présentent des tranchées de palissade relevées sur les cartes des anomalies magnétiques. Parmi ces neuf enceintes, quatre ont des tranchées de palissade visibles en indices phytologiques sur les clichés. Néanmoins, sur la plupart des images de ces enceintes, les tranchées de palissade sont incomplètes et la confirmation de leur présence n'est possible que par une prospection géomagnétique et/ou une fouille. Par exemple, les Coteaux de Coursac à Balzac et le Peu à Charmé sont deux sites à enceintes fossoyées sur lesquelles les photographies montrent des tranchées de palissade (fig. 6 et 9). La fig. 12 présente la partie nord du site des Coteaux de Coursac avec la carte des anomalies magnétiques et l'emprise des fouilles de 2000 et 2001 (fig. 12a), la

photographie oblique de 1999 (fig. 12b) et le plan des structures fossoyées relevées lors des fouilles (fig. 12c). Ici, la carte des anomalies magnétiques et la photographie aérienne montrent des plans des fossés très similaires. Les tranchées de palissade P1a et P1b et les alignements de trous de poteau associés sont identifiables sur les deux sources (fig. 12a et 12b). Ces détails visibles ont été confirmés par la fouille (fig. 12c) dont le plan se superpose quasiment avec celui obtenu par méthode géophysique. Sur la photographie aérienne, cet ensemble de tranchées de palissade (P1a et P1b) disparaît vers l'est. Toutefois, la carte des anomalies magnétiques permet de compléter la photographie aérienne en montrant la continuité vers l'est de cet ensemble architectural exceptionnel. La tranchée P2 est également associée à une ligne de trous de poteau clairement visible sur la carte des anomalies magnétiques, tandis que, sur le cliché, seuls quelques trous de poteau sont perceptibles. Citons, parmi d'autres exemples, les structures d'aménagement d'entrées (TP-1, TP-2) et les tranchées de palissade (Pa-1, Pa-2) du Pontet à Saint-Nazaire-sur-Charente (fig. 2) et de la Vieille Garenne à Courcôme (fig. 3a). Elles ne sont visibles sur aucune photographie aérienne, probablement parce qu'elles sont trop peu larges et trop peu profondes, mais elles sont de dimensions suffisantes pour être détectées par la prospection géomagnétique. Le succès de la méthode pour ces petites structures peut aussi être lié à leurs propriétés magnétiques. Sur l'enceinte du Peu à Charmé, des trous de poteau dessinant quatre bâtiments néolithiques ont été détectés dans l'espace interne de l'enceinte (TP, fig. 6). La fouille, en 2015 et 2016, de ces quatre bâtiments a montré des traces de combustion des poteaux (calcaires et silex rubéfiés, charbons de bois, fragments de poteaux calcinés) attestant d'un incendie (Ard, 2016 ; Ard, Aoustin et al., 2016a ; Ard et al. 2018). Or la chauffe à plus de 575°C, puis le refroidissement, induisent la création d'une aimantation thermorémanente et le renforcement de l'aimantation induite avec la néoformation de minéraux magnétiques (Le Borgne, 1960). Ceci entraîne une augmentation de l'intensité du signal et favorise la détection de ces structures par prospection géomagnétique. Ces propriétés (aimantation induite et rémanente) sont un atout supplémentaire en faveur de cette méthode pour la détection des structures archéologiques, notamment pour les plus petites comme les trous de poteau, par rapport à la photographie aérienne. Néanmoins, cela ne signifie pas que tous les trous de poteau visibles en prospection géomagnétique sont des structures brûlées. Le fait qu'ils aient subi un incendie facilite leur détection grâce à une aimantation plus importante.

Sur les Coteaux de Coursac, l'épaisseur de sol recouvrant les structures est comprise entre 0,15 et 0,2 m (rendosol). La tranchée de palissade P1 a une largeur comprise entre 0,75 et 0,9 m et une profondeur moyenne de 0,9 m (Burnez et Louboutin, 2000). En revanche, certaines tranchées de palissade plus au sud, visibles sur la carte du gradient magnétique (fig. 11) comme les tranchées P en arrière du fossé F7 et F8, ne sont pas associées

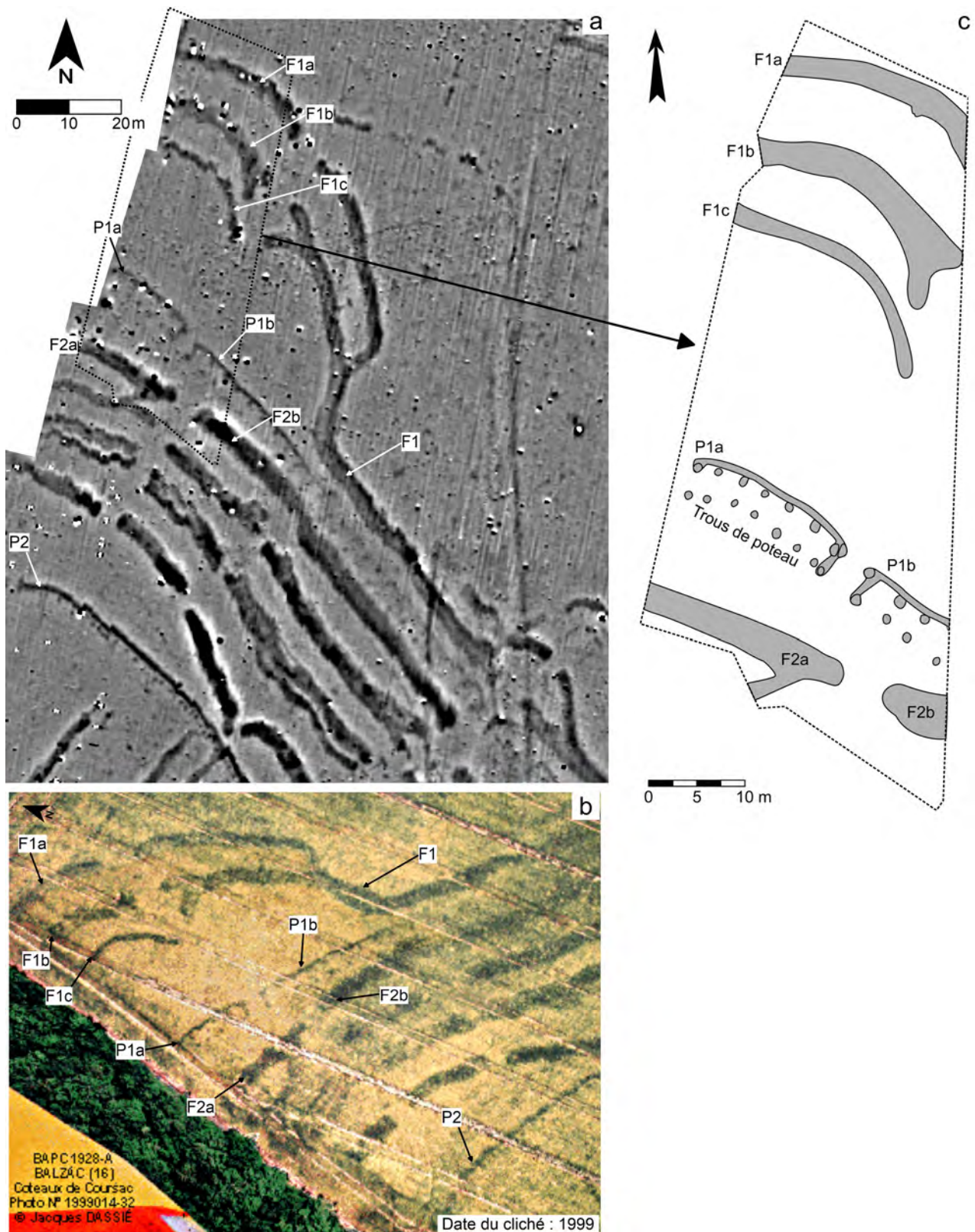


Fig. 12 – Les Coteaux de Coursac à Balzac (Charente). Extrait de la partie nord de l'enceinte : **a**, carte des anomalies magnétiques et localisation de la zone fouillée en 2000 et 2001 (d'après Burnez et Louboutin, 2002) ; **b**, photographie aérienne de la partie nord du site ; **c**, plan des structures fossoyées repérées lors des fouilles de 2000 et 2001 (d'après Burnez et Louboutin, 2002).

Fig. 12 – Les Coteaux de Coursac at Balzac (Charente), the northern part of the enclosure: **a**, map of the magnetic anomalies and location of the area excavated in 2000 and 2001 (from Burnez and Louboutin, 2002); **b**, aerial photo of the northern part of the site; **c**, plan of the ditched features identified during the 2000 and 2001 excavations (from Burnez and Louboutin, 2002).

à des contrastes dans la végétation (fig. 9). Sur la carte des anomalies magnétiques (fig. 10), ces tranchées possèdent une largeur estimée de 0,5 à 0,7 m (la taille d'une anomalie est plus grande que la structure elle-même et elle est d'autant plus grande que son intensité est élevée). Il serait envisageable que des structures fossoyées inférieures à une largeur de 0,7 m soient insuffisantes pour influencer le stress hydrique. Il est à noter que cette largeur limite n'est valable que pour des sites avec un substrat et une épaisseur de sol proches de ceux des Coteaux de Coursac.

En conclusion, même si certaines photographies aériennes peuvent être de très bonne qualité et très informatives, les cartes des anomalies magnétiques apportent plus d'informations sur l'architecture des enceintes, hormis sur des substrats sableux et graveleux épais ou des sols hydromorphes où la prospection géomagnétique est peu efficace.

Dynamique du signal

Les cartes des anomalies magnétiques fournissent des plans plus détaillés des enceintes fossoyées que les photographies aériennes qu'elles permettent de compléter (nombre de segments de fossé, aménagements d'entrées, tranchées de palissade...). Un autre apport de ce type de prospection géophysique est la dynamique du signal des fossés. Cette dynamique provient directement des propriétés physiques des matériaux qui comblent les fossés, comme cela a été montré sur le site de Bellevue à Chenommet (Ard *et al.*, 2015). Sur cette enceinte (fig. 13a), le fossé interne est plus magnétique que le fossé externe. Le comblement du fossé interne est caractérisé par des matériaux fins plus noirs avec une aimantation plus élevée que le sol naturel et avec des blocs de calcaires épars. Les propriétés magnétiques du fossé interne proviennent des matériaux composant son comblement tels que des céramiques, des résidus de foyers, des fragments d'os et de sols brûlés et de la matière organique. Les processus de dégradation de la matière organique (Leborgne, 1955 ; Faßbinder et Stanjek, 1993) et les transformations thermiques des matériaux, par l'action du feu (Le Borgne, 1960), favorisent le développement des minéraux magnétiques. Ceci contribue à leurs enrichissements dans le fossé et à une plus forte intensité de ce dernier, devenant décelable en prospection. En revanche, le fossé externe est comblé par des blocs calcaires, sans matrice, avec, en bordure du fossé, des matériaux fins plus noirs et plus magnétiques déposés par colluvionnement. Cela entraîne une variation du signal avec une intensité plus élevée sur les bordures (matériaux fins) et plus faible au centre (blocs calcaires). Cette différence dans le comblement entre les deux fossés répond aussi à une fonction et une durée d'ouverture différentes : le fossé externe a été comblé, par des blocs calcaires, plus rapidement que le fossé interne dont le comblement montre qu'il servait de décharge et de zone de rejet liées aux activités anthropiques (Ard *et al.*, 2015).

De façon analogue à ce qui a été noté sur l'enceinte de Bellevue (fig. 13a), les coupes des fossés aux Coteaux de

Coursac à Balzac montrent des variations du comblement qui se corrélaient bien avec les dynamiques du signal des fossés (fig. 13b ; Burnez et Louboutin, 2000). Le fossé F4 (qui correspond au fossé F2 du plan issu de la prospection) a des valeurs plus élevées (5 nT/m) que les fossés F3 et F2 (qui correspondent à l'ensemble de fossés F1 du plan issu de la prospection) qui ont une intensité de 3 et 1 nT/m respectivement. Sur la coupe du fossé F4, la partie nord du fond du fossé est comblée par des blocs calcaires, tandis que dans la partie sud et en surface, le comblement est constitué par des matériaux fins plus sombres et certainement plus magnétiques. Les fossés F3 et F2 sont, à l'inverse, principalement comblés par des blocs de calcaires avec une matrice probablement peu magnétique, de couleur ocre-brun (couleur proche des sols développés sur un substrat calcaire).

La prospection géomagnétique apporte donc également des informations sur les variations du comblement des fossés. Dans certains cas, beaucoup plus rares, des photographies aériennes apportent aussi cette information au travers de variations de couleur des indices phytologiques. Ceci est le cas pour les photographies aériennes de 1997 et 2009 du site de Bellevue à Chenommet (fig. 14). Sur les photographies de Bellevue, le fossé interne correspond à une marque de végétation de couleur sombre et homogène. Le fossé externe est caractérisé par une marque avec une bande de couleur claire cernée par deux bandes sombres. Ces indices phytologiques des fossés de Bellevue sont qualitativement proches des observations faites sur la carte des anomalies magnétiques (fig. 13a et 14). Sur ce site (fig. 14), les photographies aériennes de 1997 et 2009 traduisent l'hétérogénéité des comblements des fossés. Néanmoins, cette observation n'a pu être correctement interprétée qu'après la prospection géophysique et la fouille. En effet, les deux bandes sombres sur les photographies de 1997 et de 2009 étaient initialement interprétées comme une double palissade. La confrontation entre les données de la géophysique et de la fouille avec la photographie aérienne permet de mettre en évidence, sur le site de Bellevue, que la réponse phytologique peut traduire une hétérogénéité du comblement du fossé.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

La prospection aérienne et la prospection géomagnétique sont des méthodes complémentaires pour l'étude de l'architecture des sites ceinturés du Néolithique. La majorité des sites sont découverts par prospection aérienne et les photographies sont les premières sources d'information pour dresser les plans des fossés. Ces plans sont réalisés à partir du relevé des indices phytologiques des fossés dont les apparitions sont régies par de nombreux facteurs, ce qui rend difficilement prévisible le phénomène de ces marques dans les cultures qui ont une répétabilité non-constante suivant les années. De plus, selon les substrats géologiques, les indices

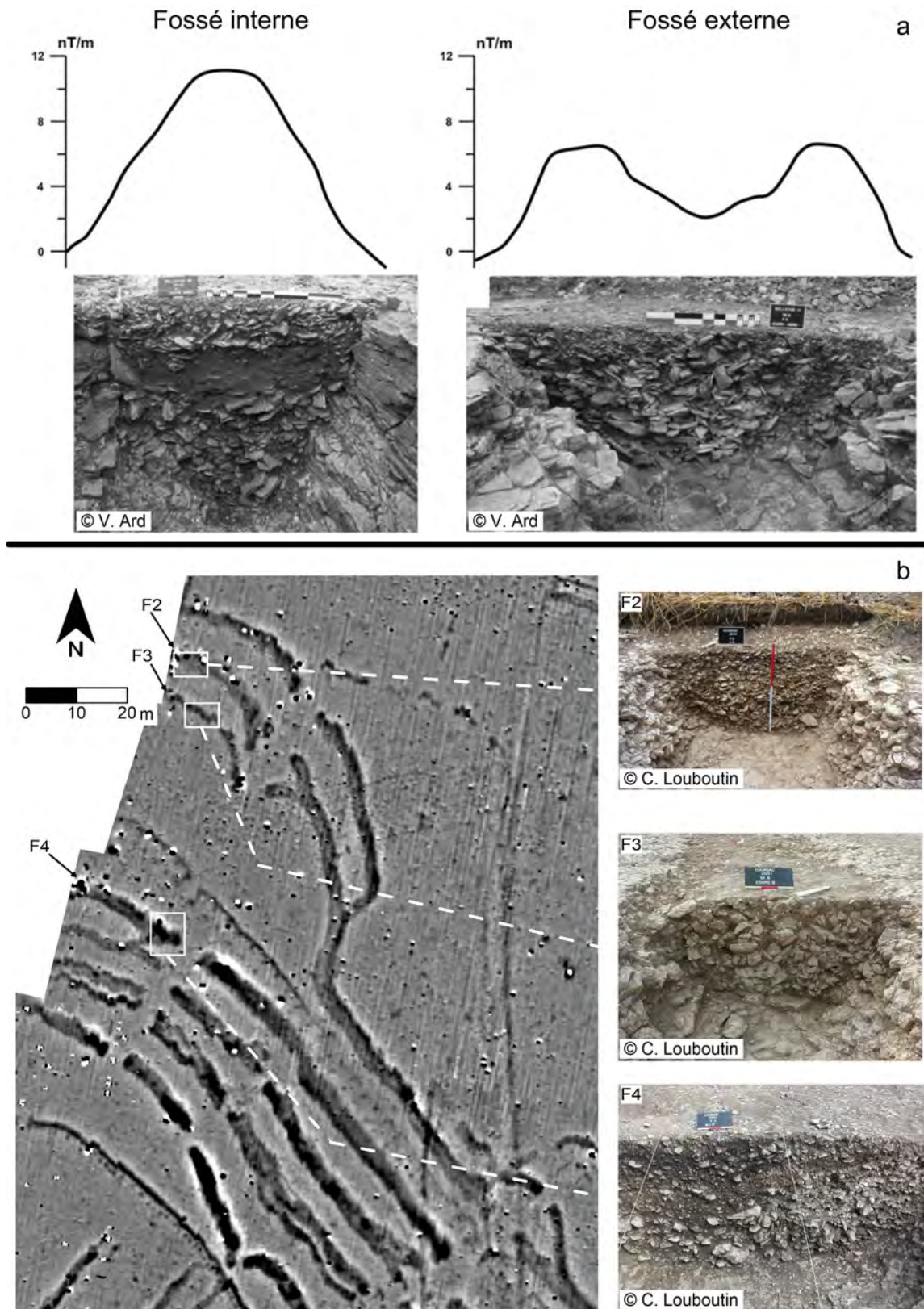


Fig. 13 – Les Coteaux de Coursac à Balzac (Charente). Extrait de la partie nord de l'enceinte : **a**, carte des anomalies magnétiques et localisation de la zone fouillée en 2000 et 2001 (d'après Burnez et Louboutin, 2002) ; **b**, photographie aérienne de la partie nord du site ; **c**, plan des structures fossoyées repérées lors des fouilles de 2000 et 2001 (d'après Burnez et Louboutin, 2002).

Fig. 13 – Les Coteaux de Coursac at Balzac (Charente). Extract from the northern part of the enclosure: **a**, map of the magnetic anomalies and location of the area excavated in 2000 and 2001 (from Burnez and Louboutin, 2002); **b**, aerial photograph of the northern part of the site; **c**, plan of the ditched structures identified during the 2000 and 2001 excavations (from Burnez and Louboutin, 2002).

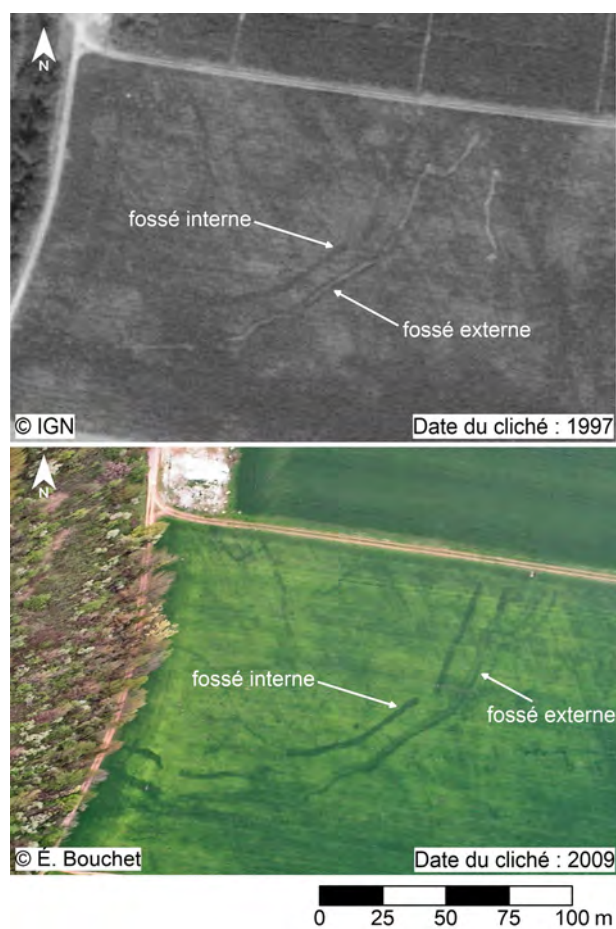


Fig. 14 – Bellevue à Chenommet (Charente). Photographies aériennes de 1997 (couleur noir et blanc originelle) et de 2009 (orthorectifiée par B. Bréjeon). Les clichés montrent des différences de teintes de gris (1997) et de vert (2009) entre le fossé interne et externe de l'enceinte, en corrélation avec le comblement des fossés et le signal magnétique des fossés.

Fig. 14 – Bellevue at Chenommet (Charente). Aerial photo from 1997 (original black and white colour) and from 2009 (orthorectified by B. Bréjeon). The photos show differences in the shades of grey (1997) and green (2009) between the inner and outer ditch of the enclosure, correlating with the fill of the ditches and their magnetic signal.

phytographiques des fossés ne sont pas toujours clairement identifiables et ne permettent pas de percevoir la totalité de l'architecture de l'enceinte. Enfin, les photographies aériennes des enceintes sont majoritairement obliques et distordent distances et longueurs. L'orthorectification peut pallier ce problème mais elle est rarement effectuée sur les photographies acquises par des prospecteurs bénévoles.

La prospection géomagnétique est une méthode alternative et complémentaire de la prospection aérienne pour remédier aux différents problèmes énoncés. Une fois l'enceinte découverte, par photographie aérienne ou autrement (prospection pédestre, fouille ancienne...), la prospection est réalisable sans contrainte particulière, hormis l'accès aux parcelles suivant le calendrier agricole et les autorisations des propriétaires et de l'administration. Elle offre des informations qui sont intéressantes en

elles-mêmes et qui peuvent également guider les choix stratégiques de la fouille.

1/ Le plan de l'enceinte obtenue par méthode géomagnétique est complet en une seule prospection alors que plusieurs campagnes de photographie aérienne sont nécessaires pour obtenir un plan de moins bonne qualité. Concernant le temps d'acquisition d'une image, la prospection aérienne est quasiment instantanée quand les conditions optimales d'apparition des indices phytologiques, si le temps de vol et les préparatifs ne sont pas pris en compte. Pour la prospection géomagnétique, le temps d'acquisition est plus long et dépend de l'instrument avec une moyenne de 2 ha/jour avec un gradiomètre à quatre capteurs (0,5 m espacement) à 1 ha/jour avec un magnétomètre en champ total. Cependant, elle est indépendante des conditions hydriques du sol et donc de la saison. De plus, une fois la carte produite, l'information est pérenne. Le temps d'acquisition peut encore être réduit avec des dispositifs motorisés avec un rendement de plus de 20 ha/jour.

2/ La prospection géomagnétique est plus pertinente que la photographie aérienne pour cartographier les petites structures fossoyées telles que les aménagements d'entrées, les tranchées de palissade et les trous de poteau. Néanmoins, cette méthode ne permet pas de détecter et de cartographier toutes ces petites structures. Ce qui est en cause, probablement, est une résolution encore trop basse des protocoles utilisés. À noter, que même en utilisant un protocole de prospection à plus haute résolution, la fouille reste indispensable pour identifier et caractériser les structures archéologiques.

3/ la cartographie géomagnétique de l'espace interne des enceintes peut permettre la découverte de structures internes, comme sur le site du Peu à Charmé où des trous de poteau appartenant à quatre bâtiments quadrangulaires ont été identifiés (Ard, Aoustin *et al.*, 2016a ; Ard *et al.*, 2018). Pour les grands bâtiments sur poteaux tels les types Antran, ils peuvent être visibles en indice phytologique sur les photographies aériennes, comme ceux aux Choffaux à Louresse-Rochemenier (Courty *et al.*, 2016) ou au Camp à Challignac (Burnez *et al.*, 1995 ; Louboutin, 2014), du fait des diamètres importantes des trous de poteau.

4/ Les contrastes d'aimantation entre les fossés et leur encaissant sont souvent bien marqués en fonction de leurs comblements, rendant les fossés clairement identifiables.

5/ Les variations du signal magnétique des fossés traduisent aussi l'hétérogénéité des comblements, comme cela a été montré sur le site de Bellevue à Chenommet (Ard *et al.*, 2015) et peut être inféré sur le site des Coteaux de Coursac à Balzac.

Certains sites ceinturés du Néolithique ne présentent pas de contraste de végétation bien que situés sur des sols propices, et ce même après plusieurs décennies de couverture aérienne. Les prospections géomagnétiques motorisées réalisées sur de grandes surfaces (plus de 100 hectares), comme celles effectuées à Stonehenge (Gaffney *et al.*, 2012), permettent de découvrir de nouveaux sites. Dans le Centre-Ouest de la France, des prospections de

cette ampleur ont réalisées autour des nécropoles néolithiques de Tusson et de Fontenille (Charente) dans le cadre de l'ANR MONUMEN. Elles ont permis de découvrir deux nouvelles enceintes, à la Folatière à Fontenille et l'Avenaude à Charmé. Ces enceintes n'ont jamais été vues en photographie aérienne (Ard, 2020 ; Ard *et al.*, 2021). Dans d'autres cas, des sites sont connus par des prospections pédestres et des fouilles n'ont rien donné en photographie aérienne ou n'ont jamais été survolés. Tel est le cas de la Garenne à Saint-Hippolyte, fouillé en 1936 et 1963 (Burgaud, 1937 ; Gabet et Massaud, 1965), sur lequel une prospection géomagnétique autour de la zone anciennement fouillée a permis de mettre en évidence la présence d'une enceinte fossoyée du Néolithique (Mathé et Ard, 2015).

L'influence des formations superficielles sur les conditions d'apparition des contrastes de végétation n'a pas été débattue ici, hormis pour les alluvions anciennes. Les cartes géologiques et les données disponibles (rapports de fouille, données de la Banque du Sous-Sol du BRGM...) ne décrivent pas du tout ou pas en détail ces affleurements. Certaines fouilles en font mention comme les fouilles sur l'enceinte des Loups à Échiré (Deux-Sèvres ; Burnez *et al.*, 1996) et du Peu à Charmé (Charente ; Ard, 2016). Cependant, l'objectif de cette étude est d'apporter une vision synthétique et globale sur l'apparition et la qualité des indices phytographiques suivant la nature du substrat. Le site du Peu à Charmé est un bon exemple pour l'étude de l'influence des formations superficielles sur l'apparition des contrastes de végétation et le lien avec la dynamique du signal. Plusieurs campagnes d'études archéologiques, géomorphologiques, micromorphologiques et géophysiques y ont été réalisées et feront l'objet de publications plus détaillées.

Pour conclure, les prospections géomagnétiques motorisées offrent de nouvelles perspectives, en permettant de cartographier rapidement l'intérieur mais également les alentours des enceintes pour rechercher d'éventuelles structures en lien avec leurs occupations. Sur le site du Peu à Charmé, des trous de poteau appartenant à au moins deux nouveaux bâtiments quadrangulaires, situés à plus de 70 m à l'extérieur de l'enceinte, ont pu être identifiés et seront sondés lors des prochaines campagnes de fouille (Ard *et al.*, 2021 ; Ard, 2020).

Remerciements. Ce travail de publication bénéficie du financement de l'Agence Nationale de la Recherche (ANR-17-CE27-0009-01) et regroupe une trentaine de chercheurs autour des laboratoires UMR 5608 TRACES (Toulouse) et UMR 7266 LIENSs (La Rochelle). Les opérations de terrains ont été financées par l'ANR MONUMEN (ANR-17-CE27-0009-01) et par

les programmes collectifs de recherche « Monumentalismes et territoires au Néolithique entre Loire et Charente : formes et environnements des mégalithes et des enceintes » (dir. Vincent Ard) et « Dynamiques d'occupation et d'exploitation du sel dans les golfes charentais, du Néolithique à l'âge du Fer » (dir. Vivien Mathé). Les opérations de terrain ont été soutenues par les services régionaux de l'archéologie de la DRAC Nouvelle-Aquitaine et Pays-de-la-Loire et différentes collectivités territoriales. Nous tenons à remercier tout particulièrement les propriétaires des terrains prospectés et des sites. Nous remercions les deux relecteurs pour leurs avis et les corrections proposées pour améliorer ce travail.

NOTES

- (1) Le terme anglais *cropmark* désigne les indices phytologiques/phytographiques formés par une croissance des cultures (principalement de céréales) au-dessus des structures archéologiques différente de celle au-dessus des sols naturels. Les indices phytologiques sont des empreintes de structures dans les cultures ou les prairies. Les empreintes de structure sont de plusieurs types, les indices phytologiques, les indices hydrographiques (liés aux variations d'humidité entre la structure et son encaissant) et les indices topographiques (liés au microrelief formé par les structures).
- (2) *Global Navigation Satellite System* (« Géolocalisation et Navigation par un Système de Satellites »).
- (3) Les enceintes répertoriées dans le Centre-Ouest de la France ont été vérifiées et inventoriées dans une base de données constituée dans le cadre de la thèse de doctorat de Victor Legrand (UMR 5608 TRACES, Université de Toulouse-Jean Jaurès) et de l'ANR MONUMEN.
- (4) Les enceintes de la Folatière à Fontenille (Charente) et de l'Avenaude à Charmé (Charente) ont été découvertes lors des prospections géomagnétiques motorisées autour des nécropoles néolithiques de Tusson et de Fontenille (Charente). Ces prospections ont été réalisées dans le cadre de l'ANR MONUMEN (dir. Vincent Ard et Vivien Mathé) et dirigées par Friedrich Lüth (DAI : *Deutsches Archäologisches Institut*).
- (5) L'enceinte de la Garenne à Saint-Hippolyte, connue par les fouilles de sauvetage de 1932 (Burgaud, 1937) et de 1963 (Gabet et Massaud, 1965), a été découverte par une prospection géomagnétique réalisée en 2015 autour des zones anciennement fouillées pour vérifier la présence de fossés. Cette prospection a été réalisée dans le cadre du PCR « Dynamique d'occupation et d'exploitation du sel dans les golfes charentais, du Néolithique à l'âge du Fer » (dir. Vivien Mathé) et la thèse de doctorat de Guillaume Bruniaux (Bruniaux, 2017).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AGAPIOU A., HADJIMITSIS D.G., SARRIS A., GEORGOPOULOS A., ALEXAKIS D.D. (2013) – Optimum temporal and spectral window for monitoring crop marks over archaeological remains in the Mediterranean region, *Journal of Archaeological Science*, 40, 3, p. 1479-1492.
- AGAPIOU A., LYSANDROU V., LASAPONARA R., MASINI N., HADJIMITSIS D. (2016) – Study of the Variations of Archaeological Marks at Neolithic Site of Lucera, Italy Using High-Resolution Multispectral Datasets, *Remote Sensing*, 8, 9, p. 723-737.
- ARD V. (2016) – *Le Nord-Charente au Néolithique moyen et récent : enceintes fossoyées, sépultures mégalithiques et territoires (4500-2900 av. J.-C.)*, rapport final de PCR, V. Ard (dir.), service régional de l'archéologie, Poitiers, 466 p.
- ARD V. (2020) – *Monumentalismes et territoires au Néolithique entre Loire et Charente : Formes et environnements des mégalithes et des enceintes*, rapport intermédiaire de PCR, V. Ard (dir.), service régional de l'Archéologie, Poitiers, 314 p.
- ARD V., Aoustin D., BOUCHET É., CAMUS A., CARRÈRE I., CHARRIEU L., GALIN W., GRANAI S., JADEAU F., JEAUFREAU V., LEGRAND V., LE JEUNE Y., LEROUX V.-E., LEVEQUE F., MATHÉ V., MENS E., ONFRAY M., PAPON J., PILLOT L., PONCET D. (2016b) – *Projet Collectif de Recherche (2013-2015) : Le Nord-Charente au Néolithique moyen et récent : enceintes fossoyées, sépultures mégalithiques et territoires (4500-2900 av. J.-C.)*, inclus les résultats des fouilles des dolmens de la Motte de la Jacquille et de l'enceinte du Peu à Charmé (Charente), Rapport final 2015, DRAC-SRA Poitou-Charentes, Poitiers, 466 p.
- ARD V., Aoustin D., MATHÉ V., ONFRAY M., LEGRAND V., BOUCHET É. (2016a) – Découverte d'un habitat ceinturé du début du Néolithique moyen dans le Centre-Ouest de la France : Le Peu à Charmé (Charente), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 113, 2, p. 382-385.
- ARD V., BOUCHET É., BRÉCHARD S., DONNART K., FOUÉRE P., PAPON J. (2012) – Une enceinte à fossés interrompus de la culture Matignons sur le haut cours de la Charente : Bellevue à Chenommet (Charente). Objectifs, stratégie et premiers résultats des campagnes 2008 à 2010, in T. Perrin, I. Sénépart, J. Cauliez, É. Thirault, S. Bonnardin (dir.), *Dynamismes et rythmes évolutifs des sociétés de la Préhistoire récentes, Actualité de la recherche, Actes des 9^e RMPR (Saint-Georges-de-Didonne, 8-9 octobre 2010)*, Archives d'Écologie Préhistorique, Toulouse, p. 117-134.
- ARD V., MATHÉ V., LÉVÊQUE F., CAMUS A. (2015) – A Comprehensive Magnetic Survey of a Neolithic Causewayed Enclosure in West-central France for the Interpretation of Archaeological Features: Comprehensive Magnetic Survey of a Neolithic Causewayed Enclosure, *Archaeological Prospection*, 22, 1, p. 21-32.
- ARD V., MATHÉ V., ONFRAY M., CAMUS A., LÉVÊQUE F., LEGRAND V. (2018) – Nouvelles données sur les enceintes du Néolithique moyen et récent du Centre-Ouest de la France : l'exemple du haut cours de la Charente, in M. Gandelin, V. Ard, J. Vaquer, L. Jallot (dir.), *Les sites ceinturés de la Préhistoire récente : nouvelles données, nouvelles approches, nouvelles hypothèses*, Carcassonne, Archives d'Écologie Préhistorique, p. 87-108.
- ARD V., GANDELIN M., LEGRAND V. (2019) – Les enceintes fossoyées néolithiques de l'ouest du sud de la France : nouvelles données, nouvelles approches, in *Le phénomène des enceintes dans le Néolithique du Nord-Ouest de l'Europe*, Saint-Dié-des-Vosges, p. 17.
- ARD V., MATHÉ V., MENS E., BRUNIAUX G., LAURENT A., LEGRAND V., LÜTH F., POIRIER N. (2021) – Pour une approche multi-scalaires et multi-méthodes du monumentalisme néolithique. L'exemple du programme ANR MONUMEN, in V. Ard, E. Mens, M. Gandelin (dir.), *Mégalithismes et monumentalismes funéraires : passé, présent, futur*, Leiden, Sidestone, p. 9-27.
- BARANOV V., NAUDY H. (1964) – Numerical calculation of the formula of reduction to the magnetic pole, *Geophysics*, 29, 1, p. 67-79.
- BOURGUEIL B., HANZTPEGUE P., MOREAU P. (1986) – *Feuille de Matha [684], Notice explicative*, Carte géologique de la France au 50000^e, BRGM, Orléans, 24 p.
- BOURGUEIL B., MOREAU P., GABET C., L'HOMER A., VOUVE J. (1972) – *Feuille de Rochefort [680], Notice explicative*, Carte géologique de la France au 50000^e, BRGM, Orléans, 31 p.
- BRUNIAUX G. (2017) – *Reconstitution paléogéographique et prospection archéologique en zone littorale par approches géophysiques multi-méthodes et multi-échelles*, thèse de doctorat, UMR 7266 LIENSs, Université de La Rochelle-CNRS, La Rochelle, 364 p.
- BRUNIAUX G., MATHÉ V., LÉVÊQUE F., ARD V., CAMUS A. (2016) – Prospections géophysiques sur le site néolithique du Pontet (Saint-Nazaire-sur-Charente, Charente-Maritime), in P. Marticorena, V. Ard, A. Hasler, J. Cauliez, C. Gilabert, I. Sénépart (dir.), « *Entre deux mers* » et actualité de la recherche, Bayonne, p. 181-186.
- BRUNIAUX G., MATHÉ V., LÉVÊQUE F., CAMUS A., ARD V. (2017) – Data processing chain to high spatial resolution magnetic survey: application on the Neolithic site of Le Pontet (Charente-Maritime, France), *Archaeological Prospection*, 24, 3, p. 1-14.
- BURGAUD P. (1937) – Un fond de cabane néolithique à la Garenne (Charente-Inférieure), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 34, 2, p. 132-140.
- BURNEZ C. (1992) – Font-Blanche à Saint-Eugène (Charente-Maritime), *Bulletin de l'Association archéologique et historique Jonzacaise*, 39.
- BURNEZ C., CASE H. (1966) – Les camps néolithiques des Matignons à Juillac-le-Coq (Charente), *Gallia Préhistoire*, 9, 1, p. 131-245.
- BURNEZ C., FAÇON R. (1957) – Le Terrier de Biard (Commune de Segonzac, Charente), *Bulletin de la Société préhistorique de France*, 54, 11-12, p. 770-775.
- BURNEZ C., HESSE A. (1967) – Prospections géophysiques sur les sites archéologiques de la Charente, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 64, 2, p. 299-304.

- BURNEZ C., LOUBOUTIN C. (1999) – Les enceintes fossoyées néolithiques : architecture et fonction : l'exemple du Bassin inférieur et moyen de la Charente, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 96, 3, p. 329-352.
- BURNEZ C., LOUBOUTIN C. (2000) – *Les Coteaux de Coursac, Balzac (Charente)*, Rapport de fouille programmée annuelle 2000, C. Louboutin (Musée des Antiquités nationales), service régionale de l'Archéologie, Poitiers, 82 p.
- BURNEZ C., LOUBOUTIN C. (2002) – Les Coteaux de Coursac à Balzac (Charente), un habitat Vienne-Charente en Angoumois, in C. Billard (dir.), *INTERNEO 4*, Saint-Germain-en-Laye, INTERNEO et Société Préhistorique Française, p. 109-117.
- BURNEZ C., FOUÉRÉ P., TUTARD J. (1994) – Enceintes néolithiques - La Grande Prairie, Vibrac (Charente-Maritime), *Association Archéologique et historique jonzacaise*, p. 3-82.
- BURNEZ C., DASSIÉ J., SICAUD F. (1995) – L'enceinte arténacienne du « Camp » à Challignac (Charente), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 92, 4, p. 463-478.
- BURNEZ C. (dir.), BÖKÖNYI S., BOURHIS J.-R., CAMUZART J.-P., CONVERTINI F., CORILLION A., FONTUGNE M., FOUÉRÉ P., GRUET M., GYULAI F., LIMONDIN N., MARAMBAT L., SEMELIER P., SANTALLIER D., VERNOU C., VUAILLAT D. (1996) – *Le site des Loups à Échiré (Deux-Sèvres)*, Musée des tumulus de Bougon, 235 p.
- CAMUS A., MATHÉ V., LÉVÊQUE F., LOUBOUTIN C. (2014). *Travaux de prospections magnétiques sur le site néolithique du Camp de Challignac (Charente)*, Rapport de prospection géophysique, A. Camus et V. Mathé (dir.), Service régional de l'archéologie, Poitiers, 37 p.
- CARIOU E., COIRIER B., DUPUIS J., GABILLY J. (1983) – *Feuille de Niort [610], Notice explicative*, Carte géologique de la France au 50000^e, BRGM, Orléans, 34 p.
- CARIOU E., GABILLY J., COIRIER B. (1973) – *Feuille de Ruffec [661], Notice explicative*, Carte géologique de la France au 50000^e, BRGM, Orléans, 11 p.
- CHAMPÊME L.-M. (1999) – Enceintes à fossés de barrage dans le bassin du Thouet (Deux-Sèvres), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 96, 3, p. 353-358.
- CIMINALE M., LODDO M. (2001) – Aspects of magnetic data processing, *Archaeological Prospection*, 8, 4, p. 239-246.
- COURTY H., FROMONT N., LEROUX G., FILLON D., FORRÉ P., ARD V. (2016) – Un nouveau bâtiment de type Antran en Centre-Ouest : présentation préliminaire du site des « Chofaux » à Louresse-Rochemenier (Maine-et-Loire), in *Inter-Néo II*, Saint-Germain-en-Laye, France, Association pour les Etudes Interrégionales sur le Néolithique (INTERNEO) et Société Préhistorique Française, p. 179-188.
- CRAWFORD O.G.S., KEILLER A. (1928) – *Wessex from the air*, Clarendon Press, Oxford, 263 p.
- DASSIÉ J. (2001) – *Archéologie aérienne, Patrimoine archéologiques et touristique des Charentes*, Joué-lès-Tours, éd. Alan Sutton (Histoire et Archéologie), 160 p.
- DONEUS M., EDER-HINTERLEITNER A., NEUBAUER W. (1998) – Archaeological prospection in Austria, in M. Doneus, A. Eder-Hinterleitner, W. Neubauer (dir.), *Archaeological Prospection*, Vienne, (Austrian Academy of Sciences), p. 11-59.
- ESCHASSÉRIAUX E. (1884) – Le Camp néolithique de Peu-Richard, *Bulletin de la Société des archives historiques de la Saintonge et de l'Aunis*, p. 191.
- EDER-HINTERLEITNER A., NEUBAUER W., MELICHAR P. (1996) – Restoring Magnetic Anomalies, *Archaeological Prospection*, 3, p. 185-197.
- FASSBINDER J.W.E., STANJEK H. (1993) – Occurrence of bacterial magnetite in soils from archaeological sites, *Archaeologia Polona*, 31, p. 117-128.
- FASSBINDER J.W.E., STANJEK H., HOJATOLLAH V. (1990) – Occurrence of magnetic bacteria in soil, *Nature*, 343, p. 161-162.
- FEATHERSTONE R. (1999) – The Royal Commission on the Historical Monuments of England, Co-ordinating aerial reconnaissance in England, *Revue archéologique de Picardie*, n° spécial 17, p. 173-177.
- GABET, MASSAUD J. (1965) – Le gisement Peu-Richardien de La Garenne 2, commune de Saint-Hippolyte (Charente-Maritime), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 62, 1, p. 159-196.
- GAFFNEY C., GAFFNEY V., NEUBAUER W., BALDWIN E., CHAPMAN H., GARWOOD P., MOULDEN H., SPARROW T., BATES R., LÖCKER K., HINTERLEITNER A., TRINKS I., NAU E., ZITZ T., FLOERY S., VERHOEVEN G., DONEUS M. (2012) – The Stonehenge Hidden Landscapes Project, *Archaeological Prospection*, 19, 2, p. 147-155.
- GALLO D., CIMINALE M., BECKER H., MASINI N. (2009) – Remote sensing techniques for reconstructing a vast Neolithic settlement in Southern Italy, *Journal of Archaeological Science*, 36, 1, p. 43-50.
- GHESSQUIÈRE E., GIAZZON D., MARCIGNY C., BARBIER-PAIN D., HULIN G. (2011) – L'enceinte Néolithique moyen de Goulet « Le Mont » (Orne) dans son contexte environnemental, *Revue archéologique de Picardie*, numéro spécial, 28, 1, p. 183-205.
- GLASER B., BIRK J.J. (2012) – State of the scientific knowledge on properties and genesis of Anthropogenic Dark Earths in Central Amazonia (terra preta de Indio), *Geochimica et Cosmochimica acta*, 82, p. 39-51.
- HALE D., COWLEY D.C. (2009) – Appendix 1: Cropmark evidence and geophysical survey: a comparison of results from sites investigated by the TLEP, in *The Traprain Low Edens Projects, Fieldwork and excavations 2000-2004*, Edinburgh, Royaume-Unis, Colin Haselgrove, p. 239-258.
- HAMON T., HULIN G. (2011) – Les bâtiments du Néolithique final des Vaux à Moulins-sur-Céphons (Indre) et les apports de la prospection géophysique, in F. Bostyn, E. Martial, I. Praud (dir.), *Le Néolithique de la France dans son contexte européen : habitat et économie aux 4^e et 3^e millénaires avant notre ère*, Villeneuve d'Ascq, p. 437-449.
- HANZTPERGUE P., BONNIN J., CARIOU E., GOMEZ DE SOTO J., MOREAU P. (1984) – *Feuille de Mansle [685], Notice explicative*, Carte géologique de la France au 50000^e, BRGM, Orléans, 23 p.
- HASEK V., KOVARNIK J. (1999) – Aerial and Geophysical Prospection in Archaeological Research of Prehistoric Circular Ditches in Moravia, *Archaeological Prospection*, 6, p. 187-209.

- JOUBERT J.-M., THIÉBLEMONT D., KARNAY G., WYNS R., PONCET D. (2000) – *Feuille de Montreuil-Bellay [512], Notice explicative*, Carte géologique de la France au 50000^e, BRGM, Orléans, 110 p.
- JOUSSAUME R. (1982) – *Champ-Durand à Nieul/l'Autize (Vendée). Site préhistorique fortifié du III^e millénaire av. J.-C.*, Groupe Vendéen d'Études Préhistoriques, La Roche-sur-Yon, 18 p.
- JOUSSAUME R. (1995) – Les enceintes néolithiques du Centre-Ouest de la France, *Groupe vendéen d'Études préhistoriques*, 31, p. 25-31.
- JOUSSAUME R. (1999) – À propos de l'enceinte fossoyée de Champ-Durand à Nieul-sur-l'Autize (Vendée), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 96, 3, p. 401-408.
- JOUSSAUME R., BURNEZ C. (1996) – Enceintes néolithiques. La Grande Prairie à Vibrac (Charente-Maritime), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 93, 3, p. 260-261.
- KOBYLIŃSKI Z., MISIEWICZ K. (2002) – Geophysical verification of aerial discoveries of archaeological sites: examples from Poland, in *Aerial Archaeology: Developing Future Practice*, Amsterdam, Hollande, IOS Press (coll. Life and behavioural sciences 1), p. 233-240.
- KŘIVÁNEK R. (2017) – Comparison study to the use of geophysical methods at archaeological sites observed by various remote sensing techniques in the Czech Republic, *Geosciences*, 7, 81, p. 1-14.
- KŘIVÁNEK R. (2006) – Magnetometric prospection of various types of large ditched enclosures in Bohemia, *Archaeological Prospection*, 13, 1, p. 25-43.
- LE BORGNE E. (1955) – Susceptibilité magnétique anormale du sol superficiel, *Annales de Géophysique*, 11, p. 399-419.
- LE BORGNE E. (1960) – Influence du feu sur les propriétés magnétiques du sol et sur celles du schiste et du granite, *Annales de Géophysique*, 16, p. 159-196.
- LEGENDRE L., DHOSTER M., COUBÈS L. (1989) – *Feuille de Thouars [539], Notice explicative*, Carte géologique de la France au 50000^e, BRGM, Orléans, 35 p.
- LINFORD N.T. (2004) – Magnetic ghosts: mineral magnetic measurements on Roman and Anglo-Saxon graves, *Archaeological Prospection*, 11, 3, p. 167-180.
- LOUBOUTIN C. (2014) – *Challignac, le Camp, bilan scientifique de la région Poitou-Charentes 2013*, Service régional de l'Archéologie, Poitiers, p. 41-43.
- LÜCK E., EISENREICH M. (1999) – Geophysical prospection of archaeological sites in Brandenburg, Germany, *Archaeological Prospection*, 6, 3, p. 125-133.
- MAITAY C., ARD V., BAUDRY A., DANDURAND G., FOUÉRE P., LARMIGNAT B., LAURENT A., MOUTARDE B., VITÉ H. (2022) – *L'enceinte néolithique et l'occupation de l'Âge du Bronze ancien vu Bras Melon à Val-d'Auge (Charente), Travaux du PCR Monumentalismes et territoires au Néolithique entre Loire et Charente et de l'ANR MONUMEN*, Rapport de sondage (campagne 2021), DRAC-SRA Nouvelle-Aquitaine, Poitiers, 124 p.
- MÁRQUEZ ROMERO J.E., VALERA A.C., BECKER H., JIMÉNEZ JÁIMEZ V., SUÁREZ PADILLA J. (2011) – El Complejo Arqueológico dos Perdigoes (Reguengos de Monsaraz, Portugal). Prospecciones Geofísicas - Campañas 2008-09, *Trabajos de Prehistoria*, 68, 1, p. 175-186.
- MARSAC M., JOUSSAUME R. (1977) – Le marais poitevin aux temps néolithiques, *Archéologia*, novembre 1977, 12, p. 20-31.
- MARTINAUD M. (2004) – *Challignac (Charente) - Le Camp, prospection électrique*, rapport de prospection géophysique, M. Martinaud (dir.), service régional de l'Archéologie, Poitiers, 15 p.
- MARTINAUD M. (2005) – Prospection géophysique et sites préhistoriques, *Archéologie & Sciences des origines, dossier d'archéologie n°308 : la prospection géophysique*, 308, p. 26-34.
- MATHÉ V., ARD V. (2015) – *Dynamiques d'occupation et d'exploitation du sel dans les golfes charentais, du Néolithique à l'Âge du Fer*, rapport intermédiaire de PCR, V. Mathé et V. Ard (dir.), service régional de l'Archéologie, Poitiers, 127 p.
- MATHÉ V., LÉVÊQUE F., MATHÉ P.-E., CHEVALLIER C., PONS Y. (2006) – Soil anomaly mapping using a caesium magnetometer: Limits in the low magnetic amplitude case, *Journal of Applied Geophysics*, 58, 3, p. 202-217.
- MATHÉ V., LÉVÊQUE F., DRUEZ M., ARD V. (2012) – Qu'apporte la prospection géophysique à l'étude d'un champ néolithique ? L'exemple du site de Bellevue à Chenommet (Charente), in T. Perrin, I. Sénépart, J. Cauliez, E. Thirault, S. Bonnardin (dir.), *Dynamismes et rythmes évolutifs des sociétés de la Préhistoire récente, Actualité de la recherche, Actes des 9^e RMPR (Saint-Georges-de-Didonne, 8-9 octobre 2010)*, Toulouse, Archives d'Écologie Préhistorique, p. 135-140.
- MESSANT A., CHAFCHAFI A., DUCOMMUN C., JALABERT S., LAGACHERIE P., LEHMANN S., LEMERCIER B., MOULIN J., MURE J.-P., NORAZ A., LAROCHE B., SAUTER J. (2019) – *Pédologie, les sols dominants en France métropolitaine, descriptions des grandes familles de sols*, GisSol, RMT Sols et Territoires, 45 p.
- MORIARTY C., COWLEY D.C., WADE T., NICHOL C.J. (2019) – Deploying multispectral remote sensing for multi-temporal analysis of archaeological crop stress at Ravenshall, Fife, Scotland, *Archaeological Prospection*, 26, p. 33-46.
- NORDIGUIAN L., SALLES J.-F. (2000) – *Aux origines de l'archéologie aérienne : A. Poidebard (1878-1955)*, Beyrouth, Presses de l'Université Saint-Joseph, 242 p.
- NOWACZINSKI E., SCHUKRAFT G., HECHT S., RASSMANN K., BUBENZER O., EITEL B. (2012) – A Multimethodological Approach for the Investigation of Archaeological Ditches - Exemplified by the Early Bronze Age Settlement of Fídvár Near Vrable (Slovakia): Multimethodological Investigation of Archaeological Ditches, *Archaeological Prospection*, 19, 4, p. 281-295.
- OLLIVIER A. (1999) – Quelques enceintes repérées par prospection aérienne dans la moitié nord du département de la Vienne, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 96, 3, p. 367-374.
- OVENDEN S.M., GATER J., SAUNDERS M.K. (2009) – Ten years on: Geophysical survey on the « Heart of Neolithic Orkney » World Heritage Area, in *ArchéoSciences, Revue*

d'archéométrie, Montpellier, Presses universitaires de Rennes, p. 125-127.

PAUTREAU J.-P. (1976) – L'habitat Peu-richardien de la Sauzaie (Commune de Soubise, Charente-Maritime), *Revue archéologique du Centre de la France*, 15, 3-4, p. 350.

SALISBURY R.B., BERTÓK G., BÁCSMEGI G. (2013) – Integrated Prospection Methods to Define Small-site Settlement Structure: a Case Study from Neolithic Hungary: Integrated Prospection of Neolithic Settlements, *Archaeological Prospection*, 20, 1, p. 1-10.

SCHULTZE V., LINZEN S., SCHÜLER T., CHWALA A., STOLZ R., SCHULZ M., MEYER H.-G. (2008) – Rapid and sensitive magnetometer surveys of large areas using SQUIDS – the measurement system and its application to the Niederzimmern Neolithic double-ring ditch exploration, *Archaeological Prospection*, 15, 2, p. 113-131.

STANJEK H., FASSBINDER J.W.E. (1995) – Soil aspects affecting archaeological details in aerial photographs, *Archaeological Prospection*, 2, 2, p. 91-101.

Guillaume BRUNIAUX

Docteur en géophysique
Microentreprise ArchéoSolution, Solution de
prospection géophysique pour l'archéologie
58 ter avenue Edmond Grasset
17000 La Rochelle
Chercheur invité
UMRi 7266 LIENSs
CNRS/La Rochelle Université
Bât. ILE, 2 rue Olympe de Gouges
17000 La Rochelle
gbruniaux.pro@outlook.fr

Victor LEGRAND

Doctorant en archéologie
UMR 5608 TRACES
CNRS/Université de Toulouse-Jean Jaurès
Maison de la Recherche
5 allée Antonio Machado
31058 Toulouse cedex 9
victorlegrand121@gmail.com

Éric BOUCHET

Prospecteur aérien
Route d'Aigre, 16140 Tusson
ericbct@wanadoo.fr

François LÉVÊQUE

Maitre de conférences-HDR
UMRi 7266 LIENSs
CNRS/La Rochelle Université
Bât. ILE, 2 rue Olympe de Gouges
17000 La Rochelle
francois.leveque@univ-lr.fr

Catherine LOUBOUTIN

Conservateur général du patrimoine honoraire
27 Grande rue, 37350 Barrou
catherine.louboutin@free.fr

Vivien MATHÉ

Maitre de conférences-HDR
UMRi 7266 LIENSs
CNRS/La Rochelle Université
Bât. ILE, 2 rue Olympe de Gouges
17000 La Rochelle
vivien.mathe@univ-lr.fr

Vincent ARD

Chargé de recherche
UMR 5608 TRACES
CNRS/Université de Toulouse-Jean Jaurès
Maison de la Recherche
5 allée Antonio Machado
31058 Toulouse cedex 9
vincent.ard@univ-tlse2.fr



BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ
PRÉHISTORIQUE
FRANÇAISE

TOME 119 — NUMÉRO 1
JANVIER-MARS — 2022

ACTUALITÉS SCIENTIFIQUES

Découverte récente
Correspondance
Résumés de thèse

COMPTES RENDUS

Livre

VIE DE LA SOCIÉTÉ

Hommages
Assemblée générale
Nouveaux membres



CONSIGNES POUR LA DEUXIÈME PARTIE DU BULLETIN

Les dates limites de réception des textes pour la deuxième partie du *Bulletin* (découvertes récentes, correspondances scientifiques, résumés de thèses, colloques, expositions, livres, etc.) sont :

- n° 1 : 15 janvier pour une parution fin mars ;
- n° 2 : 15 avril pour une parution fin juin ;
- n° 3 : 15 juin pour une parution fin septembre ;
- n° 4 : 15 octobre pour une parution fin décembre.

Les dates de parution sont indiquées sous réserve de la place disponible dans le bulletin. Aucun délai ne peut être accordé : tout texte arrivé après la date limite sera reporté au numéro suivant. Il n'est pas indispensable d'être membre de la SPF pour publier dans la deuxième partie du *Bulletin*, mais la société accueille bien sûr avec plaisir toutes les adhésions.

Les textes concernant la deuxième partie du bulletin (et uniquement la deuxième partie) doivent être envoyés à l'adresse quentin.chambon@cnrs.fr. Un accusé de réception vous sera alors envoyé. Seules les illustrations seront envoyées sur support CD si nécessaire. Pour éviter les problèmes de compatibilité, les illustrations doivent être au format .jpg ou .tif, les tableaux au format .xls et les fichiers de texte au format d'échange .rtf (texte mis en forme). Les textes doivent être tapés au kilomètre, sans aucune mise en forme : n'insérer ni en-tête, ni pied de page, ni pagination ; ne faire aucun retrait en début de paragraphe, que ce soit par tabulation ou par utilisation de la barre d'outil du logiciel ; ne pas utiliser de feuilles de style. Comme pour la première partie, nous vous demandons de porter une attention particulière à la bibliographie : respecter les normes indiquées en troisième de couverture du bulletin ou téléchargeables sur le site internet de la SPF (www.prehistoire.org), veiller à appeler dans le texte toute référence mentionnée dans la bibliographie et ne pas oublier dans la bibliographie les références appelées dans le texte.

Les textes qui paraissent dans la deuxième partie du *Bulletin* ne donnent pas lieu à des tirés-à-part.

En revanche les auteurs recevront une version .pdf de leur texte.

Bien qu'ils soient tous relus avant publication, les textes de la deuxième partie du bulletin ne sont pas soumis à la même procédure de sélection que ceux de la première partie ; ils ne doivent donc pas être mentionnés comme « articles dans une revue à comité de lecture ». Toutes les limites en nombre de signes indiquées ci-dessous s'entendent « espaces comprises ».

Correspondances et découvertes récentes : les textes ne doivent pas dépasser 14 000 signes tout compris (titre, corps du texte, bibliographie, légendes, coordonnées des auteurs) et une à deux figures (noir et blanc ou couleur) ou tableaux.

Résumés de thèse : le texte est proposé par le docteur lui-même (la SPF ne publie pas de comptes rendus de thèse rédigés par un tiers) et doit parvenir à la SPF dans un délai de huit mois maximum après la soutenance. Il ne doit pas comprendre plus de 10 000 signes tout compris (titre, corps du texte, bibliographie, légendes, coordonnée de l'auteur), une figure ou tableau, et peu ou pas de bibliographie. Format de présentation de la thèse : NOM Prénom (date) – Titre de la thèse. Thèse de doctorat soutenue le [date] à l'université de [nom] devant le jury composé de [noms].

Débats : un droit de réponse à un article publié en première partie peut être proposé. Dans ce cas, ce droit de réponse est, avec accord de son auteur, communiqué aux auteurs concernés qui peuvent à leur tour exercer un droit de réponse final. Les deux articles sont publiés en deuxième partie du même numéro.

Comptes rendus de livres : les auteurs souhaitant que leur ouvrage fasse l'objet d'un compte rendu dans le *Bulletin* doivent en adresser un exemplaire au siège, sans oublier d'en indiquer l'éditeur, le prix et l'adresse de commande si l'ouvrage n'est pas distribué en librairie ; le Comité de rédaction se charge alors de solliciter un lecteur s'il trouve pertinente une recension dans le *Bulletin*. Les comptes rendus spontanément envoyés à la rédaction sont soumis au conseil d'administration qui décide de leur publication et leur éventuel amendement. Les auteurs de l'ouvrage peuvent publier un droit de réponse au compte rendu qui a été fait de leur ouvrage et la publication de ce droit de réponse met un point final au débat.

Nécrologies : sauf décision du conseil d'administration de la SPF, les textes ne doivent pas dépasser 10 000 signes, hors bibliographie, et éventuellement une photographie.

Actualité des colloques, expositions et parutions : depuis 2017, ces rubriques sont enrichies au fil de l'eau sur le site web de la SPF et rassemblées chaque mois dans la *newsletter* mais ne sont plus présentées dans le bulletin papier. Les textes de présentation envoyés pour ces rubriques ne doivent pas dépasser 1 500 signes.

ACTUALITÉS SCIENTIFIQUES

DÉCOUVERTES RÉCENTES

Une sépulture du Néolithique récent dans une fosse à profil en Y-V à Marolles-sur-Seine « La Pierre Rognure » (Seine-et-Marne, Île-de-France)

Nicolas SAMUELIAN, Katia MEUNIER, Nathalie AMEYE, Valérie DELATTRE

Les travaux de diagnostic archéologique menés par une équipe de l'Inrap, à Marolles au lieu-dit « La Pierre Rognure » (Samuelian, 2017) ont permis la mise au jour d'une fosse oblongue orientée sud-ouest/nord-est, au profil longitudinal en W peu marqué et au profil transversal en Y ou V étroit. Elle mesure 2,3 m de long, 0,6 m de large en son centre et 0,8 m aux extrémités, et 1 m de profondeur. Elle a connu plusieurs phases d'utilisation s'achevant par une ultime dévolution funéraire.

Le fonctionnement de la structure

Une première utilisation (US 1)

Le fond de la fosse, vide de mobilier, est comblé, sur 45 à 65 cm d'épaisseur, par un limon sableux brun-beige compact tendant à remonter légèrement sur les bords (fig. 1-a).

L'inhumation (US 2)

Le squelette d'un individu immature, de sexe indéterminé, dont l'âge au décès est estimée à 10 ans $\pm$ 30 mois (Ubelaker, 1978) a été mis au jour à la base de l'US 2, à l'extrémité sud-ouest de la fosse (fig. 1-b) : orienté est-ouest, tête à l'ouest, il repose, en position repliée, au bas de la paroi. Le défunt a été installé en décubitus latéral gauche, les membres supérieurs (avant-bras ramenés en avant, vers l'épaule gauche) et le membre inférieur gauche hyper fléchi. La conservation des os est moyenne : les épiphyses des os longs, les clavicules, les scapulas ainsi que plusieurs segments rachidiens ont disparu. L'avant-bras droit repose sur l'humérus gauche, en aval de la mandibule. L'avant-bras gauche est hyper fléchi et la main est positionnée sous le calvarium (fig. 1-c).

Les observations taphonomiques, et notamment l'agencement général du corps, l'alignement des côtes avec l'ilium et celui du calvarium avec les genoux, laissent envisager le dépôt du cadavre dans une enveloppe en matière périssable dont les effets de contention souple, presque rectilignes, sont encore partiellement lisibles sur l'agencement des os.

La datation C^{14} réalisée sur un échantillon provenant d'un fémur indique une date de 4580 ± 30 BP (Beta-467635), soit une date calibrée comprise entre 3500 et 3100 av. J.-C., avec un pic de plus forte probabilité situé entre 3378 et 3323 av. J.-C. L'US 2, dans laquelle se trouvait l'individu se compose d'un limon argileux brun compact se développant jusqu'au sommet de la fosse. Cet apport de sédiment périphérique a été massif, visant à un colmatage définitif et immédiat du défunt. Il faut noter qu'un vase, retrouvé entier et posé sur sa base, semble clôturer ce geste funéraire. Bien sûr, l'absence de lien de proximité avec le défunt exclut l'hypothèse d'un dépôt céramique associé lors de l'inhumation (il ne s'agit donc pas, là, d'un mobilier d'accompagnement) mais on peut évoquer une intention, déployée par les contemporains : ici, après l'installation d'un défunt dans une fosse récupérée et transformée, la sacralisation de cette structure domestique a peut-être été achevée, dans un geste de fermeture ultime, par l'installation de ce récipient au sommet du comblement funéraire.

Un marqueur de sépulture en surface ? (US 3)

On a observé, dans la partie supérieure de l'US 2 et avant la mise au jour du squelette, une structure circulaire d'une quarantaine de centimètres de diamètre et d'épaisseur, au comblement très foncé et charbonneux (US 3) : cette fosse évoque un trou de poteau qui pourrait, peut-être, s'apparenter à l'ancrage d'un marqueur de surface (fig. 1-d).

La céramique

Le vase est de forme tronconique, à col très court et éversé, et à fond aplati (fig. 2). Sa hauteur est de 9,4 cm, et son diamètre à l'ouverture de 9 cm. Le décor est composé de trois boutons de forme ovale, mal lissés après collage, disposés en symétrie ternaire juste sous le col. Le fond du récipient est percé : la perforation, probablement effectuée après cuisson, mesure 1 cm de diamètre.

La terre a été préparée avec un dégraissant composé de silex brûlé et finement pilé (0,5-1 mm). La paroi du vase est très bosselée sur les 2/3 inférieurs, indiquant un

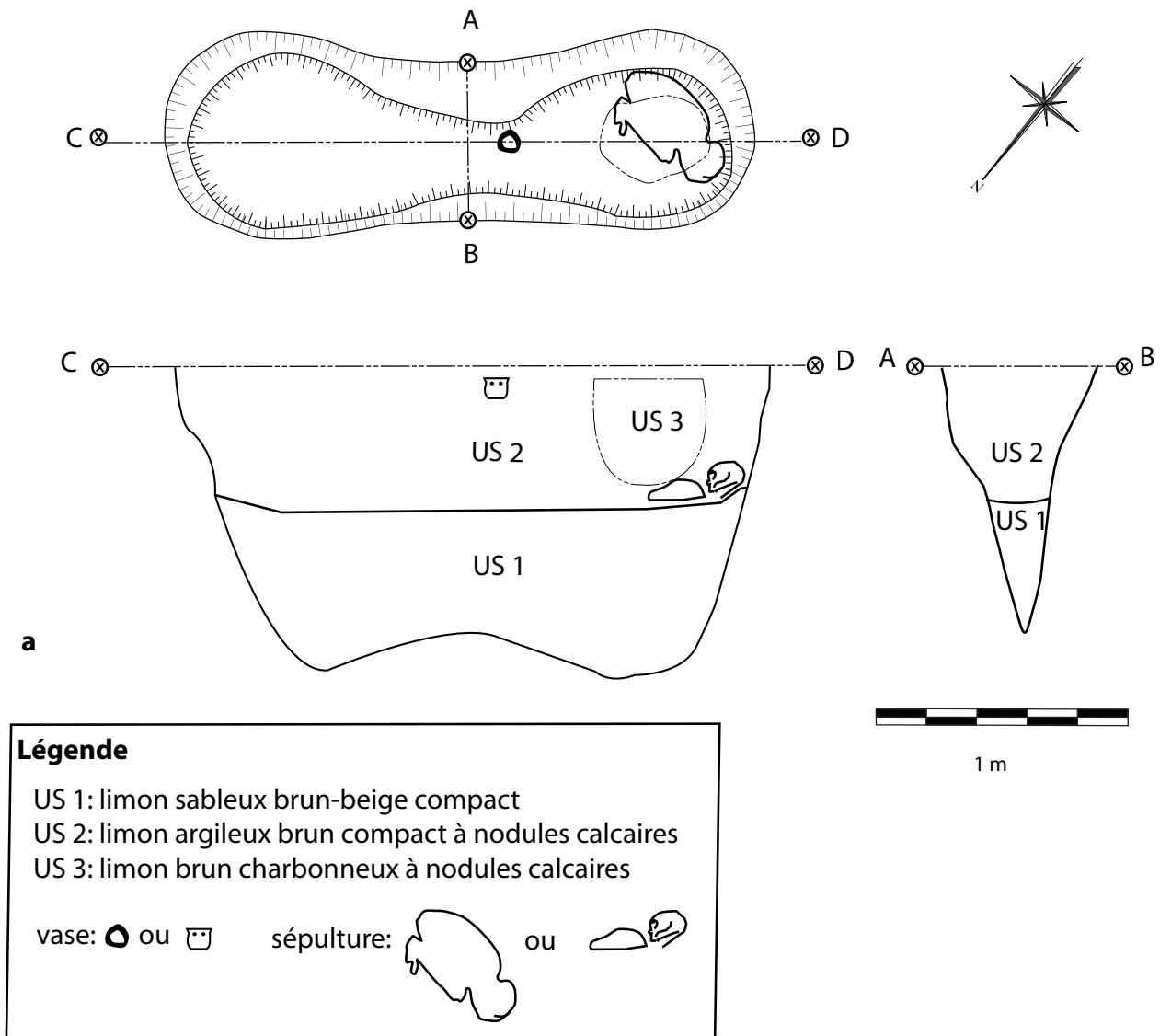
**b****c****d**

Fig. 1 – a, plan et coupe de la fosse ; **b**, vue de la sépulture dans l'US 2 située à l'extrémité sud-ouest de la fosse ; **c**, vue rapprochée du squelette ; **d**, vue de la partie supérieure du comblement de la fosse (US 2 incluant le récipient et US 3 caractérisée par un comblement charbonneux) (relevé et clichés : N. Samuelian, Inrap).



Fig. 2 – Dessin et vues du vase associé à la sépulture (dessin et clichés : K. Meunier, Inrap).

possible montage dans la masse. Puis, un ou deux colombins ont été ajoutés pour les 2 à 3 cm de la partie supérieure : sur le pourtour du récipient, une fracture suit le joint de colombyn en forme de gouttière. Les surfaces ont été sommairement lissées, laissant les inclusions apparentes. La pâte est noire au cœur et sur la face interne, beige à gris-brun sur la face externe.

Cette céramique regroupe un ensemble de caractères se rapportant à la fin du Néolithique moyen II (groupe de Balloy) et au Néolithique récent. La forme générale du profil tronconique est surtout caractéristique du Néolithique récent, en particulier de certains vases des hypogées de la Marne (Cottiaux *et al.*, 2014, fig. 6 ; Renard *et al.*, 2014, fig. 9, 10 et 13). Le petit col éversé trouve comparaison avec les profils complexes de cette période.

Les vases associés aux sépultures du groupe de Balloy sont plus stéréotypés, avec des formes à col sinueux bien dégagé ou plus rarement des petites coupes, par exemple à Villiers-sur-Seine (Peake *et al.*, 2006) et à Hermé (Ajob-Adrot *et al.*, 2016).

La localisation des boutons, en revanche, rappelle les configurations du groupe de Balloy, mais leur rythme en symétrie ternaire n'est pas si fréquent. En règle générale, on n'y observe qu'un seul bouton ou des boutons jumelés plus ou moins espacés qui se répètent rarement sur le pourtour du vase. En ce qui concerne le Néolithique récent, on note l'absence de boutons, et plus globalement celle des éléments de décor, à l'exception d'un vase des hypogées de la Marne comprenant une rangée de petits boutons sous le bord, au niveau d'une légère inflexion (Renard *et al.*, 2014, fig. 11 n° 9). Il est daté de l'étape moyenne du Néolithique récent.

Par ailleurs, le fond du vase est aplati mais la jonction entre la base et la panse est arrondie, conformément aux vases de la fin du Néolithique moyen II, et contrairement aux vases du Néolithique récent.

Enfin, le matériau se caractérise par l'ajout de dégraissant au silex, à l'instar de nombreux vases du Néolithique moyen II et du Néolithique récent.

Sur la base de ces comparaisons, ce vase illustrerait une transition entre la fin du Néolithique moyen (groupe de Balloy) et le Néolithique récent, ce qui est tout à fait cohérent avec la datation radiocarbone.

Concernant la particularité du fond percé, il n'existe pas d'exemple similaire pour le Néolithique du Bassin parisien. En contexte plus récent en Bassée, quelques céramiques du Bronze final – jattes tronconiques ou pots à panse ovoïde – ont un fond percé après cuisson ; l'hypothèse fonctionnelle proposée est celle d'entonnoir (Peake 2017, fig. 9).

Mise en perspective

Le plan oblong et le profil transversal, étroit et profond, de la fosse mise au jour à Marolles-sur-Seine se rapportent à la catégorie des « fosses à profil en V, W, Y... ». Suivant la typologie établie en Champagne-Ardenne, cette fosse présente un profil transversal intermédiaire en V et Y, avec un profil longitudinal en W peu marqué. Les dimensions correspondent également aux gabarits fréquemment observés (2,30 m × 0,60 à 0,80 m). Un inventaire de cette catégorie de structures a été réalisé pour le secteur de la confluence Seine-Yonne, mais peu de fosses ont livré du mobilier datant et aucune d'entre elles ne peut être rattachée au Néolithique récent (Issenmann, Peake, 2013).

La fonction la plus fréquemment retenue pour ce type de structure est celle de fosse de piégeage en lien avec la chasse mais, à Marolles-sur-Seine, aucun élément tangible ne permet de l'envisager. Il n'est pas rare d'observer une réutilisation de ces fosses à un stade avancé de leur comblement, en tant que dépotoir, four ou fosse sépulcrale. En Champagne-Ardenne, sur plus de 200 fosses recensées de type V, W, Y, trois cas seulement ont été

réutilisés en fosse sépulcrale (Achard-Corompt *et al.* 2013, fig. 32) mais le corpus tend à s'enrichir. La fosse à profil en W de Loisy-sur-Marne « ZAC de la Haute-Voie » (Marne), notamment, présente un squelette dans la partie supérieure de son comblement (Issenmann, Peake, 2013). Il s'agirait plutôt d'un dépôt opportuniste d'après la position de l'individu sur le ventre et la désorganisation des membres supérieurs. Le squelette a été daté du Néolithique final par le radiocarbone (entre 2780 et 2577 av. J.-C.). À Arcis-sur-Aube « le Prieuré » (Aube), également, l'inhumé, placé sur le côté droit, les membres supérieurs repliés, se trouvait dans la partie sommitale du comblement d'une fosse datée du Néolithique moyen (Achard-Corompt *et al.*, 2013).

Ces pratiques, qui restent rares, rappellent les nombreuses réutilisations de silos en sépulture – inhumations et dépôts secondaires – dans le Néolithique récent alsacien, comme à Bergheim « Saulager » (Perrin, Chenal, 2014) et Colmar « Aérodrome » (Lefranc *et al.*, 2012), où les squelettes ne reposent pas sur le fond des creusements mais dans le comblement intermédiaire des structures.

Conclusion

Le décapage autour de cette fosse en Y-V et les tranchées complémentaires n'ont pas permis de découvrir d'autres vestiges à mettre en relation. Seuls deux indices du Néolithique moyen II et du Néolithique final se situent à une cinquantaine de mètres. La succession d'événements mis en lumière par la fouille exhaustive de cette structure (comblement du fond de la fosse, inhumation, creusement de l'US 3, et dépôt de la céramique) demeure difficile à interpréter. On peut cependant raisonnablement proposer que cette fosse a, dans un premier temps servi au piégeage des animaux pour être, dans un second temps, réutilisée à des fins funéraires et rituelles, à l'instar de ce qui est déjà attesté, dans de rares cas pour ce type de fosse, mais plus fréquemment pour les fosses-silos.

Références bibliographiques

- ACHARD-COROMPT N., AUXIETTE G., FECHNER K., RIQUIER V., VANMOERKERKE J. (2013) – Bilan du programme de recherche : fosses à profil en V, W, Y et autres en Champagne-Ardenne, in N. Achard-Corompt, V. Riquier (dir.) - *Chasse, culte ou artisanat : les fosses « à profil en V, W, Y », 33^e supplément à la Revue archéologique de l'Est*, p. 11-81.
- AJOT-ADROT D., CHAUSSÉ C., COUDERC J., DAVID CH. (2016) – *Hermé (Seine-et-Marne), Lieu-dit « Pièces de la Motte » : Phase 1 : rapport de diagnostic*. Pantin, Inrap CIF, 2016.
- COTTIAUX R., SALANOVA L., BRUNET P., HAMON T., LANGRY-FRANÇOIS F., MAINGAUD A., MARTINEAU R., MILLE B., POLLONI A., RENARD C., SOHN M. (2014) – Synthèse des connaissances sur le Néolithique récent dans le Bassin parisien (3600-2900 av. J.-C.) : périodisation et définition de faciès régionaux, in : Cottiaux R., Salanova L. (dir.), *Le Néolithique récent dans le Centre Nord de la France*, 34^e Supplément à la *Revue archéologique de l'Est*/1^{er} Supplément à la *Revue archéologique d'Île-de-France*, p. 455-529.
- ISSENMANN R., PEAKE R. (2013) – Chasse, culte ou artisanat : les fosses « à profil en V, W, Y », in N. Achard-Corompt, V. Riquier (dir.) - *Chasse, culte ou artisanat : les fosses « à profil en V, W, Y », 33^e Supplément à la Revue archéologique de l'Est*, p. 109-119.
- LEFRANC PH., ARBOGAST R.-M., CHENAL F., HILDBRAND E., MERKL M., STRAHM CH., VAN WILLIGEN S., WÖRLE M. (2012) – Inhumations, dépôts d'animaux et perles en cuivre du IV^e millénaire sur le site Néolithique récent de Colmar « Aérodrome » (Haut-Rhin). *Bulletin de la Société préhistorique française*, 2012, tome 109, n°4, p. 689-730.
- PEAKE R. (2017) – Normes et variabilités d'un corpus céramique de la fin de l'âge du Bronze : l'exemple de Villiers-sur-Seine (Seine-et-Marne), in C. Mordant, S. Wirth (dir.), *Normes et variabilités au sein de la culture matérielle des sociétés de l'âge du Bronze*, Paris, Société préhistorique française (coll. Séances de la Société préhistorique française, 2), p. 105-120.
- PEAKE R., ALLENET G., AUXIETTE G., BOISSEAU F., CHAUSSÉ C., COUBRAY S., LEROYER C., MEUNIER K., MINNI D., PARIAT J.-G., PAUTRET-HOMERVILLE C., PERRIERE J., QUENEZ J.-P., SEGUIER J.-M., TOULEMONDE F. (2006) – *Villiers-sur-Seine « Le Gros Buisson » (Seine-et-Marne) / habitat aristocratique de la transition âge du Bronze/âge du Fer*, Rapport d'opération archéologique, Pantin, Inrap CIF.
- PERRIN B., CHENAL F. (2014) – Un habitat rubané et des inhumations en fosse circulaire du Néolithique récent à Bergheim « Saulager » (Haut-Rhin). *InterNéo 10*, p. 43-53.
- RENARD C., POLLINI A., SOHN M., IHUEL E., LANGRY-FRANÇOIS F., MAGNE P., MAINGAUD A., MARTINEAU R., SALANOVA L. (2014) - La collection Joseph de Baye au Musée d'Archéologie Nationale, in : R. Cottiaux, L. Salanova (dir.), *Le Néolithique récent dans le Centre Nord de la France*, 34^e Supplément à la *Revue archéologique de l'Est*/1^{er} Supplément à la *Revue archéologique d'Île-de-France*, p. 313-371.
- SAMUELIAN N. (2017) – *Marolles-sur-Seine (Seine-et-Marne), Extension carrière CBMTP lieu-dit « La Pierre Rognure » : rapport de diagnostic*. Pantin, Inrap CIF.
- UBELAKER D.H. (1978) - *Human Skeletal Remains: Excavation, Analysis, Interpretation*. Chicago, Aldine Pub. Co., 1978.

Nicolas SAMUELIAN

Inrap Centre-Île-de-France
UMR 8068 Technologie et Ethnologie
des Mondes Préhistoriques (Temps)
34-36 avenue Paul Vaillant-Couturier
93120 La Courneuve

Katia MEUNIER

Inrap Bourgogne-Franche-Comté
UMR 8215 Trajectoires, De la sédentarisation à l'État
18 rue de la Chapelle
89510 Passy
katia.meunier@inrap.fr

Nathalie AMEYE

Inrap Centre-Île-de-France
18 rue de la Chapelle
89510 Passy
nathalie.ameye@inrap.fr

Valérie DELATTRE

Inrap Centre-Île-de-France
UMR 6298 Archéologie, Terre, Histoire, Sociétés
(ARTEHIS)
56 Boulevard de Courcerin
77183 Croissy-Beaubourg
valerie.delattre@inrap.fr

CORRESPONDANCE

L'analyse topologique des remontages archéologiques : la méthode TSAR et le package R Archeofrag

Sébastien PLUTNIAK

Limites actuelles de l'analyse taphonomique des remontages

Une part importante du travail archéologique consiste à reconnaître et déterminer les limites d'unités spatiales. Ces unités sont de natures diverses : limites entre couches sédimentaires, limites d'un creusement, limite entre l'intérieur et l'extérieur d'un habitat, etc. Plusieurs méthodes concourent à cette tâche, dont l'observation durant la fouille, l'analyse sédimentologique, l'étude de la distribution des objets archéologiques, et l'analyse des remontages entre les parties d'objets fragmentés. Une abondante littérature est consacrée à l'analyse des remontages (Cziesla, 1990 ; Schurmans et De Bie dir., 2007, etc.), qui sont employés à des fins diverses, dont reconstituer la forme des objets, déterminer des chaînes opératoires, ou évaluer la robustesse des divisions entre unités spatiales et éclairer la taphonomie d'un site. En dépit des nombreux travaux portant sur cette dernière application, plusieurs problèmes demeurent irrésolus, dont trois en particulier.

L'ignorance de la topologie

Distinguer des types de relations entre fragments a compté parmi les voies empruntées pour améliorer les méthodes d'analyse des remontages. Les approches les plus sophistiquées définissent ainsi jusqu'à sept types de relations (López-Ortega *et al.*, 2011). Les méthodes existantes reposent néanmoins toutes sur le *décompte* des relations, sans tenir compte de leurs *positions relatives* dans le volume de l'objet (leur topologie). Or, comme récemment démontré (Plutniak, 2021b), des ensembles de remontages suggérant des interprétations archéologiques différentes, à nombres de fragments et de relations égaux, ne peuvent être distingués qu'en tenant compte de leur topologie (fig. 1).

Les limites de l'intuition

Lorsque s'accroît la quantité de relations et la complexité de leurs configurations le jugement intuitif est rapidement limité. Ceci s'illustre par la diversité des réponses apportées par des archéologues invités à ordonner en fonction de leur mélange une série d'exemples où deux unités spatiales présentent des remontages internes et externes (Plutniak, 2021b). L'appréciation immédiate

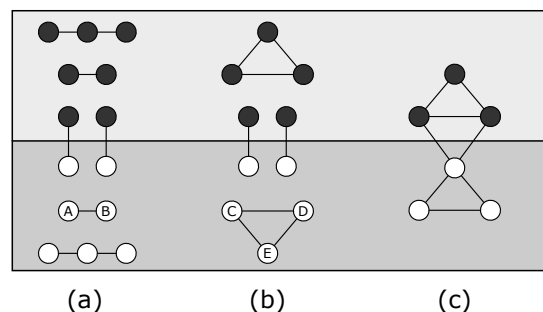


Fig. 1 – La nécessité de tenir compte de la topologie des relations : trois paires d'unités spatiales (e.g., des couches) contenant le même nombre de fragments et de remontages internes ($n=6$) et externes ($n=2$). Bien que le nombre de relations soit égal dans tous les cas, l'interprétation archéologique de chaque cas est très différente : la distinction entre les unités sera jugée valide en (a) ; valide également en (b) mais avec une certitude supérieure à propos de la position initiale de chaque objet ; et douteuse en (c).

d'un tableau de décompte ou de la représentation graphique de la spatialisation de remontages est donc insuffisante.

L'impossibilité de comparer

L'impossibilité d'observer les états antérieurs d'un site, et l'absence de référentiels expérimentaux, rendent difficile la définition de seuils pour qualifier l'importance des mélanges et perturbations : par exemple, comparant la répartition des relations dans et entre des couches, considérera-t-on que le mélange de ces couches est « important » à partir de 2 %, 5 %, ou 10 % de relations externes ?

Réponses de l'analyse topologique (méthode TSAR)

Principes généraux

L'analyse topologique des remontages archéologiques (*Topological Study of Archaeological Refitting*, ou TSAR) apporte une solution à ces trois problèmes (Plutniak, 2021b) : 1) en tenant compte de la topologie des relations de connexion entre fragments (« remontages » au sens strict) ; 2) en définissant une méthode systématique fondée sur l'analyse de graphes et automatisée sous la forme d'un logiciel ; 3) en ayant recours à la simulation pour palier l'impossibilité d'observer les états antérieurs d'un site.

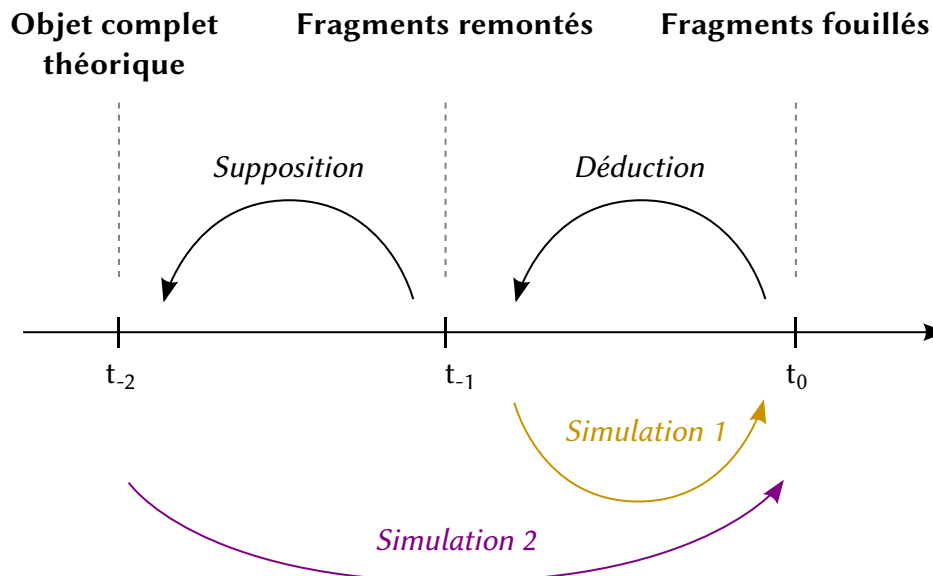


Fig. 2 – Simulation des processus de fragmentation : les trois points dans le temps sont liés par des opérations épistémologiques différentes, qui déterminent deux usages différents du simulateur.

L'idée de modéliser par des graphes les ensembles de relations de connexion entre fragments avait déjà été émise (Gouletquer, 1979, p. 26-30, Cziesla, 1990 ; Michel, 2002, p. 122-123). Elle n'avait, toutefois, jamais été systématisée comme méthode et implémentée dans des outils pouvant être appliqués. Dans la méthode TSAR, l'évaluation de la pertinence des limites entre unités spatiales repose sur le calcul de la *cohésion* de ces unités. La cohésion reflète l'idée intuitive de consistance, la mesure dans laquelle chaque unité spatiale « adhère » à elle-même. Les valeurs de cohésion (*cohesion*) sont calculées pour une paire d'unités spatiales (par exemple, deux couches superposées). La cohésion de chaque unité est comprise entre 0 et 1 et leur somme n'excède jamais 1. Le mélange (*admixture*) de deux unités spatiales est égal à la valeur de cohésion d'une troisième unité virtuelle définie à l'intersection des deux unités spatiales considérées, soit : $1 - (\text{cohésion}_{\text{unité 1}} + \text{cohésion}_{\text{unité 2}})$.

L'interprétation des valeurs de cohésion et de mélange, une fois calculées à partir de données archéologiques, suppose des références auxquelles les comparer. L'approche la plus simple, quoique limitée, consiste à comparer les valeurs obtenues pour les différentes paires d'unités spatiales d'un site. Compte tenu de l'absence de jeux de données empiriques de référence, la méthode TSAR recourt à la simulation numérique. Un algorithme simulant la fragmentation et la dispersion d'objets archéologiques a été développé, admettant de nombreux paramètres (nombre d'unités spatiales à l'état initial, nombre d'objets initiaux, nombre de fragments ou de relations finales, etc.). Il devient ainsi possible de comparer des données empiriques avec les résultats de multiples scénarios de fragmentation. Cela permet, par exemple, d'estimer si les données observées correspondent davantage au résultat d'un processus ayant eu une ou deux unités spatiales initiales.

Le simulateur permet ainsi à l'observation de « remonter le temps » en générant des séries d'états antérieurs possibles du site. Ces états peuvent correspondre à deux points dans le passé, définissant deux usages différents du simulateur (fig. 2). Appelons t_0 le moment de l'observation (lors de la fouille ou au laboratoire) des fragments épars et éventuellement incomplets d'un objet. L'identification des connexions entre ces fragments permet de reconstituer un état hypothétique de l'objet à t_{-1} . En paramétrant le simulateur avec les valeurs observées à t_{-1} il est donc possible de simuler le processus de fragmentation et de dispersion entre t_{-1} et t_0 . Néanmoins, lorsque les fragments des objets sont incomplets, t_{-1} ne correspond pas au moment de déposition initial, alors noté t_{-2} . Simuler la fragmentation entre t_{-2} et t_0 suppose d'introduire des hypothèses supplémentaires à propos de l'état initial t_{-2} (nombre d'objets initiaux, nombre de fragments perdus, etc.), définissant un second usage possible – et à ce jour encore non exploité – du simulateur.

Enregistrement des données

L'approche TSAR peut être appliquée à divers types d'objets fragmentés et d'unités spatiales archéologiques, par exemple : des fragments de céramiques répartis dans des couches sédimentaires ; des fragments d'os répartis entre l'intérieur et l'extérieur d'une structure d'habitat ; des fragments de pierres taillées répartis entre l'intérieur et l'extérieur de foyers, etc. Les données doivent néanmoins respecter certains critères.

- Une quantité suffisante de données : la quantité minimale est toutefois faible, puisque la distribution des relations entre une vingtaine de fragments dépasse largement nos capacités d'évaluation intuitive ou visuelle et requiert déjà la quantification et le calcul (cf. le deuxième problème signalé en introduction).

id	fragment 1	fragment 2
1	A	B
2	C	D
3	D	E
4	E	C

Tabl. 1 – Enregistrement des relations entre fragments (illustration à partir des exemples donnés dans la fig. 1).

- La description individuelle des relations entre fragments : un simple tableau suffit, dans lequel chaque ligne comprend les identifiants uniques de deux fragments jointifs (tabl. 1).

- La présence de topologies plus complexes que des paires de fragments (tel qu'en figure 1). Sans cela, l'approche TSAR n'apporte aucune plus-value particulière.

Implémentations logicielles

Le package R Archeofrag

Afin de faciliter son usage, l'approche TSAR est implémentée dans le package R Archeofrag (Plutniak, 2021a). Archeofrag est publié dans le dépôt *Comprehensive R Archive Network* (CRAN) et le code de la version de développement est déposé sur github¹. Le package contient plusieurs ensembles de fonctions permettant de :

- créer, vérifier et transformer un graphe de fragmentation ;
- le visualiser sous la forme d'un diagramme liens-nœuds ;
- attribuer une pondération aux relations (tenant compte des propriétés topologiques des sommets et, optionnellement, de la taille des fragments et des distances entre leurs lieux de découverte) ;
- pour une paire d'unités spatiales, compter le nombre de relations dans et entre ces unités spatiales, calculer leur cohésion et leur mélange ;
- simuler des graphes de fragmentation ;
- altérer un graphe de fragmentation (pour, par exemple, simuler des données manquantes) ;
- à partir d'un graphe de fragmentation empirique, simuler des graphes similaires, calculer et comparer plusieurs métriques (cohésion, etc.) et renvoyer les résultats dans un format facilitant la comparaison et l'interprétation ;
- au sein d'une unité spatiale, mesurer plusieurs caractéristiques topologiques du graphe de fragmentation ;
- enfin, indépendamment de l'analyse topologique, des fonctions concernent l'analyse des relations de similarité (établies entre des fragments dont on présume qu'ils proviennent d'un même objet sans pouvoir observer de relation de connexion permettant de les remonter).

Pour être publié sur le CRAN, un package doit satisfaire à une batterie de tests et à des prérequis exi-

geants, dont le fait d'être documenté. La documentation d'Archeofrag contient ainsi de nombreuses explications et exemples sur ses différentes fonctions. En outre, ces fonctions sont également présentées par la pratique dans un tutoriel (Plutniak, sous presse).

L'application R/Shiny

Archeofrag facilite l'usage de la méthode TSAR. Néanmoins, l'implémentation sous la forme d'un package R constitue un possible frein à son utilisation. Cette limite a été levée par le développement d'une interface graphique sous la forme d'une application web² (fig. 3). Cette application, codée en R/Shiny, est actuellement hébergée sur les serveurs du consortium Huma-Num. L'utilisateur est guidé dans les différentes étapes et fonctionnalités d'une analyse TSAR, qu'il peut alors réaliser de manière autonome sur ses données.

Perspectives

Le développement de la méthode TSAR se poursuit, qu'il s'agisse du package R, de l'interface web, ou de leurs applications. Cette approche a déjà été employée pour le matériel céramique des sites de Liang Abu (Indonésie, Plutniak, 2021b) et du Taï (France, Caro *et al.*, 2022). Explorer et perfectionner les potentialités de cette méthode requerra, d'une part, des applications supplémentaires et leur diversification, notamment à des types de matériaux et d'unités spatiales différents, et à des objets fracturés en conditions expérimentales permettant la constitution de référentiels (séquence de taille lithique, fragmentation de vase, piétinement d'objets osseux, etc.). D'autre part, le potentiel du simulateur reste encore largement à explorer, ce qui pourrait être mené en tirant parti du calcul haute performance et de méthodes d'exploration de variables.

Références

- CARO J., MANEN C., BAUX A., PLUTNIAK S. (2022) – Les productions céramiques du Néolithique ancien et moyen : approches céramo-stratigraphique, technologique et morpho-stylistique, in C. Manen (dir.), *Le Taï (Remoulins – Gard). Premières sociétés agropastorales du Languedoc méditerranéen (6^e–3^e millénaire avant notre ère)*, Toulouse, Archives d'Écologie Préhistorique, p. 616-687.
- CZIESLA E. (1990) – On Refitting of Stone Artefacts : International Symposium on Refitting stone artefacts, in E. Czesla *et al.* (dir.), *The Big Puzzle*, Bonn, Holos (coll. Studies in modern archaeology), p. 9-44.
- GOULETQUER P. (1979) – *Préhistoire du futur : Connaître les pays est un repos*, Morlaix, Éditions Bretagnes, 112 p.
- LÓPEZ-ORTEGA E., RODRÍGUEZ X.P., VAQUERO M. (2011) – Lithic Refitting and Movement Connections : The NW area of level TD10-1 at the Gran Dolina site (Sierra de Atapuerca,

1. <https://github.com/sebastien-plutniak/archeofrag>.

2. <https://analytics.huma-num.fr/Sebastien.Plutniak/archeofrag>.

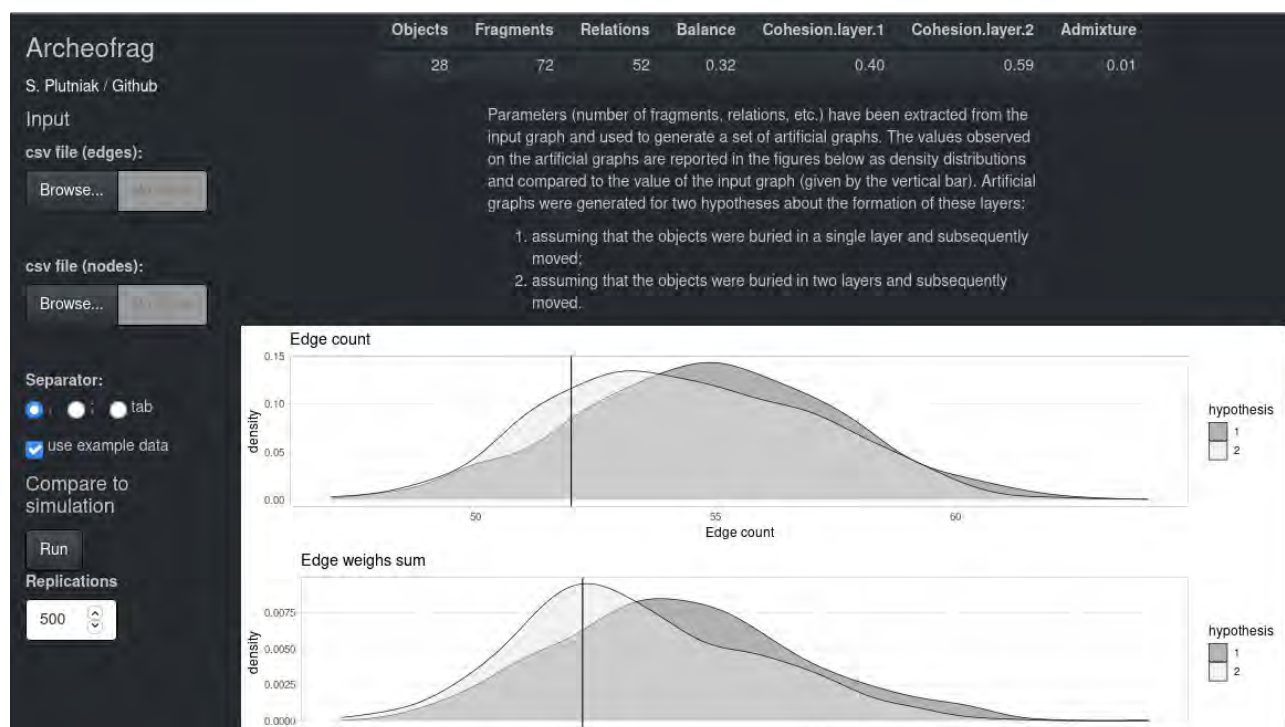


Fig. 3 – L'application web R/Shiny pour archeofrag/TSAR.

Burgos, Spain), *Journal of Archaeological Science*, 38, 11, p. 3112-3121.

MICHEL R. (2002) – *Saint-Blaise/Bains des Dames, 3. Typologie et chronologie de la céramique néolithique : Céramostratigraphie d'un habitat lacustre*, Neuchâtel, Service et musée cantonal d'archéologie (coll. Archéologie neuchâteloise, 27), 222 p.

PLUTNIAK S. (2021a) – *Archeofrag: An R Package for Refitting and Spatial Analysis in Archaeology*, 2021, DOI : 10.5281/zenodo.4720392, consultable à <https://CRAN.R-project.org/package=archeofrag>.

PLUTNIAK S. (2021b) – The Strength of Parthood Ties. Modeling Spatial Units and Fragmented Objects with the TSAR Method – Topological Study of Archaeological Refitting, *Journal of Archaeological Science*, 136, 105501, DOI : 10.1016/j.jas.2021.105501.

PLUTNIAK S. (sous presse) – Archeofrag: An R Package for Refitting and Spatial Analysis in Archaeology, *Journal of Open Source Software*.

SCHURMANS U., DE BIE M. (dir.) (2007) – *Fitting rocks: Lithic refitting Examined*, Oxford, Archaeopress (coll. British Archaeological Reports International series, 1596).

Sébastien PLUTNIAK

UMR Traces

Université Toulouse - Jean Jaurès

Maison de la Recherche

5, allées Antonio Machado

31058 Toulouse Cedex 9

sebastien.plutniak@posteo.net

RÉSUMÉS DE THÈSE

Elisa CARON-LAVIOLETTE (2021) – *(Ré)occupations : réflexions autour de la variabilité magdalénienne à travers une séquence exceptionnelle d'occupations à Étiolles*, Thèse de doctorat soutenue le 26 novembre 2021 à l'université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne devant le jury composé de F. Bon (rapporteur), P. Crombé (examinateur), M. Langlais (examinateur), M. Olive (examinatrice), J. Pelegrin (rapporteur) et B. Valentin (directeur).

Contexte archéologique et ambition de l'étude

Le site d'Étiolles (Essonne) tient depuis près de cinquante ans un rôle majeur dans le renouvellement des méthodes de l'archéologie préhistorique, ainsi que des connaissances et des problématiques sur les sociétés du Magdalénien dans le Bassin parisien. La combinaison sur ce gisement d'un contexte topographique très favorable à la préservation des niveaux d'occupation successifs et de l'accès à des blocs siliceux d'excellente qualité et de grandes dimensions en fait l'un des rares contextes du Paléolithique où l'on peut prétendre mener des travaux d'ambition non seulement paléothnographique, mais même paléosociologique (voir Pigeot, 1987). La mise en perspective des comportements finement documentés à Étiolles même, au fil de la stratigraphie, ainsi que dans d'autres gisements de la région, permet en outre d'appréhender les changements qui ont marqué cette période dans le Bassin parisien, par une démarche dite paléohistorique (voir Valentin, 2008).

C'est donc dans la continuité de travaux fondateurs déjà menés sur Étiolles et sur les sites d'habitat du Bassin parisien que s'est inscrite cette thèse, dont le cœur est formé par l'analyse de trois unités d'occupation appelées respectivement D71-1, D71-2 et D71-3. Mais ces trois unités ont aussi la particularité d'être superposées en stratigraphie autour du même foyer (fig. 1) et séparées, chacune l'une de l'autre, par une fine couche de limons, autrement dit de matérialiser trois séjours consécutifs des Magdaléniens dans un même lieu précis sur une courte durée. Cette configuration exceptionnelle permet de proposer l'hypothèse de réoccupations par une même bande nomade, voire par une même famille, à l'échelle de quelques années voire de quelques générations.

L'étude comparée des vestiges de chacun de ces trois séjours successifs permet par conséquent d'aborder la variabilité des comportements préhistoriques à trois échelles : celle, déjà largement explorée via une démarche diachronique, des mutations culturelles du Tardiglaciaire ; celle des nuances discrètes entre les comportements de chaque individu, propre aux approches paléosociologiques ; celle, surtout, qui opère au sein d'un même groupe culturel, au gré des circonstances de chaque occupation. C'est cette échelle intermédiaire qui nous est rarement accessible pour ces périodes anciennes, et qui permet de distinguer, au sein de la variabilité des comportements, celle qui reflète des divergences dans les

traditions culturelles, en synchronie ou en diachronie, de celle d'ordre plus circonstanciel.

Ces trois échelles de variabilité sont mises en perspective à travers deux axes d'investigation : d'une part, l'analyse technologique des chaînes opératoires de taille, et d'autre part la reconstitution des activités et du fonctionnement de chaque unité d'occupation, permise par la grande qualité de préservation des sols d'occupation.

Un système de débitage laminaire singulier : résultats de l'étude technologique

Grâce à la pratique des remontages exhaustifs et à l'enregistrement des ensembles remontés en 3D par la méthode de la photogrammétrie, les chaînes opératoires de débitage – essentiellement laminaire – ont pu être finement documentées pour chacune des unités D71. Une fois appréciée la variabilité interne, notamment due aux degrés de savoir-faire et aux niveaux d'ambition inégaux d'une opération de taille à une autre, un schéma opératoire de débitage laminaire partagé a pu être mis en évidence. Cette manière commune de produire des supports laminaires, si elle est stable à l'échelle de la séquence des trois unités, s'écarte de la méthode décrite ailleurs dans le Magdalénien récent, y compris dans d'autres unités d'occupation du même gisement. Les tailleurs de D71 ont en effet exploité préférentiellement des volumes à face large et de profil rectiligne, et ont mis en œuvre un ensemble particulier de procédés techniques pour y parvenir, depuis la mise en forme des nucléus jusqu'à l'extraction des supports.

À ce stade, les éléments de comparaison au-delà de l'échelle intrasite sont trop épars pour connaître l'échelle géographique et chronologique de ce phénomène technique. Cette méthode de débitage s'accorde pour l'instant assez mal avec l'hypothèse d'une spécificité chronologique, et ne semble pas non plus pouvoir être réduite à une explication de nature purement technique ou fonctionnelle. Reste la possibilité, qu'il conviendra d'approfondir, d'une tradition technique parallèle à d'autres et alternative, dont la diffusion a pu se faire à une échelle très restreinte. Il existe en tout cas différentes manières de concevoir le débitage laminaire au Magdalénien récent, et cela pose par conséquent la question de la valeur chronologique des méthodes de débitage laminaire, réputées stables jusqu'ici.

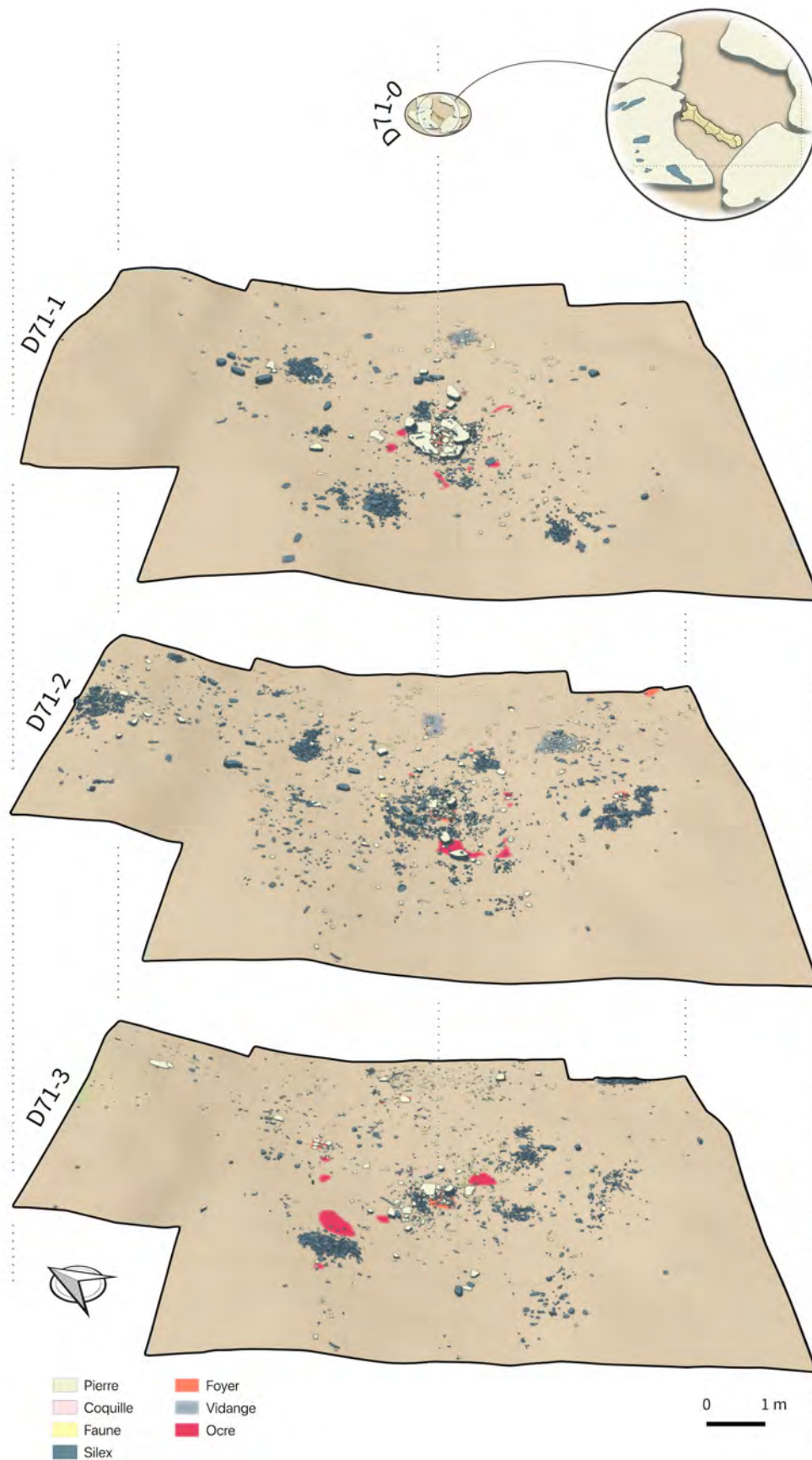


Fig. 1 – Vue générale des quatre épisodes constituant la séquence D71.

Trois unités d'occupation aux statuts différents ? Résultats de l'analyse comparée des activités

Un certain nombre d'activités ont pu être identifiées dans chaque unité et le fonctionnement de chacune d'elles a pu être reconstitué à partir des données spatiales et microstratigraphiques enregistrées à la fouille, et en mobilisant l'ensemble des informations disponibles sur les trois unités D71, données issues de différentes études spécialisées portant sur les différents types de vestiges conservés (étude archéozoologique, analyse et raccords des roches non taillées, analyses micromorphologiques, études tracéologique et technologique du matériel lithique, étude des éléments de parure en coquillages).

Au final, les deux unités d'occupation les plus profondes, D71-2 et D71-3, s'apparentent à des espaces à vocation domestique, où se sont déroulées de nombreuses activités du quotidien, vraisemblablement en partie protégés par une couverture construite, au moins pour la riche unité D71-2. Par contraste, l'unité la plus récente D71-1 se distingue par une moindre diversité de vestiges : les restes animaux, ainsi que les témoins de production et d'utilisation d'éléments d'armes en silex, y sont singulièrement rares, tandis que la production de grandes lames à usage différé y domine largement le spectre des activités identifiées. Cette unité, et tout particulièrement son foyer à couronnes de dalles, semble aussi avoir été, au moins à un moment, un lieu à valeur symbolique : c'est parmi ces dalles que l'on a retrouvé un galet de calcaire gravé de chevaux, de rennes, et d'un personnage anthropomorphe ; c'est aussi dans ce foyer que, postérieurement à l'abandon du lieu, a été déposée une encolure de cheval – geste nommé « D71-0 » (fig. 1) qui pourrait bien avoir revêtu une connotation symbolique. En outre, la structuration très forte de l'espace de l'unité D71-1 suggère, plus encore que pour les unités plus anciennes, la présence d'un abri centré autour du foyer.

Afin de caractériser au mieux chaque unité en termes de statut au sein du campement, une typologie des unités d'occupation dans les campements résidentiels a été proposée à partir d'un référentiel d'unités d'occupation documentées sur les sites d'habitat magdaléniens d'Étiolles et de Pincevent (Seine-et-Marne) ainsi que dans plusieurs publications ethnographiques sur les chasseurs-cueilleurs

nomades. Plusieurs hypothèses sont ensuite proposées pour expliquer les changements dans le fonctionnement de l'espace qui entoure le foyer D71 d'un séjour à un autre.

Conclusion

Ce travail avait pour ambition d'explorer la variabilité des comportements au Magdalénien récent à travers une approche multiscalaire. À l'échelle la plus large, l'étude des chaînes opératoires de taille des unités D71 montre qu'il existe une diversité inattendue dans les méthodes de production des supports laminaires à cette période. La question de savoir si la méthode originale appliquée par les tailleurs de D71 l'a aussi été ailleurs, en contemporanéité ou à d'autres moments, reste largement à explorer. À l'échelle d'une même bande locale, voire d'une même famille, revenue s'installer régulièrement à Étiolles, ce sont d'autres changements qui sont donnés à voir, qui concernent cette fois le mode d'occupation d'un même espace, c'est-à-dire la nature, le degré et l'organisation des activités, au gré des circonstances particulières de chaque séjour.

Références bibliographiques

- PIGEOT N. (1987) – *Magdaléniens d'Étiolles. Économie de débitage et organisation sociale (L'unité d'habitation U5)*, Paris, CNRS Éditions (XXV^e supplément à *Gallia Préhistoire*), 168 p.
- VALENTIN B. (2008) – *Jalons pour une paléohistoire des derniers chasseurs*, Paris, Publications de la Sorbonne, 325 p.

Elisa CARON-LAVIOLETTE

Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne

UMR 8068 TEMPS

MSH Mondes

21 allée de l'Université, 92023 Nanterre Cedex

elisa.laviolette@gmail.com

Clément PARIS (2021) – *La période du Gravettien dans la zone loessique du Nord de la France : traditions culturelles et dynamiques de peuplement*, Thèse de doctorat soutenue le 7 septembre 2020 à l'université Paris I Panthéon-Sorbonne devant un jury composé de Pierre Antoine (directeur de recherche CNRS UMR 8591, examinateur), Pierre Bodu (chargé de recherche CNRS UMR 7041, rapporteur), Jean-Pierre Bracco (professeur à l'université d'Aix-Marseille, rapporteur), Jean-Pierre Fagnart (conservateur territorial en chef du patrimoine, examinateur), Laurent Klaric (chargé de recherche CNRS UMR 7055, examinateur), Pierre Noiret (professeur à l'université de Liège, rapporteur) et Boris Valentin (professeur à l'université de Paris I Panthéon-Sorbonne, directeur).

Le Paléolithique supérieur ancien de la région loessique du Nord de la France est resté mal connu jusqu'à une date récente. L'hypothèse d'un abandon du territoire des Hauts-de-France en raison de conditions climatiques et environnementales rigoureuses lors du Pléniglaciaire supérieur a souvent été avancée, sans toutefois être solidement étayée et démontrée. Depuis quelques années cependant, les découvertes de gisements se sont multipliées entraînant une nouvelle dynamique de recherche et un important renouvellement de nos connaissances sur les occupations attribuables à la sphère gravettienne.

Située dans la zone périglaciaire, la région étudiée présente d'importantes séquences de dépôts loessiques qui ont largement contribué à la préservation des gisements archéologiques. Ce contexte privilégié a favorisé l'attribution chronostratigraphique des occupations, bien souvent étayée par un corpus de datations radiochronologiques et de données paléoenvironnementales. Le recouvrement rapide par des loess poudreux autorise également une approche paléolithologique des occupations. Une évaluation des biais taphonomiques et méthodologiques a permis de discuter de la représentativité des occupations dans l'espace et dans le temps, et de mieux cerner la dynamique de peuplement des populations gravettiennes du Nord de la France, en tenant compte plus particulièrement du rôle du climat et de l'environnement.

Principaux résultats

Le corpus étudié comprend dix gisements au total. Ils sont d'inégale valeur, avec des sites de premier ordre et d'autres qualifiés de complémentaires.

Trois traditions ont été distinguées. La plus ancienne est représentée par trois gisements datés par le radiocarbone vers 28000 BP, soit 33-32 ka cal. BP (Amiens-Renancourt 2 ; Havrincourt 2 N2 ; Languevoisin-Quiquery, « Sole de la voie de Quiquery »). Ces occupations semblent de courtes durées, orientées vers des activités logistiques spécialisées dans la boucherie ou l'acquisition de matière première lithique. Les éléments diagnostiques permettant une attribution à une tradition précise sont absents, mais nous proposons de les rapprocher du « Maisiérien » dont les modalités de débitage laminaire et la chronologie sont très comparables.

La seconde tradition est la moins bien documentée (Hermies-Cimetière ; Corbehem, Rue de Gouy ; Margny-aux-Cerises, « le Plan Caron »). Sa reconnaissance se

base sur divers rapprochements stratigraphiques et typo-technologiques, mais souffre cependant de l'absence d'un calage chronologique précis. L'industrie lithique se caractérise par une production de lames rectilignes obtenues à partir de nucléus très cintrés. À Margny-aux-Cerises, deux fragments de pointes de la Font-Robert viennent suggérer un rapprochement avec une tradition évoluée du Gravettien ancien reconnue en Belgique et dans le Bassin parisien vers 26500 BP, soit 31 ka cal. BP.

La dernière tradition prend place à la fin du Gravettien, autour de 23000 BP (soit 27,5 ka cal. BP). L'industrie lithique des gisements correspondants (Amiens-Renancourt 1 ; Hallines, « Maison Levert » ; Elnes, « Briqueterie Coquempot » ; Catigny, « SP. 31 ») est caractérisée par une production de grandes lames, et de lamelles obtenues sur tranche d'éclat. Les armatures, sur supports lamellaires, sont principalement des microgravettes et des lamelles à dos. Amiens-Renancourt 1 a également livré une série de parures et un ensemble de statuettes féminines en craie exceptionnelles. Tous ces éléments ont permis de faire des rapprochements avec des gisements jusqu'ici mal calés dans la sériation gravettienne. Cette tradition, le Gravettien récent-final, pourrait prendre place entre le Gravettien récent type Cirque de la Patrie et le Gravettien final, reconnu dans le Sud-Ouest de la France.

Le nombre réduit de traditions reconnues, par rapport à la périodisation actuelle du Gravettien et l'absence de certaines comme le Rayssien ou le Noaillien du Gravettien moyen par exemple, pourtant facilement identifiables par leurs « fossiles-directeurs », ont été le point de départ d'une réflexion sur la représentativité des gisements gravettiens en France septentrionale. Concernant la conservation des gisements, une implantation des occupations vers les bas de versants est observée. Ces secteurs bénéficient souvent d'une épaisseur importante de loess, dans le cas d'une exposition vers le nord-est et d'une pente douce, ce qui implique potentiellement une bonne conservation des gisements grâce à un enfouissement rapide. Des phases érosives ou hiatus dans l'enregistrement stratigraphique sont toutefois fréquemment observés mais semblent liés aux conditions locales et à la topographie. À l'échelle de la région, aucun phénomène érosif récurrent ou hiatus systématique n'est signalé dans l'enregistrement sédimentaire de cette période. En s'appuyant sur les nombreuses données issues de plusieurs milliers de sondages, les zones les plus favorables (bas de versant)

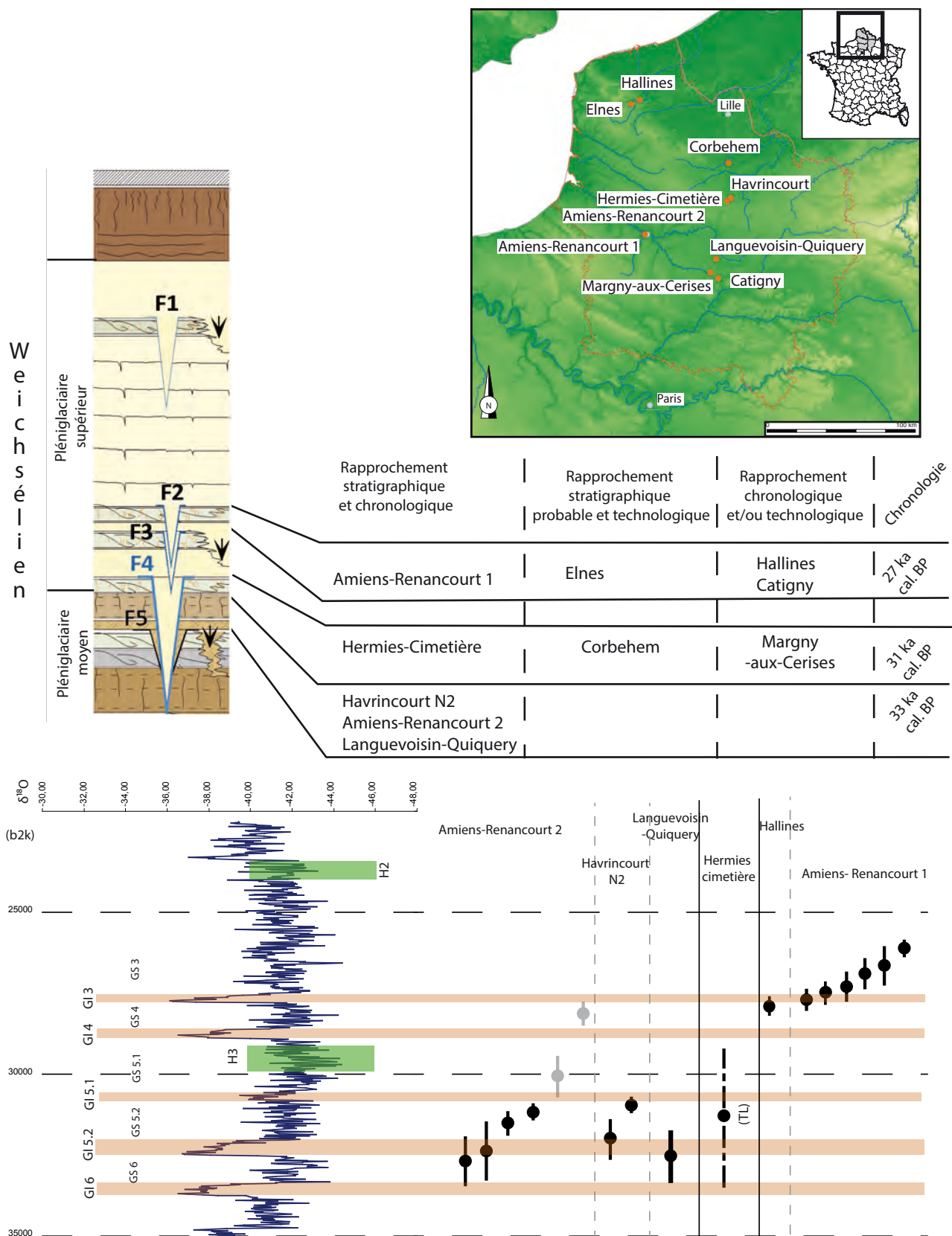


Fig. 1 – En haut à droite : carte de localisation des gisements gravettiens dans le Nord de la France ; au centre : proposition chronostratigraphique à partir de la stratigraphie loessique synthétique régionale (d'après Antoine *et al.*, 2016, modifié) ; en bas : corrélation de la courbe isotopique GIC05 avec les datations radiocarbone calibrées de gisements gravettiens du Nord de la France (calibration Intcal 13, oxCal).

semblent moins impactées par les opérations d'archéologie préventive. De plus, quand elles le sont, la découverte d'une concentration est rendu aléatoire compte tenu de la surface réduite des gisements gravettiens et de leur profondeur d'enfouissement souvent importante. Cet état des lieux explique en partie le nombre relativement réduit de gisements dans le Nord de la France. Leur découverte récente est liée à des opérations de grande ampleur, situées dans des secteurs jusqu'ici peu concernés par les aménagements.

Si cette évaluation taphonomique et méthodologique met en lumière certains facteurs limitant pour la découverte des gisements, elle n'explique pas l'absence de certaines traditions gravettiennes. D'ailleurs, les plages chronologiques associées habituellement à ces traditions sont corrélées avec les phases de sédimentation loessique les plus importantes. L'absence d'occupations dans ces loess contraste avec le constat que l'ensemble des gisements gravettiens en contexte stratigraphique sont conservés dans des sols de type prairie arctique ou gley de toundra s'intercalant entre les principales phases de dépôt loessique. Les données géomorphologiques, paléoenvironnementales et chronologiques permettent de rapprocher ces unités stratigraphiques de phases d'amélioration climatique rapide de type interstadiaire. La corrélation entre occupations humaines et améliorations climatiques est également renforcée par la prise en compte de la faune recueillie en dehors des sites à caractère purement archéologique lors des sondages profonds. En effet, ces restes osseux sont recueillis exclusivement dans des unités similaires à celles contenant des occupations humaines mais jamais dans les loess purs, témoignant de la faiblesse de la biomasse au cours de leur dépôt.

Conclusions

Toutes ces données convergent et indiquent un peuplement discontinu des plaines loessiques du Nord de la France, en relation avec les courtes phases d'amélioration climatique d'une durée de quelques siècles chacune. Cette durée, bien que faible, a suffi pour qu'une végétation steppique se développe de manière significative et que les animaux recolonisent ces territoires jusqu'alors

délaissés lors des périodes climatiques en raison du manque de couverture végétale. La dynamique de peuplement serait donc intimement liée à ce mécanisme de présence/absence de biodiversité qui semble répondre rapidement aux fluctuations climatiques.

À l'échelle du Nord-Ouest de l'Europe, les informations stratigraphiques et paléoenvironnementales sont moins précises. Cependant, les données chronologiques semblent confirmer cette discontinuité d'occupation du territoire dans les latitudes au-dessus du 49° parallèle, avec au moins deux phases d'abandon au cours des plus grosses périodes climatiques (Heinrich 3 et 2). La marge d'erreur de ces datations radiocarbone ne permet toutefois pas une résolution comparable à celle des gisements fouillés en contexte loessique dans le Nord de la France. De fait, si des phases d'abandons apparaissent nettement lors des plus grosses périodes climatiques, avec une limite septentrionale de distribution des sites vers le centre du Bassin parisien, il n'est pour l'heure pas possible d'être plus précis lors des phases stadières plus courtes, comprises entre différents interstades.

Référence bibliographique

ANTOINE P., COUTARD S., GUERIN G., DESCHODT L., GOVAL E., LOCHT J.-L., PARIS C. (2016) – Upper Pleistocene loess-palaeosol records from Northern France in the European context: Environmental background and dating of the Middle Palaeolithic, *Quaternary International*, 411 (Part A), p. 4-24.

Clément PARIS

Inrap Hauts-de-France
Centre archéologique de Passel
Parc d'activités
Avenue du Parc
60400 Passel
et UMR 8068 Temps
clement.paris@inrap.fr

COMPTES RENDUS

LIVRES



ARMBRUSTER Barbara (2021) – *Les ors de l'Europe atlantique à l'âge du Bronze : technologies et ateliers*, Chauvigny, Éditions de l'Association des publications chauvinoises (coll. Mémoire LIV), 295 pages, ISBN : 979-10-90534-64-3, 25 €.

Mme Barbara Armbruster compte actuellement parmi les meilleurs spécialistes du travail de l'or et des alliages à base de cuivre en Europe. Son champ de recherche se développe des premiers ors de Varna, aux bijoux celtiques des derniers siècles avant notre ère, aux parures vikings en or et en argent. L'ouvrage qui vient de paraître découle d'un mémoire d'habilitation soutenue il y a quelques années à l'Université de Bourgogne.

L'espace pris en considération concerne la façade atlantique de l'Europe, de la péninsule Ibérique aux côtes françaises puis les Îles britanniques, du Campaniforme à la fin de l'âge du Bronze soit du milieu du III^e millénaire jusque vers 800 av. notre ère.

Le volume présente le corpus richement illustré des productions les plus remarquables de cette orfèvrerie de l'âge du Bronze, mais il fonctionne aussi comme un manuel de référence pour qui s'intéresse aux parures en or et bijoux, aussi bien au plan des techniques, de l'archéologie que de l'esthétique de ces articles remarquables.

Ce travail de 300 pages, porté par des photos couleurs de grande qualité réalisées pour la plupart par l'auteure lors de ses missions dans les musées européens, se structure en quatre sections de développements inégaux.

L'introduction aborde l'histoire de cette recherche sur l'artisanat de l'or puis se focalise sur les méthodes de travail de l'auteure, avec une attention marquée à l'ouverture interdisciplinaire que ce domaine d'étude nécessite, de la physique des matériaux et des contraintes techniques du métal aux approches typo-chronologiques classiques, esthétiques. La pratique professionnelle d'orfèvre de B. Armbruster lui permet d'accompagner cette approche archéologique des objets d'une expertise professionnelle acquise dans son atelier, mais aussi au contact des orfèvres contemporains d'Inde ou du Mali. Son attention se tourne donc logiquement vers l'expérimentation et l'éthnoarchéologie. Tous les moyens d'observations et d'analyses sont mobilisés, de la loupe binoculaire en passant par la microscopie électronique à balayage et la

radiographie. Ces références multiples, ethnologiques, artisanales et artistiques, archéologiques et scientifiques crédibilisent les expertises avancées par l'auteure dans la reconstitution des chaînes opératoires employées par les orfèvres de l'âge du Bronze.

Dans la seconde partie, nous entrons dans le champ d'activité de l'orfèvre, de son savoir-faire et de son atelier ; ces 65 pages structurées comme un manuel envisagent successivement les propriétés de l'or, les outils de l'orfèvre et ses instruments de mesure, l'art du feu pour les coulées, les contraintes de la déformation plastique, les principales techniques de formage et d'assemblage. Toutes ces connaissances indispensables exposées ont ainsi permettre au lecteur de mieux appréhender les technologies, les savoir-faire, les différences et les convergences techniques illustrées par ces articles de luxe en or. Les termes techniques sont définis, la mise en œuvre des outils est explicitée par des schémas, des photos d'expérimentation, des représentations tirées d'ouvrages médiévaux, voire des peintures de chambres funéraires des tombes égyptiennes.

La troisième partie (141 p.) correspond au cœur de l'ouvrage qui explore toute la complexité des objets du corpus, du plus simple au plus complexe avec un souci d'exhaustivité dans la description et l'explicitation de sa réalisation par l'orfèvre.

Les différentes catégories d'objets sont abordées selon leur complexité de fabrication et leur âge. Si certains articles restent peu spectaculaires en dehors de leur brillance (rubans, fils, perles, anneaux...), d'autres forcent toujours autant l'admiration et les photographies générales et de détail permettent de mieux apprécier les prouesses techniques que ces bijoux exceptionnels révèlent. Dans une liste non limitative, on extasiera devant les magnifiques photos de lunules, de disques solaires à décor estampés, de vaisselles (coupes de Villena et gobelets de Rillaton...), du cône décoré d'Avanton, de la cape de Mold, des torques décorés de Guines, de l'extraordinaire « fourragère/ceinture » de ce même ensemble, des boucles d'oreilles et *ribbons torcs*, des bracelets massifs (La Rochepot, Braga...) et plus fins... Une succession de merveilles à la gloire des orfèvres de l'âge du Bronze et l'observation de détail que permettent les études rapprochées de B. Armbruster amplifie cette admiration pour ces artisans accomplis de l'âge du Bronze.

En synthèse de cette éclatante présentation, l'auteure remet en perspective les évolutions techniques de la coulée indispensable au départ de tout projet, de la dextérité d'usage de la technique de la cire perdue, de la maîtrise de la déformation plastique à l'origine des objets de

tôle. Elle attire l'attention également sur les originalités des productions, la créativité des régions, mais aussi les transferts techniques, les influences et convergences à l'échelle de cette Europe atlantique dans la réalisation de ces bijoux emblématiques des élites de l'âge du Bronze. Dans un premier temps, s'observent des réalisations en deux dimensions avant que ne se développent les objets complexes tridimensionnels principalement du Bronze final. Fonte à la cire perdue, soudure, déformation plastique, assemblages et coulées secondaires sont autant de procédés qui autorisent toutes les audaces dans la réalisation de ces bijoux prestigieux.

Une dernière courte partie conclusive intitulée « Technique, technologie et société, technologie et culture matérielle » replace ce travail sur cet artisanat de luxe dans le contexte élargi des méthodes d'études du mobilier métallique protohistorique, mais aussi dans ces dynamiques essentielles de créativité, d'acquisition des compétences techniques puis de leur transmission au sein

de ces sociétés hiérarchisées et interconnectées de l'Europe du Bronze atlantique. Ces objets très spectaculaires s'avèrent d'excellents supports pour restituer la complexité de ces populations sans écriture. Si l'or occupe le devant de la scène de l'orfèvrerie, le bronze, l'argent participent à cette même aventure de la parure des corps.

La préface de Raquel Vilaça souligne cette performance de l'auteure pour présenter cette archéologie du geste, restituer les chaînes opératoires à l'œuvre et rendre perceptible l'intelligence créatrice des orfèvres au service des élites, mais probablement aussi en honneur des divinités et de leurs servants.

Ce « livre d'or » comme le nomme l'auteure était naturellement attendu ; il révèle grâce à une brillante méthodologie d'étude toute la magnificence de ces bijoux de l'âge du Bronze européen.

Claude MORDANT

VIE DE LA SOCIÉTÉ

HOMMAGES

Santiago Uceda Castillo, le dernier jalon de la coopération franco-péruvienne en préhistoire (1954-2018)

Français et Péruviens partagent une longue et étroite relation de coopération scientifique. Une description beaucoup plus précise de cette relation devrait certainement inclure le mot amitié, puisque, comme en de rares occasions, c'est avant tout la fraternité la plus intime et la plus sensible entre ses acteurs, qui lui a permis de dépasser toute contrainte scientifique, socio-économique ou conjoncturelle. Le 14 janvier 2018, avec le décès de Santiago Uceda Castillo, cette coopération franco-péruvienne a perdu l'un de ses plus grands et meilleurs acteurs. Acteur central de l'archéologie péruvienne depuis 1980, il était indéniablement la référence théorique, méthodologique et pratique de tout andiniste péruvien ou étranger, notamment en ce qui concerne la culture Mochica et l'archéologie de la région nord du Pérou.

Né en 1954 à Santiago de Chuco (La Libertad, sierra nord du Pérou), il a obtenu brillamment une *Licenciatura* en archéologie à l'Université Nationale de Trujillo (UNT) en 1979. Puis, il s'installe en France et obtient en 1982 le certificat de Préhistoire et Géologie du Quaternaire (DEA) à l'Institut de préhistoire et de géologie du Quaternaire (ancienne UMR 5808, actuelle UMR 5199 PACEA) de l'Université de Bordeaux 1, alors dirigé par François Bordes. En 1983, il s'inscrit en thèse de 3^e cycle sous la direction de Mme Denise de Sonneville-Bordes, sur un sujet portant sur les occupations précéramiques de la vallée de Casma. Grâce à l'intervention de Claude Chauchat, il obtient une bourse du Ministère de l'Europe et des Affaires étrangères pour un séjour de terrain dans cette région. Sa thèse, intitulée *Le Paijanien de la région de Casma (Pérou) : industrie lithique et relations avec les autres industries précéramiques*, a été soutenue le 20 septembre 1986 devant un jury composé de M. François Prat, professeur à l'Université de Bordeaux I, Mme Denise de Sonneville-Bordes, directrice de recherche au CNRS, M. Pierre Usselman, directeur de recherche au CNRS, M. Jacques Tixier, maître de recherche au CNRS et M. Claude Chauchat, chargé de recherche au CNRS. Sa thèse est transformée en doctorat Nouveau Régime, devenant ainsi le premier de ces doctorats soutenus en Préhistoire à Bordeaux. C'était la première fois qu'un Péruvien effectuait des études doctorales en France et sur les industries lithiques préhistoriques des Andes centrales.

Ceux d'entre nous qui ont eu l'honneur de le rencontrer savaient que Santiago Uceda était l'incarnation du travail. Son dynamisme, son intelligence et son courage, lui ont servi à toujours anticiper les attentes de ses supérieurs et les exigences de ses étudiants. Cette remarquable trajectoire professionnelle a commencé en 1977, lorsqu'il a commencé à travailler dans les filiales nord de l'Institut national de la culture (actuel Ministère de la Culture), occupé à l'élaboration, l'exécution et la supervision de sites et de projets archéologiques. Entre 1981 et 1982, il a été directeur du Musée archéologique national Brüning de Lambayeque. À son retour de France, entre 1987 et 1991, il devient directeur du Programme de sauvetage archéologique dans les vallées de Santa, Chao et Virú, suite à la demande du gouvernement péruvien d'exécuter le Projet d'irrigation CHAVIMOCHIC. Avec l'historien et conservateur Ricardo Morales Gamarra, qui venait de découvrir des frises polychromes Mochicas dans les sables de la côte désertique du nord du Pérou, il formule, en 1991, le Projet de recherche archéologique et mise en valeur des Huacas del Sol et de la Luna. Depuis 30 ans, ce projet est un modèle de gestion culturelle et de conservation du patrimoine archéologique au Pérou et ailleurs, comme en témoignent les multiples prix nationaux et internationaux reçus, dont le plus important est peut-être celui décerné par le Shangai Archaeology Forum, en le reconnaissant comme l'un des dix meilleurs projets de recherche archéologique au monde en 2013. D'autres reconnaissances du même calibre sont le IV Prix international Reina Sofia pour la conservation et la restauration du patrimoine culturel (Espagne, 2005) et le Fonds de l'Ambassadeur des États-Unis pour la préservation de la culture (2020). Le travail ardu et continu de Santiago Uceda et Ricardo Morales et de toute l'équipe travaillant dans le projet (actuellement co-dirigée par le Dr Carlos Rengifo et le Dr Ricardo Morales), soutenu par des institutions publiques et privées, a fait des Huacas de Moche – l'un des premiers centres urbains cérémoniels préhispaniques des Andes centrales et capitale de l'état Moche du sud entre 400 après J.C. et 600 après J.C. – un centre multidisciplinaire de recherche scientifique et de formation des futurs archéologues sans équivalent au Pérou.

Santiago Uceda a également été un grand enseignant et maître à penser pour plusieurs générations d'étudiants



Santiago Uceda Castillo en 2016, Marcahuamachuco (Pérou)
(cliché : Antonio Pérez-Balarezo).

et d'archéologues péruviens et étrangers. En 1993, il est nommé professeur associé, et en 1998, professeur principal au sein du Programme professionnel d'Archéologie de la Faculté des sciences sociales de l'UNT. Entre 1990 et 1994, il a également été directeur de la Section de *Post Grado* de la même université, et des années plus tard, il a rejoint cette section en tant que professeur d'archéologie. Il a été aussi directeur académique du Musée d'archéologie, anthropologie et histoire de l'UNT entre 1995 et 2001, puis Doyen de la Faculté des sciences sociales de l'UNT en deux périodes, entre 2005 et 2008, et de 2016 jusqu'à son décès. Visionnaire comme peu d'autres au Pérou, il devient entre 2014 et 2018, co-responsable du Master PREFALC « Préhistoire d'Amérique du sud : théorie ; méthodologie et pratique », organisé entre l'Université de Rennes 1, l'UNT et d'autres universités sud-américaines. Son travail dans le domaine de l'éducation et de la culture nationale n'a pas fait l'objet de moins de distinctions, parmi lesquelles deux se démarquent : Personnalité méritoire de la culture en 2013, décernée par le Ministère de la Culture du Pérou, et Chevalier dans l'Ordre des palmes académiques, décernés par le gouvernement français en 2005. Depuis 2018, le Musée du site Huacas de Moche est nommé « Santiago Uceda Castillo » en reconnaissance de son extraordinaire trajectoire

professionnelle et de sa contribution inestimable au développement de l'archéologie locale et régionale.

Les innombrables activités administratives et universitaires de Santiago Uceda n'ont jamais été un obstacle à sa productivité scientifique. Plus de 80 publications, dont des livres, articles, monographies et autres manuscrits, témoignent de sa nature de chercheur et de sa curiosité scientifique infatigable. *Moche : propuestas y perspectivas* (avec Elías Mujica, 1994) et *Moche : pasado y presente* (avec Ricardo Morales, 2010), sont peut-être les ouvrages les plus mémorables de sa trajectoire. Santiago Uceda a également participé, avec Carlos Deza, à la rédaction du célèbre volume *Préhistoire de la côte nord du Pérou : le Paijanién de Cupisnique* (Chauchat et al., 1992), concernant le chapitre « Site 13 - Pampas de los Fósiles, Unité 11 ». C'est aussi lui qui a traduit ce volume en espagnol, dans une édition revue et augmentée, publiée en 2006. Plus récemment, il a co-édité (avec Luis Jaime Castillo) le volume *Le Pérou avant les Incas*, publié en 2017 par Flammarion et le Musée du Quai Branly-Jacques Chirac. De même, depuis 1995, lui et son équipe ont été responsables de la série monographique « Recherches dans la Huaca de la Luna », qui représente l'une des rares publications de ce type au Pérou.

Santiago Uceda possédait une pensée propre sur l'archéologie péruvienne, avec de profondes racines épistémologiques françaises, construite au fur et à mesure du temps par son travail d'archéologue de terrain et de professeur des universités. Une grande partie de cette réflexion a porté sur la compréhension du phénomène Mochica, en particulier sur une nouvelle conception de son tissu urbain, de son architecture monumentale, de sa spécialisation artisanale et son idéologie. Tout cela dans le cadre d'une vision beaucoup plus large du patrimoine archéologique régional en tant que composante d'un phénomène andin ancestral, configuré par une résilience sociale millénaire aux forces naturelles de l'environnement. Mais sa pensée ne se limitait pas aux Mochicas. Sa connaissance de la préhistoire andine, sud-américaine et universelle était vaste. Au-delà d'un académicien consacré, Santiago Uceda était un intellectuel au sens que M. Foucault et R. Aaron donnaient au terme : un intellectuel spécifique, créateur d'idées et observateur engagé. Pour Santiago Uceda, aucune construction théorique n'avait de sens si son objectif n'était la transformation continue des connaissances archéologiques locales, régionales et nationales, de la situation universitaire contemporaine et de la réalité socio-économique des personnes directement et indirectement liées aux sites archéologiques. Telle était sa vision d'une école péruvienne d'archéologie et de la gestion du patrimoine culturel.

J'ai eu le privilège de discuter avec lui à maintes reprises de la préhistoire sud-américaine. Ma passion naissante pour l'étude du matériel lithique archéologique y a trouvé le creuset parfait. En 2016, j'ai commencé le master d'archéologie qu'il a codirigé au Pérou. Devant le jury d'admission, composé de lui et de deux autres professeurs péruviens, j'ai réussi à balbutier une vision typiquement immature de la préhistoire sud-américaine : ambitieuse, baroque et réductrice à la fois. Je ne pouvais parler que du lithique. Si Santiago Uceda n'avait pas fait partie de ce jury, je n'aurais probablement pas été admis au master. Entre 2016 et 2018, il a été mon interlocuteur principal. Il était le soutien, institutionnel, mais surtout personnel, dont j'avais besoin à l'époque pour continuer sur un sujet ignoré et méprisé au Pérou : la technologie lithique. C'est grâce à son aide économique et administrative que j'ai obtenu l'autorisation de m'absenter des cours de master pendant deux semaines, de payer un billet d'avion et de me rendre au Brésil pour un séminaire de technologie lithique organisé à Goiânia, donné par le professeur Eric Boëda. Aucun mot de ma part ne rendra jamais assez justice et exprimera une plus grande gratitude envers sa générosité. Sa thèse à Bordeaux I s'est développée à un moment charnière de l'école préhistorique française, car au milieu des années 1980, la typologie a cédé la place à la technologie. Cela peut expliquer son extrême capacité à rechercher de nouveaux horizons de connaissances et son ouverture aux idées nouvelles, qu'elles viennent de collègues du même parcours ou d'étudiants novices enthousiastes.

La France a toujours été sa seconde patrie. Santiago Uceda parlait couramment français. Son amour pour la

culture et la préhistoire françaises se manifestait dans chacun de ses cours au Pérou, et dans le travail inlassable de coopération scientifique avec ses pairs français. Comme l'ont rappelé Jean Vacher et Carole Fraresso (2018), Santiago Uceda a été membre et collaborateur permanent de l'IFEA, ainsi que membre du comité du *Bulletin de l'IFEA* et du comité scientifique « andin » qui a été établi en 2010. Sa connaissance des systèmes académiques français et péruvien lui a permis de parcourir facilement les réseaux complexes des procédures bureaucratiques liées aux demandes de permis des fouilles, à l'organisation d'événements et au soutien logistique, entre autres. Une de ses dernières activités fut à Paris. Santiago Uceda a été commissaire de l'exposition *Le Pérou, avant les Incas* au Musée du Quai Branly-Jacques Chirac.

Je faisais partie de la dernière génération d'archéologues qu'il a formée. Sa discipline intellectuelle, son courage et son esprit de persévérance infinie, ainsi que son talent naturel à travailler plus, mieux et plus vite que tout le monde, sont quelques-unes des vertus qu'il nous a transmises dans les salles de cours comme en dehors. Sa disponibilité absolue, même tard dans la nuit, fait de lui une figure omniprésente et omnisciente pour nous. Pour son excellence académique, son intelligence aiguë, sa polyvalence professionnelle, sa gestion culturelle, son autorité universitaire, ses compétences de direction, sa camaraderie, son humilité et son engagement social, Santiago Uceda Castillo a été, sans aucun doute, l'un de meilleurs archéologues que le Pérou ait donné au monde jusqu'à présent.

BIBLIOGRAPHIE

- CHAUCHAT C., WING E., LACOMBE J.-P., DEMARS P.-Y., UCEDA S., DEZA C. (1992) – *Préhistoire de la côte nord du Pérou : le Paijani de Cupisnique*, Paris, CNRS Éditions (coll. Cahiers du Quaternaire, 18).
- UCEDA S., MUJICA E. (dir.) (1994) – *Moche : Propuestas y Perspectivas*, Lima, Universidad Nacional de Trujillo, Institut français d'études andines et Asociación para el Fomento de las Ciencias Sociales (coll. Travaux de l'Institut français d'études andines, 79).
- UCEDA S., MORALES R. (dir.) (2010) – *Moche : pasado y presente*, Trujillo, Patronato Huacas del Valle de Moche, Fondo Contravalor Perú-Francia et Universidad Nacional de Trujillo.
- VACHER J., FRARESSO C. (2018) – In Memoriam : Santiago Uceda, https://ifea.hypotheses.org/1314#_ftn1.

Antonio Pérez-Balarezo

ArScAn-Équipe AnTET, UMR 7041

Université Paris Nanterre (UPN)

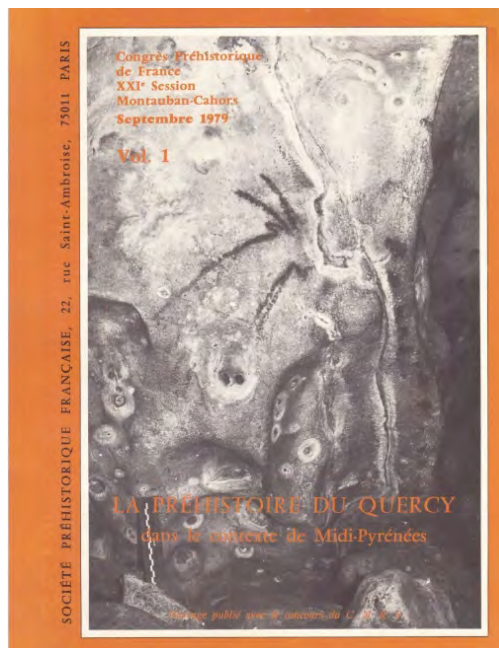
200 Avenue de la République, 92001 Nanterre Cedex

Institut français d'études andines (IFEA)

Lima, Pérou

antonioperezbalarezo@hotmail.com

Gilbert Fages (1941-2022)



Gilbert Fages sur le Causse Méjean
dans la région des Bondons (cliché : Philippe Galant).

Notre collègue s'est éteint le 4 janvier dernier. Ingénieur au service régional de l'archéologie du Languedoc-Roussillon jusqu'à sa retraite en 2003, Gilbert Fages a fait beaucoup pour la connaissance et la protection du patrimoine archéologique de la Lozère dont il était sans doute le meilleur connaisseur et le plus grand défenseur. Il s'est également intéressé à l'étude des cavités karstiques, des sépultures collectives et des *tumuli* occupés de la fin du Néolithique à l'âge du Bronze. Gilbert Fages a été pendant de nombreuses années un fidèle correspondant de

la Société préhistorique française à l'époque où il était encore instituteur. Il a joué un rôle crucial dans l'étude des mégalithes, leur restauration, leur protection et mise en valeur, notamment sur le Causse Méjean et dans les environs des Bondons. Nous conserverons de notre collègue l'image d'un passionné de sa région d'étude, au contact facile et cordial et d'une grande érudition.

La Société préhistorique française adresse ses sincères condoléances à sa famille et ses amis.

Bibliographie de Gilbert Fages (réunie par Philippe Galant et J. Vaquer en janvier 2021)

Ouvrages

- FAGES G. (1979) – *L'Aven des Corneilles, Prades, Lozère*. Cahier de l'ARALO, n° 7, Caveirac, 105 p.
- FAGES G. (1990) – *Les Causses au temps des premiers hommes*, catalogue d'exposition éditée par le Parc national des Cévennes, Ecomusée du Mont Lozère, 76 p.
- DARNAS I., ESCALLON G., FAGES G., BROS P. (2017) – *Lozère autoroute A 75 et histoire de sites archéologiques*. Bulletin

du Centre d'études et de Recherches Benjamin Bardy de Mende, numéro spécial 2017, p. 68-110.

Articles

- FAGES G., LORBLANCHET M. (1964) – Recherches sous les tumulus des environs d'Anilhac (Causse Méjean). *Bulletin de la Société des Lettres, Sciences arts de la Lozère*, 1963.

- FAGES G., LORBLANCHET M. (1968) – Glanes archéologiques sur les Causses. *Revue du Gévaudan des Causses et des Cévennes*. Mende 1968, n° 13, p. 1-15.
- COSTANTINI G., FAGES G. (1971) – Le coffre de Vallongue, commune de Prades (Lozère). *Bulletin de la Société préhistorique française*, 1971, p. 430.
- LAGRAVE R., FAGES G. (1971) – Restauration du dolmen de Pierre Plate, commune de Florac (Lozère). *Revue du Gévaudan*, 1971, p. 3-11.
- FAGES G. (1974) – Deux sépultures mégalithiques du Causse Méjan (Lozère). *Bulletin de la Société préhistorique française. Comptes rendus des séances mensuelles*, t. 71, fasc. 8-9, p. 236-242.
- FAGES G. (1976) – Le dolmen du Frayssé, Lavalette, commune de La Salle-Prunet (Lozère). *Bulletin de la Société préhistorique française*, t. 73, fasc.5, p. 150-160.
- FAGES G. (1976) – Le dolmen du Cros de l'Azé à la Condamine, *Revue du Gévaudan*, p. 45-51 (Lozère).
- FAGES G. (1977) – Cinq années de recherches archéologiques sur le Causse Méjean et ses abords immédiats (1969-1974). Travaux du dépôt de fouilles préhistorique d'Anilhac (Lozère), 1977, p. 1
- FAGES G. (1977) – Les haches métalliques du département de la Lozère (essai d'inventaire). *Bulletin de la Société préhistorique française. Comptes rendus des séances mensuelles*, t. 74, fasc. 2, p. 61-64.
- FAGES G., HUGUES C. (1977) – Le Causse Méjean avant l'Histoire. *Archéologia*, n° 107, juin 1977, p. 53.
- FAGES G., HUGUES C., MAROLLES C. (1977) – Recherches archéologiques sur le Causse Méjean et ses abords immédiats. Travaux du dépôt de fouilles préhistorique d'Anilhac (Lozère), 1977.
- FAGES G. (1978) – La grotte 1 de Terre Rouge à Villeneuve, commune de Fraissinet-de-Fourques (Lozère). *Bulletin de la Société préhistorique française*, 1978, t. 75, fasc. 6, p. 186-192.
- FAGES G. (1979) – La recherche préhistorique dans les Grands Causses - Problèmes et tendances. Grands Causses, *Annales des 4^e et 5^e congrès spéléologiques des Grands Causses*, 1979. p. 225-234. 6 figures.
- FAGES G. (1981) – La sépulture mégalithique de Galdri, Vébron, Lozère. *Bulletin de la Société préhistorique française*, t. 78, fasc. 8, p. 239-246.
- FAGES G. (1981) – Le gisement préhistorique et protohistorique de Baume Layrou. *Bulletin du Spéleo Club des Causses*, n° 4, p. 37-46.
- FAGES G. (1981) – Quelques cavités préhistoriques et protohistoriques de la vallée du Tarn. *Revue du Gévaudan, des Causses et des Cévennes*, 1981, n° 4, p.5-44.
- FAGES G. (1983) – Supplément à l'inventaire des haches métalliques du département de la Lozère. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 1983, t. 80, 9. p.271-272.
- FAGES G. (1983) – Les mégalithes des Causses lozériens, leur conservation, *Bulletin du C.E.R. Benjamin Bardy de Mende*, n° 7, p.17-29.
- FAGES G. (1983) – Le tumulus de Dignas, commune de Sainte-Enimie (Lozère). *Bulletin de la Société des Lettres, Sciences et Arts de la Lozère, Revue du Gévaudan*, 1983-1, p. 5-25.
- FAGES G. (1983) – Le tumulus chalcolithique de Dignas, commune de Saint-Enimie (Lozère). *Compte-rendu de la 21^e session du Congrès préhistorique de France, Montauban-Cahors*, septembre 1979. Editions de la Société préhistorique française, t. 2, Paris, p. 117-124.
- FAGES G. (1984) – Le mégalithisme des Casses de la Lozère, *La voix domitienne*, Société littéraire des PTT du Languedoc-Roussillon, n°4, p. 20-22.
- COSTANTINI G., DEDET B., FAGES G., VERNHET A. (1985) – Vestiges de peuplement du Bronze Final II au Premier âge du Fer dans les Grands Causses. *Revue archéologique de Narbonnaise*, tome 18, p. 1-123.
- FAGES G. (1986) – Au temps de la préhistoire dans la vallée du Tarn. *Revue du Gévaudan*, n° 1, p. 3-14.
- FAGES G. (1986) – Le dolmen des Aspics, Gatuzières (Lozère). *Bulletin de l'Ecole Antique de Nîmes*, nouvelle série, n°17, 1982-1986, p. 7-12.
- FAGES G. (1986) – À Quézac, il y a 5000 ans, la grotte Lambret était habitée. *Revue du Gévaudan*, n° 1.
- FAGES G. (1986) – Le tumulus de Dignas, commune de Sainte-Enimie (Lozère). In Duday H. et Masset C. (dir.). *Anthropologie physique et Archéologie, méthodes d'étude des sépultures*. Actes de la Table-ronde de Toulouse. Editions du CNRS, Centre régional des publications de Bordeaux, p. 367- 377.
- FAGES G. (1988) – La route de l'Uranium et la préhistoire des Bondons. *Bulletin de la Société des Lettres, Sciences et Arts de la Lozère*, 1988-1, p. 7-31.
- FAGES G. (1988) – Le dolmen de Roubiau, Laval-sur-Tarn. *Lozère Archéologie*, n° 5, p. 3.
- FAGES G., BONHAURE (1988) – La grotte du Pas de Coulet n°1 à Trèves (Gard). *Archéologie en Languedoc*. Revue de la Fédération archéologique de l'Hérault, Lattes, 1988 (4), p. 111-115.
- FAGES G. (1990) – La sépulture mégalithique du Serre de la Devèze du Montet à La Canourgue. *Bulletin du C.E.R. Benjamin Bardy de Mende*, n° 12, p.1-10.
- FAGES G., VACQUIER J. (1991) – Sainte-Énimie – Le tumulus du Devez Viel, *ADLFI. Archéologie de la France - Informations* [en ligne], Occitanie, mis en ligne le 01 mars 2004.
- FAGES G., COURTEAU P. (1992) – Abri sépulcral du Sot de la Lavogne. *ADLFI Archéologie de la France - Informations*, Languedoc Roussillon. Gallia 1992, mis en ligne le 01 mars 2004. 11 p.
- SABATIER M. (dir.), FAGES G., COSTANTINI G., COULAROU J., DEDET B., SALLES J. (1993) – Les Cévennes avant l'Histoire. *Revue du Parc National des Cévennes*, 1993, n° 48/49. 80 p.
- FAGES G. (1994) – Quelques exemples de signalisation et de réutilisation des sépultures protohistoriques des Causses lozériens. *Documents d'Archéologie Méridionale*, Structures de couverture et de signalisation des sépultures protohistoriques du Midi de la Gaule et des régions périphériques, p. 13-19.

- FAGES G., VACQUIER J. (1994) – Le tumulus du Devez Viel, in A. Beeching et J. Vital dir. 1999, *Préhistoire de l'espace habité en France du Sud et actualité de la Recherche*. Actes des premières rencontres méridionales de Préhistoire récente, Valence 3 et 4 juin 1994. Publication du Centre d'Archéologie préhistorique de Valence, n° 1, p. 231-236.
- FAGES G. (1995) – Saint-Georges de Lévejac, grotte II du Valat del Malclapio. ADLFI *Archéologie de la France - Informations, Languedoc Roussillon*. Gallia 1995, mis en ligne le 01 mars 2004. 9 p.
- FAGES G. (1997) – L'habitat en Lozère au Bronze Final et aux Âges du Fer, in B. Dedet, P. Gruat, G. Marchand, M. Py et M. Schwaller (dir.), *Aspects de l'âge du fer dans le sud du Massif central, Actes du XXI^e colloque international de l'AFEAF, Conques-Montrozier 8-11 mai 1997*, Lattes, Monographie d'Archéologie Méditerranéenne, n° 6, 2000, p. 51-59.
- ERROUX J., FAGES G. (2001) – Analyses des graines carbonisées de Baume Layrou, Trèves (Gard) : habitat et réserve de l'âge du Bronze final, in Marinval, P. (dir.) *Histoires d'Hommes, Histoires de plantes*. Mémoires de plantes, 1. Centre d'Anthropologie Toulouse, éditions Monique Mergoil, Montagnac, p. 25-35.
- FAGES G. (2001) – Recension ouvrage de B. Dedet, *Tombes et pratiques funéraires protohistoriques des Grands Causses du Gévaudan*, *Revue archéologique du Centre de la France*, t. 40, p. 297-298.
- FAGES G. (2002) – Aux origines lointaines des Gabales, in Chabrol J.P. (dir) *La Lozère de la préhistoire à nos jours*, Editions Bordessoules, p. 36-62.
- FAGES G., VACQUIER J. (2003) – Le tumulus du Devez Viel (Sainte-Enimie, Lozère). *Bulletin du Centre d'études et de Recherches de Mende*, 2003, n° 23, p.3-7.
- FAGES G., VACQUIER J. (2007) – Les sépultures multiples à incinération sous tumulus des Grands Causses à la fin du Néolithique. *Ardèche Archéologie*. n° 24, 2007. p. 26-40.
- COURTEAU P., FAGES G. (2003) – La sépulture collective sous abri du Sot de la Lavogne (Causse Méjean, Lozère), in Gasco, Gutherz, Labriffe (de) (dir.) *Temps et espaces culturels du 6^e au 2^e millénaire en France du Sud, Actes des 4^e Rencontres méridionales de Préhistoire récente, Nîmes octobre 2000*, Éditions des Monographies d'Archéologie méditerranéenne, Lattes, p. 347-356.
- FAGES G. (2005) – Contribution à l'étude du peuplement du Causse de Changefège, Lozère. *Grands Causses préhistoire et Archéologie*, Association de Prunières, n° 2, 2005, p. 54-76
- BOUBY L., FAGES G., TREFFORT J.-M. (2005) – Food storage in two Late Bronze Age caves of Southern France: palaeoethnobotanical and social implications. *Vegetation History and Archaeobotany*. volume 14, p. 313-328 (2005).
- FAGES G., PARIS H., avec le concours de BROUILLET P., RIVAL A., VIDAL R. (2006) – Contribution à l'étude du peuplement du Mont Lozère, in Gasco, Leyge et Gruat, 2006, *Hommes et passé des Causses, Hommage à G. Costantini*. Editions AEP, EHESS Toulouse et Musée de Millau, p. 253-271.
- BOUBY L., FAGES G. (2006) – Etude carpologique des réserves végétales de la grotte de Baume Layrou (Trèves, Gard), *Documents d'Archéologie méridionale* [en ligne], 28|2006, mis en ligne le 14 février 2007.
- FAGES G. (2007) – Préhistoire et Protohistoire, in Breichner H., Crosnier C., Dumoulin F., Gély B., Gutherz X., Macagno Y., Schwaller M. et Vertgain P., *Atlas archéologique du Parc national des Cévennes*, 100 p.
- FAGES G. (2008) – La Lozère des mégalithes. Causses et Cévennes, *revue trimestrielle du Club Cévenol, numéro spécial sur les Mégalithes des Causses et des Cévennes*, 2008, n° 1, p. 320-322.
- FAGES G. (2012) – La Lozère au cours de la Protohistoire, in A. Trintignac (dir). 48, *carte Archéologique de la gaule*, Académie des Inscriptions et Belles Lettres, Paris, p. 61-68.
- VACQUIER J., FAGES G. (2016) – Lou Clapio à Banassac, Lozère. Regard sur une enceinte parmi les sites fortifiés des causses lozériens. In C.-A. de Chazelles et M. Schwaller (ed). *Vie quotidienne, tombes et symboles des sociétés protohistoriques de Méditerranée nord-occidentales, Mélanges offerts à Bernard Dedet*. Monographies d'Archéologie Méditerranéenne, Hors série n° 7, 2016. Volume 1, p. 85-102.

Itinéraire du « *rancher archaeologist* » : George C. Frison (1924-2020)



George C. Frison (cliché : Tedd Brummond, UW Photo Services).

En avril 1945, durant la bataille d'Okinawa, un kamikaze piqua vers l'*USS Navarro*. Si les canonnières ont pu abattre le zéro japonais avant qu'il ne touche le bâtiment, l'explosion souffla un jeune marin américain de vingt ans contre une cloison du navire et le blessa durement au dos. Nous avons ce jour-là failli ne jamais connaître un des futurs plus importants et charismatiques archéologues nord-américains de sa génération...

George Carr Frison a mené une brillante carrière dans la région des Rocheuses et des *High Plains* nord-américaines – les terres battues par les vents froids du Wyoming, du Montana, du sud de l'Alberta et du Saskatchewan. Ce sont ces vastes territoires, jadis parcourus par les Shoshones, Arapahos, Apsáalookes (Crows), et Lakotas, mais aussi Cheyennes, Arikaras, Bannocks, Utes et Blackfeets, qui resteront au cœur des travaux de George jusqu'à ses 95 ans, âge auquel il nous a quitté le 6 septembre 2020.

George n'était pas un adepte de l'archéologie théorique, mais un véritable archéologue de terrain et un analyste hors pair. C'est la compréhension des modes de vie des chasseurs-collecteurs, leurs stratégies de subsistance, et en particulier les techniques développées pour chasser la grande faune qui l'animaient. Il a toujours pratiqué l'archéologie comme sa première vie de *rancher* : truelle à la main ou derrière les commandes d'une pelle mécanique et *get the job done*. Il fouilla ainsi plus de quarante sites

tout au long de sa carrière, du petit abri sous-roche au site historique en passant par les fameux *big game kill sites* qu'il affectionnait tant. Il s'intéressait avant tout aux techno-complexes paléo-indiens et il fouilla certains des sites les plus importants d'Amérique du Nord pour cette période : the Colby mammoth site (Frison et Todd, 1986), Hell Gap, Casper (Frison, 1974), Agate Basin (Frison et Stanford, 1982), Carter/Kerr-McGee (Frison, 1984), Horner (Frison et Todd, 1987), Finley, Mill Iron (Frison, 1996), Hawken ou Hanson (Frison et Bradley, 1980). Cette passion pour le terrain ne s'est jamais essoufflée et, l'année de ses 90 ans, George était de retour sur une carrière d'ocre qu'il avait initialement investie dans les années 1980 – travaux qu'il publiera à l'âge de 93 ans (Frison *et al.*, 2018). Quelques semaines avant sa mort, il collaborait également à la publication du site d'abattage de mammoths de La Prele (Mackie *et al.*, 2020). George était un pionnier dans bien des domaines, à commencer par l'étude des *bone beds* associés aux chasses collectives. Il forma sur ces sites plusieurs générations d'étudiants qui bénéficieront de sa générosité, de son énergie et de son érudition. Fortement ancré dans son territoire, il a également considérablement œuvré pour consolider les relations entre les archéologues professionnels et amateurs de l'état du Wyoming.

Le parcours atypique du « *rancher archaeologist* »

George est né le 11 novembre 1924 à Worland dans le nord du Wyoming. Trois mois avant sa naissance, son père décède lors d'un accident de chasse. Après le remariage de sa mère, à l'âge de trois ans, il est confié à ses grands-parents paternels dans leur ranch en périphérie de Ten Sleep, Wyoming. Son grand-père le posa sur le dos d'un cheval dès son arrivée sur l'exploitation – il passera les 34 années suivantes de sa vie sur une selle... C'est du haut de sa monture qu'à cinq ans, il découvrit sa première pointe de projectile. Il tua son premier *mule deer* la même année, puis son premier cerf à l'âge de treize ans : chercher des pointes de flèches et chasser, voilà un bon résumé des premières années de la vie de George.

Dans ces grandes étendues de l'ouest des *Bighorn Mountains*, territoire des Apsáalooke, il fut très jeune en contact des cultures amérindiennes. Il rencontrait fréquemment certains de ces chasseurs et tombait parfois sur leurs *war lodges* au milieu des canyons. Il découvrait aussi régulièrement des objets jetés ou perdus, mais aussi des sépultures dans des crevasses ou sur des plateformes dans les arbres. Une des premières montures de George avait d'ailleurs été échangée par son grand-père à un chasseur Apsáalooke et la dernière signature dans le livre d'or de son ranch était celle du célèbre chef de guerre et historien Joe Medicine Crow (1913-2016).

George commença ses études à l'*University of Wyoming*, à Laramie, à l'automne 1942 ; pas en archéologie, mais au département d'agriculture. Cette première expérience universitaire fut très courte puisqu'il intégra l'*US Navy* quelque mois après l'engagement des États-Unis dans la Seconde guerre mondiale. À la fin du conflit, en 1946, il préféra retourner à sa vie de rancher à Ten Sleep plutôt que d'accepter le grade de premier maître proposé par la *Navy*. Il y resta quelques années avec, en parallèle, une activité de guide de chasse professionnel. Mais l'archéologie n'était jamais très loin et il continua ses prospections. C'est durant ces années qu'il lança aussi ses premières fouilles dans des abris comme Spring Creek, Daugherty et Leigh Cave (qu'il avait découvert lorsqu'il avait 7 ans). Bien que manquant d'expérience et de formation académique, George suivait à la lettre les méthodes décrites dans la littérature, mais aussi les conseils qu'il glanait lors des nombreuses conférences auxquelles il assistait. Il publia ainsi son premier article en 1962, bien avant qu'il obtienne son doctorat (Frison, 1962).

Plusieurs archéologues professionnels commençaient à bien connaître George à force de le croiser lors de ces rencontres scientifiques et ils lui recommandèrent de commencer des études académiques s'il voulait pouvoir continuer à fouiller. Dans le même temps, sa blessure de guerre au dos le faisait de plus en plus souffrir lors du marquage des veaux, de la tonte des moutons ou lorsqu'il sautait par-dessus les clôtures. Le temps important investi dans son activité archéologique irritait d'ailleurs beaucoup ses oncles qui auraient préféré le voir autour des

troupeaux et du ranch. C'est ainsi qu'en 1962, à 37 ans, George quitta l'exploitation familiale pour retourner sur les bancs de l'*University of Wyoming* – mais en anthropologie cette fois. Il obtint ainsi sa licence en deux ans puis, grâce à une bourse Woodrow Wilson, s'inscrit directement au Master de l'*University of Michigan*. En 1967, soit cinq ans après son retour à l'Université, il avait obtenu son doctorat... Dès lors George retourna à Laramie où il devint le premier directeur du nouveau département d'anthropologie (qu'il dirigea jusqu'en 1987) et, quelques mois après, à mi-temps, le premier *state archaeologist* du Wyoming (jusqu'en 1984).

Sa carrière à l'*University of Wyoming*

Durant ces années, après s'être professionnalisé, il s'attacha à professionnaliser l'archéologie dans l'état en supervisant la création du *Wyoming State Historic Preservation Office*, en créant un dépôt de fouille ou en mettant en place la première collection archéozoologique de référence. Il restera à l'*University of Wyoming* toute sa vie. Un des autres volets de sa carrière aura été d'intégrer les amateurs et prospecteurs au maximum au monde académique. Il connaissait en effet mieux que quiconque, puisqu'il avait été des leurs durant de longues années, l'importance de ces acteurs essentiels à la discipline.

George reçut de nombreux honneurs au cours de sa vie, notamment le prix Asa Hill de la *Nebraska Historical Society* (1975), le *Smithsonian Institution Regents' Fellowship Award* (1979), le *George Duke Humphrey Distinguished Faculty Award* (1985), le *Distinguished Service Award* de la *Plains Anthropological Society* (1995), le *Lifetime Achievement Award* de la *Society for American Archaeology* (2005), le *Distinguished Career Award* de l'*American Quaternary Association* (2010) et le *Wyoming's Lifetime Achievement Award for Historic Preservation* (2015). Il a été élu membre de l'Académie américaine des arts et des sciences en 1972. De 1983 à 1985, George sera président de la *Society for American Archaeology* (SAA), la principale organisation professionnelle de ce domaine sur le continent américain. Les membres du conseil se souviennent de lui sous sa présidence s'asseyant en retrait lors des réunions, écoutant les débats puis, posant sa main sur la table, dire tranquillement : « Voilà ce que nous devrions faire » – c'était ici que s'arrêtaient en général les discussions. Ce style de direction à la fois très calme, mais tout aussi ferme, était le fruit de trente années passées au ranch à diriger des employés souvent récalcitrants (et armés !). Il fut élu à l'Académie des Sciences en 1997. Seul membre de l'*University of Wyoming* ayant bénéficié de cet honneur, un « *George Frison Day* » fut instauré par l'État en 1998. C'est d'ailleurs la même année que fût créé le *George C. Frison Institute of Anthropology* au sein de l'établissement.

Impossible de parler de George sans évoquer la place qu'a joué sa femme, June, dans sa carrière. Pendant les soixante-cinq années d'un mariage modèle, elle l'accompagna durant toutes ses opérations sur lesquelles elle se

chargeait de la logistique. Le départ de June à la suite de la maladie d'Alzheimer en 2011 brisa le cœur de George et de leur fille Carol Placek bien sûr, mais aussi de tous ceux qui connaissaient cette femme rayonnante et attachante qui passait tous les jours au département pour parler de tout et de rien avec les personnels et étudiants du *Frison Institute*.

Principaux apports

Avant les années 1960, seuls les crânes les mieux conservés découverts sur les grands *kill sites* étaient conservés par les archéologues américains, notamment pour leur valeur muséographique. Le reste des ossements étaient quant à eux laissés sur le terrain. Ce tri à la fouille était le résultat d'une méconnaissance générale du potentiel informatif immense caché derrière ces ossements, mais aussi d'une véritable difficulté à faire entendre aux administrateurs des universités la nécessité de disposer d'espaces de stockage conséquents pour tout ce matériel. L'archéologie était encore perçue comme une chasse au trésor à la Indiana Jones et ces objets n'avaient donc aucun intérêt pour eux. Un des doyens de l'*University of Wyoming* a un jour confié à George que l'archéologie était une « *piddling research* » – une recherche sans importance... George était quant à lui un partisan convaincu du caractère scientifique et transdisciplinaire de l'archéologie. Il collabora ainsi très tôt avec des géologues, palynologues, zoologues ou botanistes. S'il n'était pas de ceux d'entre nous qui aiment débattre durant des heures des théories de l'archéologie ou des stratégies d'échantillonnage, il était en revanche un excellent archéologue de terrain et un analyste très rigoureux. Ses travaux sur les ossements, la taphonomie, la géoarchéologie ou l'archéologie expérimentale ont été véritablement pionniers en Amérique.

L'analyse de la faune était en effet un domaine relativement nouveau dans les années 1960 et 1970 aux États-Unis et George contribua largement à son développement grâce à ses travaux sur les *bone beds*. Il s'attacha par exemple à mettre en place dès les années 1960 une collection de référence. Elle commença par les restes d'un bison mort dans un ranch du nord-est du Wyoming (dont l'odeur resta dans sa voiture durant plus d'un an), puis fut agrémentée au fil des années par des ossements de nombreuses espèces : antilopes pronghorns, mouflons et autres cerfs. Cette collection, hébergée au *Frison Institute*, est aujourd'hui une des plus importantes du pays et compte des espèces variées allant du lézard à l'éléphant. C'est notamment à partir de ces ossements que George a développé différentes méthodes destinées à reconnaître le sexe d'un animal ou à déterminer son âge à partir des modèles d'éruption dentaire – méthodes qu'il a largement mobilisées sur les *bone beds* afin d'estimer les compositions âge/sexe des bisons ou déterminer les saisons d'abattage. Tout ce travail était parfaitement naturel pour George qui avait eu recours à ces méthodes régulièrement sur le bétail de son ranch...

Son apport a également été conséquent dans le domaine de la taphonomie et plus particulièrement sur les

phénomènes qui affectaient les ossements. Jusqu'alors, certains os brisés découverts sur les sites étaient interprétés comme des outils destinés à différentes activités et notamment aux travaux de peausserie. Grâce à ses travaux, George a pu montrer que ces objets étaient en réalité pour la plupart des extrémités rongées, perforées et écaillées par la mastication des carnivores.

Il a également très vite compris l'importance de la géoarchéologie pour avancer dans la compréhension des sites. S'entourant d'abord de John Albanese, un géologue pétrolier, puis de James Miller ou de C. Vance Haynes, il s'est ainsi toujours attaché à prendre en compte le contexte géoarchéologique des sites sur lesquels il travaillait. Toujours dans la perspective de mieux comprendre les stratégies cynégétiques, il était en effet pour lui indispensable de reconstituer les caractéristiques de paysages, aujourd'hui invisibles, dont avaient régulièrement tiré profit les chasseurs paléo-indiens pour guider ou abattre les animaux.

Un des autres grands apports de George concerne ce que l'on nomme aujourd'hui l'archéologie expérimentale. Par ses expérimentations, il démontra que la morphologie des équipements préhistoriques, notamment en pierre, pouvait se transformer au cours du temps par le biais des affûtages et des utilisations successives – c'est le fameux « *Frison effect* ». Ses travaux ont eu des répercussions importantes en Amérique du Nord dans la compréhension de la variabilité des formes d'outils et en particulier des pointes de projectiles, mais aussi en Europe, notamment dans le débat sur la variabilité des faciès moustériens. Ses recherches expérimentales se sont surtout attachées à tester l'hypothèse d'une extinction de la grande faune pléistocène d'Amérique du Nord par les collectifs porteurs de pointes de Clovis : l'*overkill theory*. Lui-même chasseur, George ne croyait pas aux hypothèses du piégeage des mammoths dans les zones humides. Tuer un si gros animal dans ces environnements rendait pour lui bien trop difficile le traitement et le transport de la carcasse. Pour George, le succès d'une chasse dépendait avant tout de la connaissance du comportement de l'animal, de la patience et de la discrétion de l'approche. Pour défendre sa théorie et montrer l'efficacité de l'équipement Clovis dans de telles chasses de grands gibiers, il fabriqua alors, avec la collaboration de Bruce Bradley, une série de pointes de Clovis qu'il emmancha sur des sagaies. Il emporta ces projectiles avec lui dans le parc national de Hwange, au Zimbabwe, où il tira cet armement dans les carcasses d'éléphants abattus par des employés du parc. Il montra ainsi que ces pointes de Clovis étaient tout à fait capables d'infliger des blessures mortelles à ces animaux malgré l'épaisseur de leur peau (Frison, 1989). En 1979, il mena une expérimentation similaire, ainsi qu'avec des outils de découpe, sur un éléphant décédé du parc zoologique de Denver, Colorado (voir cliché ci-contre).

La place importante que joua la chasse dans la vie de George, durant la Grande Dépression d'abord, puis comme guide professionnel après-guerre, lui a permis d'acquérir une connaissance encyclopédique des animaux non humains et de leurs comportements. Cet intérêt



George C. Frison (au centre) lors d'expérimentations de boucherie sur un éléphant mort du parc zoologique de Denver (Colorado) en 1979 (cliché : Paul Sanders).

l'avait même conduit dans sa jeunesse à essayer de guider un troupeau de bisons à la manière des collectifs amérindiens afin de vérifier s'il était vrai que ces animaux ne pouvaient pas faire volte-face. Il comprit rapidement, après s'être fait renverser avec son cheval, que les bisons étaient bel et bien capables de se retourner et de charger le chasseur... Répondant aux nombreuses sollicitations de ses étudiants, George publia en 2004 un des ouvrages les plus importants de sa carrière, *Survival by Hunting*, dans lequel il relate une grande partie de ses connaissances très empiriques sur la chasse et sur la manière dont cette expérience a pu l'aider à interpréter les sites préhistoriques.

Mais finalement, le plus grand héritage de George restera la quantité astronomique de données collectées sur la préhistoire des *High Plains*. Il a passé cinq décennies à affiner le cadre chrono-culturel de cette vaste aire géographique et à préciser nos connaissances sur les stratégies de subsistance de ces collectifs de chasseurs-collecteurs. Il a fouillé l'un des rares sites d'abattage de mammoths d'Amérique du Nord (le site de Colby, situé près d'une source où il abreuvait son bétail lorsqu'il le conduisait au marché). Il a défini la tradition paléo-indienne « *foothills-mountain* », considérée aujourd'hui comme une entité culturelle spécifique aux parties montagneuses de la région (Frison, 1992). Il a démontré que les chasseurs utilisaient les spécificités topographiques des paysages, construisaient des corrals et des *drivelines* ou pratiquaient

des rituels (comme sur le site de Ruby) pour chasser le gros gibier. En fouillant autant de sites et en publiant chacun d'eux, George est à l'origine d'une masse incroyable de données. Il a également contribué à remplir des dépôts de fouille qui pourront être encore exploités par plusieurs générations d'archéologues.

Quelques mots pour conclure

George était un bourreau de travail. C'était aussi et avant tout un homme chaleureux, naturel et très accessible. Il n'était pas du genre à se plaindre ; son autobiographie ne mentionne par exemple pas le jour où une coupe s'est effondrée sur lui à 75 ans – incident qui a bien failli lui coûter la vie. Après tout ce qu'il a apporté à l'archéologie en ayant commencé sa carrière à 43 ans, il est tentant de se demander ce qu'il aurait fait de plus s'il avait suivi un parcours plus traditionnel, mais également ce qu'il serait devenu s'il n'avait pas été blessé sur le pont de l'*USS Navarro* durant la Seconde guerre mondiale. Durant les dernières années de sa carrière, les étudiants du département d'anthropologie de l'*University of Wyoming* attendaient avec impatience l'heure du café hebdomadaire. George y venait en effet raconter une histoire sur la vie au ranch, l'archéologie ou les nombreuses personnalités qu'il avait eu l'occasion de côtoyer au cours de sa carrière. C'est un véritable personnage qui nous a

quitté et un archéologue hors norme. Il nous manquera beaucoup, y compris son « *howdi* » qui marquait le début de nos journées de travail. Grâce à l'œuvre qu'il laisse derrière lui, il ne sera jamais oublié.

N.B. Cet hommage reprend des éléments d'une notice nécrologique publiée dans les *Biographical Memoirs of the National Academy of Sciences*.

Robert L. KELLY
Department of Anthropology
University of Wyoming
Frison Institute
1000 E. University Avenue
Laramie, WY 82071
RLKELLY@uwyo.edu

David Hurst THOMAS
Curator emeritus, Department of Anthropology
American Museum of Natural History
New York, NY 10024
Thomasd@AMNH.org

Nicolas NAUDINOT
Université Côte d'Azur – CNRS CEPAM UMR 7264
Adjunct Frison Institute/University of Wyoming
Chercheur associé CReAAH
Université de Rennes 1
Bâtiment 24, Campus de Beaulieu
35042 Rennes Cedex
nicolas.naudinot@cepam.cnrs.fr

BIBLIOGRAPHIE SÉLECTIVE

- FRISON G. C. (1962) - Wedding of the Waters Cave: a stratified site in the Bighorn Basin of Northern Wyoming, *Plains Anthropologist*, t. 7, p. 246-265.
- FRISON G.C. (1968) – A Functional Analysis of Certain Chipped Stone Tools, *American Antiquity*, t. 33, p. 149-155.
- FRISON G.C. (1970) – The Glenrock buffalo jump, 49CO304: Late prehistoric buffalo procurement and butcherring on the northwestern plains, *Plains Anthropologist*, t. 15, 50, p. 1-45.
- FRISON G.C. (1971) – The buffalo pound in northwestern plains prehistory, *American Antiquity*, t. 36, p. 77-91.
- FRISON G.C. (1971) – Shoshonean antelope procurement in the Upper Green Basin, Wyoming, *Plains Anthropologist*, t. 16, p. 258-284.
- FRISON G.C. (1973) – *The Wardell buffalo trap, 48SU301: Communal procurement in the Upper Green River Basin, Wyoming*, Anthropological Papers Series. Ann Arbor, University of Michigan Press.
- FRISON G.C. (1974) – *The Casper Site: A Hell Gap Bison Kill on the High Plains*. New York, Academic Press.
- FRISON G.C., WILSON M., WILSON D. (1976) – Fossil bison and artifacts from an early Altithermal Period arroyo trap in Wyoming, *American Antiquity*, t. 41, p. 28-57.
- FRISON G.C., WALKER D.N., WEBB D.S., ZEIMENS G.M. (1978) – Paleo-Indian procurement of *Camelops* on the northwestern plains, *Quaternary Research*, t. 10, p. 385-400.
- FRISON G.C. (1978) – *Prehistoric Hunters of the High Plains*. New York, Academic Press.
- FRISON G.C., BRADLEY B.A. (1980) – *Folsom Tools and Technology at the Hanson Site, Wyoming*. Albuquerque, University of New Mexico Press.
- FRISON G.C., STANFORD D. (1982) – *The Agate Basin Site: A Record of Paleoindian Occupation of the Northwestern High Plains*. New York, Academic Press.
- FRISON G.C. (1984) – The Carter/Kerr-McGee Paleoindian site: Cultural resource management and archaeological research, *American Antiquity*, t. 49, p. 288-314.
- FRISON G.C., ANDREWS R.L., ADOVASIO J.L., CARLISLE R.C., EDGAR R. (1986) – A late Paleoindian animal trapping net from northern Wyoming, *American Antiquity*, t. 51, p. 352-361.
- FRISON G.C., TODD L.C. (1986) – *The Colby Mammoth Site: Taphonomy and Archaeology of a Clovis Kill in Northern Wyoming*, Albuquerque, University of New Mexico Press.
- FRISON G.C., TODD L.C. (1987) – *The Horner Site: Type Site of the Cody Cultural Complex*, New York, Academic Press.
- FRISON G.C. (1989) – Clovis tool and weaponry efficiency in an African elephant context, *American Antiquity*, t. 54, p. 766-784.
- FRISON G.C. (1992) – The foothills, mountains, and the open plains: A dichotomy in Paleoindian subsistence strategies between two ecosystems, In: *Ice Age Hunters of the Rockies*, D. J. Stanford et J. S. Day (eds.), Boulder, University Press of Colorado, p. 323-342.
- FRISON G.C. (1996) – *The Mill Iron Site*, Albuquerque, University of New Mexico Press.

- FRISON G.C. (1998) – Paleoindian large mammal hunters on the plains of North America, *Processing of the National Academy of Sciences U.S.A.*, t. 95, p. 14576-14583.
- FRISON G.C., BRADLEY B.A. (1999) – *The Fenn Cache: Clovis Weapons and Tools*, Santa Fe, N.M., One Horse Land & Cattle Company.
- FRISON G.C. (2004) – *Survival by Hunting: Prehistoric Human Predators and Animal Prey*, Berkeley, University of California Press.
- FRISON G.C., WALKER D.N. (2007) – *Medicine Lodge Creek: Holocene Archaeology of the Eastern Big Horn Basin, Wyoming, Volume 1*, Avondale, Colorado, Clovis Press.
- FRISON G.C., KORNFIELD M., LARSON M.L. (2010) – *Prehistoric Hunter-Gatherers of the High Plains and Rockies*. 3rd ed., Walnut Creek, California, Left Coast Press.
- FRISON G.C., ZEIMENS G. M., PELTON S. P., WALKER D. N., STANFORD D. J., KORNFIELD M. (2018) – Further insights into Paleoindian use of the Powars II red ochre quarry (48PL330), Wyoming, *American Antiquity*, t. 83, p. 485-504.
- FRISON G. C. (2014) - *Rancher Archaeologist: A Career in Two Different Worlds*, Salt Lake City, University of Utah Press, 66 p.
- MACKIE M. E., SUROVELL T. A., O'BRIEN M., KELLY R. L., PELTON S., HAYNES C. V., FRISON G. C., YOHE R. M., TETEAK S., ROCKWELL H. M., MAHAN, S. (2020) - Confirming a Cultural association at the La Prele Mammoth Site (48CO1401), Converse County, Wyoming, *American Antiquity*, t. 85(3), p. 554-572.

Jean-Louis Guendon (1947-2022)

Géologue de formation (altération des formations du Crétacé), ingénieur de recherches au CNRS, géomorphologue, Jean-Louis Guendon a rejoint le LAMPEA en octobre 1998, après avoir développé au sein de l'ERA 282 *Évolution karstique dans les milieux méditerranéens et alpins* (dir. J. Nicod), de l'URA 903 du CNRS et de l'Institut de Géographie d'Aix en Provence, ses terrains d'étude autour des karsts et des formations travertineuses. Ses contributions directes à l'archéologie ont été également très nombreuses tant sur la caractérisation des gites de matière première (séries oligocènes à silex) dans le Luberon, que sur l'activité minière et la métallurgie (Capitelle du Broum Cabrières-Péret, Hérault, et Nord du Chili) ou encore les phénomènes de carbonatation (laminations de calcite) dans les aqueducs antiques (notam-

ment Fréjus), l'art pariétal paléolithique (grotte d'Aldène, Hérault) ou le mégalithisme en Corse. Jean-Louis Guendon a également largement contribué à la reconstitution des dynamiques sédimentaires depuis la dernière glaciation en Provence et dans le Luberon. Retraité actif, le laboratoire LAMPEA perd un précieux scientifique, un remarquable pédagogue, passionné et passionnant sur tous les terrains de la géomorphologie et de la Préhistoire. <https://lampea.cnrs.fr/spip.php?article3996>

Notre collègue est décédé le 12 février 2022.

Le Conseil d'administration de la Société préhistorique française présente ses sincères condoléances à sa famille et ses amis.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DU 29 JANVIER 2022

Exceptionnellement, en raison de la situation sanitaire, l'assemblée générale de la Société préhistorique française s'est tenue par visioconférence, le samedi 29 janvier 2022, sous la présidence de Claire Manen. Après une allocution de la présidente, le rapport moral et d'activités, présenté par Jean-Marc Pétilion, et le rapport financier, présenté par Daniel Mordant, ont été adoptés à l'unanimité. Ils ont été suivis par un bilan du *Bulletin* préparé par Quentin Chambon, Ludovic Mevel et Nicolas Naudinot, et un bilan de notre présence sur Internet préparé par Dominique Commelin et Solange Rigaud. Les résultats des votes pour le renouvellement du tiers du conseil d'administration sont présentés à la fin du rapport moral.

ALLOCUTION DE LA PRÉSIDENTE

Chères et chers collègues,

Bienvenue à cette assemblée générale virtuelle de la SPF et merci d'être présent malgré ces circonstances. Cette année encore nous avons dû nous résoudre à organiser cette assemblée générale à distance. C'est une décision qui n'a pas été agréable à prendre tant nous aurions aimé nous retrouver physiquement pour partager ces moments d'échanges et de convivialité irremplaçables.

Comme vous le savez, cette assemblée générale est l'occasion de vous présenter le bilan des activités de notre association depuis un an. L'année écoulée a été, encore une fois, difficile, mais vous verrez que nous avons néanmoins réussi à conserver une activité scientifique et éditoriale tout à fait satisfaisante.

Mes collègues vont vous présenter tous ces points plus en détail mais parmi nos activités, on peut souligner la parution des 4 numéros de notre bulletin périodique évidemment, la publication d'un supplément en libre accès en co-édition avec la Hugo-Obermaier Gesellschaft consacré à la *Mobilités des hommes, des objets et des idées pendant le Paléolithique supérieur européen*, mais également un mémoire sur l'emblématique site de Pincevent et le développement de l'ethnologie préhistorique.

Parmi les temps forts de l'année, on note également l'organisation de deux séances et enfin le 29^e Congrès Préhistorique de France qui a connu, malgré sa tenue à distance, un véritable succès, comme en témoigne le

nombre de participants : 800 inscrits, entre 200 et 300 connexions quotidiennes.

Réjouissons-nous donc malgré les circonstances de la vitalité de nos activités et remercions une nouvelle fois chaleureusement tous ceux qui nous aident dans ces tâches.

À ce titre, je veux en premier lieu remercier Cécile Tardif, secrétaire-comptable de notre association et Quentin Chambon, secrétaire de rédaction pour le *BSPF*. Leur implication et leur engagement sont essentiels à la vie de la SPF.

Je remercie évidemment très sincèrement nos principaux partenaires scientifiques et financiers : l'Institut des sciences humaines et sociales du CNRS et le pôle éditorial de la MSH Mondes, le ministère de la Culture et le Centre national du livre, qui, par leur soutien en personnel ou en subvention, rendent possible la vie scientifique de la SPF et ainsi la diffusion des recherches en Pré et Protohistoire en France mais également à l'étranger. Enfin un grand merci à tous les collègues qui nous font confiance et nous soumettent des articles, suscitent des débats scientifiques qui dépassent largement nos frontières, organisent des événements scientifiques qui contribuent à des échanges de vues stimulantes.

Je remercie également pour terminer tous les membres du conseil d'administration et du bureau pour leur constance et leur énergie dans l'animation de la SPF.

À ce sujet, cette année s'ouvre avec des renouvellements importants au sein du CA de la SPF. Vous le savez, ce CA – et c'est sa richesse – est composé de membres de diverses institutions, tendances disciplinaires ou représentants des principaux pôles de recherche en France. Il se compose de membres qui s'engagent pour quelques années autour d'une action spécifique et d'autres qui par leur engagement sur plusieurs décennies permettent de ne pas s'égarer dans le court-termisme que nous imposent certaines politiques. Un bel équilibre en somme entre le temps court et le temps long qui n'est pas sans faire écho aux recherches qui nous occupent au quotidien !

Comme je le disais donc cette année s'ouvre avec des renouvellements importants au sein du CA de la SPF et cela est également un gage de vitalité, d'ouverture et de diversité de vues fondamental.

Plusieurs membres quittent le CA. Ainsi Solange Rigaud qui termine son mandat durant lequel elle a contribué à la présence de la SPF sur les réseaux sociaux. Merci à elle. Mike Illet, également démissionnaire, a intégré la SPF en 2011 et a contribué à diverses tâches au

sein du comité de rédaction, sur le terrain des relations internationales que nous entretenons avec d'autres sociétés savantes. Merci donc à Mike Illet pour son investissement tout au long de ces années. Enfin, Cyril Montoya et Jean-Pierre Fagnart nous quittent également. Cyril Montoya a intégré la SPF en 2013 et s'est chargé des actualités scientifiques, des séances et plus récemment il a largement contribué à la réussite de l'organisation et de la publication du 28^e Congrès Préhistorique de France. Merci donc à Cyril Montoya.

Enfin, *last but not least*, Jean-Pierre Fagnart termine également son mandat et a souhaité laisser sa place au sein du CA. Jean-Pierre Fagnart a évidemment tenu une place très importante au sein de notre association, membre du CA depuis près d'une trentaine d'année – depuis 1994 si je ne me trompe pas –, il a tenu divers rôles, dont évidemment celui de Président au début des années 2000 avec comme point d'orgue l'organisation du centenaire de la SPF. Également membre du comité de rédaction, Jean-Pierre Fagnart a finalement œuvré dans toute la diversité de nos activités. Et dernièrement, j'en parlais à l'instant, il a été moteur, avec ses deux collègues, dans l'organisation et la publication du 28^e CPF. Tout le CA se joint donc à moi pour te remercier Jean-Pierre et espère que nous aurons l'occasion de prochainement trinquer ensemble comme cela était prévu...

Et merci bien sûr aux nouveaux collègues qui ont souhaité se présenter aux élections pour s'investir au sein du CA de la SPF.

Et puis un mot à titre personnel, sans préjuger du résultat des votes, je resterai au CA mais terminant mon mandat de présidente, je quitterai le bureau de la SPF auquel j'appartiens maintenant depuis plus de 15 ans. Je ne quitte pas la SPF bien sûr, mais je voulais dire que, malgré certaines périodes où des choix difficiles ont dû être faits, cette expérience au bureau de la SPF a été particulièrement stimulante et enrichissante à plus d'un titre.

Je ne vais pas être plus longue et je vais céder la parole à mes collègues. Nous écouterons Jean-Marc Pétillon, secrétaire général, puis Daniel Mordant, trésorier, et enfin Ludovic Mevel, rédacteur en chef du *BSPF*, et Solange Rigaud pour un bilan de la présence de la SPF sur le web (réseaux sociaux, publications numériques,...).

Il me reste une nouvelle fois à vous remercier pour votre présence et vous adresser – puisqu'il est encore temps – mes vœux les plus sincères pour cette nouvelle année.

RAPPORTS MORAL ET D'ACTIVITÉS

Chers collègues et chers amis,

Nous voici donc une fois encore réunis derrière nos écrans, une situation à laquelle nous avons appris à nous habituer à défaut de l'apprécier. Comme vous allez le voir, pour la SPF comme pour tout le monde, l'activité de l'année 2021 a été à nouveau rythmée par les aléas de la

situation sanitaire. Ces aléas ont entraîné le recours ponctuel au télétravail pour Cécile Tardif et Quentin Chambon, et le passage en visioconférence pour toutes nos réunions – depuis les réunions du conseil d'administration jusqu'au Congrès préhistorique de France en passant par les séances. Ils ont entraîné aussi un certain retard dans quelques projets, tant il est vrai que, pour nous tous je pense, le passif accumulé depuis le début de la pandémie n'a pas fini d'être résorbé. Malgré tout, comme je le disais déjà l'année dernière, vous verrez que la SPF a su préserver l'essentiel, grâce au dévouement de tous – sociétaires, administrateurs, salariés, auteurs, organisateurs des séances et du congrès ; grâce également à la confiance que nous accordent la communauté des préhistoriens et les institutions qui nous soutiennent.

Adhérents, abonnés et envoi du *Bulletin*

Je commencerai par notre habituel baromètre associatif : les chiffres des abonnements au *Bulletin* et des adhésions à la Société (tabl. 1). Ils sont dans la tendance immuable de ces dernières décennies, avec cette année 3 % d'abonnés en moins, tandis que le nombre d'adhérents simples reste à peu près stable (tabl. 2).

Le *Bulletin* fut imprimé à 750 exemplaires, dont 635 ont été envoyés, soit 90 envois gratuits et 545 abonnés payants (tabl. 3). S'y ajoutent 142 abonnements exclusivement numériques. Les abonnements payants se répartissent en quatre catégories, selon des proportions stables d'une année sur l'autre : en 2021, 58 % de personnes physiques résidant en France, 10 % de personnes physiques résidant à l'étranger, 16 % de personnes morales françaises et 16 % de personnes morales étrangères.

Du côté des personnes physiques abonnées au *Bulletin*, l'évolution relevée ces dernières années s'est poursuivie en 2021 : en deux ans, depuis 2019, le nombre de personnes abonnées à l'édition papier a diminué de 8 %, tandis que le nombre de personnes abonnées exclusivement à l'édition numérique a augmenté de 4,5 %, en partie bien sûr par transfert d'abonnés d'une catégorie vers l'autre. Cela montre à nouveau l'importance de la diffusion en ligne pour limiter l'érosion de nos adhésions. Exprimé autrement : parmi nos abonnés, le pourcentage de ceux qui ne consultent que l'édition en ligne continue à croître lentement mais régulièrement, passant de 21 % en 2017 à 29,5 % aujourd'hui.

Une perspective plus préoccupante est l'érosion rapide depuis l'année dernière de nos abonnements institutionnels, ceux des personnes morales. Alors que ce chiffre a toujours eu tendance à baisser plus lentement que celui des personnes physiques, le rapport s'est inversé depuis 2020 (je vous l'avais d'ailleurs déjà signalé il y a un an) : au total, en deux ans, le *BSPF* a perdu 14 % de ses abonnés institutionnels, ce qui représente une perte d'autant plus importante que ces abonnements sont à un tarif plus élevé que ceux des personnes physiques. En d'autres termes : il y a de plus en plus de bibliothèques, de laboratoires, qui ne se réabonnent plus au *BSPF*, et cela aussi bien en France qu'à l'étranger – le rythme de

	Personnes physiques						Personnes morales		Total
	Nouveaux ab ^t	AS deviennent ab ^t	Démissions	Décès	Ab ^t deviennent AS	Suspendus pour non-paiement	Nouveaux ab ^t	Démissions, suppressions	
France	32	4	-9	0	-7	-21	2	-11	-10
Zone euro	5	0	-1	0	-1	-3	4	-9	-5
Hors zone euro	1	1	-1	0	-1	0	2	-7	-5
Total	38	5	-11	0	-9	-24	8	-27	-20
Total général	-1						-19		

Tabl. 1 – Évolution des abonnés de 2020 à 2021. ab^t : abonnements ; AS : adhérents simples.

	Nouveaux AS	Ab. deviennent AS	AS deviennent Ab.	Démission	Suspendus pour non-paiement	Total
France	2	7	-4	0	-9	-4
Zone euro	0	1	0	0	0	1
Hors zone euro	0	1	-1	0	-1	-1
Total	2	9	-5	0	-10	-4

Tabl. 2 – Évolution des adhérents simples de 2020 (55 personnes) à 2021 (51 personnes). abt : abonnés ; AS : adhérents simples.

	PAYANTS			GRATUITS					
	Personnes physiques		P. morales	Personnes physiques		Personnes morales			
	Membres à vie	Abonnés (papier + numérique)	Abonnés	Initiative SPF et hommage	Présidents d'honneur	Échanges	Initiative SPF et hommage	CNRS	Culture
France	11	269 + 120	107	1	5	2	7	2	27
Zone euro	2	26 + 9	58	0	0	20	1	1	3
Hors zone euro	1	22 + 10	49	1	0	18	0 + 3	2	0
Total	14	317 + 139	214	2	5	40	8 + 3	5	30
Total général	684			93					

Tabl. 3 – Répartition des abonnements au *Bulletin* en 2021, pour 635 envois et 142 abonnements exclusivement numériques. Lorsque deux nombres figurent dans la même case, le nombre de gauche est celui des abonnés ayant choisi la formule « papier et numérique », le nombre de droite celui des abonnements exclusivement numériques.

la baisse est le même dans les deux cas. L'année dernière, on pouvait éventuellement attribuer ces non-renouvellements à la désorganisation liée aux confinements, mais l'explication me semble moins valable cette année, et il faut s'en inquiéter. Quoiqu'il en soit, et comme j'ai déjà eu l'occasion de le dire, c'est aussi à chacun d'entre nous d'agir pour enrayer cette tendance : abonnez, réabonnez votre bibliothèque, votre laboratoire, votre association !

Le point positif est que cette évolution ne traduit pas un désintérêt pour les productions scientifiques de la SPF, puisque celles-ci sont toujours plus vues et lues en ligne, comme le rapport de Dominique Commelin et Solange Rigaud vous le montrera tout à l'heure. Ce sont donc plutôt les modes de consultation de ces productions qui changent.

Évolution du *Bulletin*

... Et le *BSPF* en est bien conscient puisqu'il a à cœur d'être une revue dynamique, qui évolue chaque année

pour rester en phase avec le paysage de l'édition scientifique, les pratiques et les attentes de la communauté des préhistoriens. Comme Ludovic Mevel le détaillera tout à l'heure, l'année 2021 a ainsi vu la concrétisation d'un chantier entamé en 2019 : la possibilité, pour les auteurs du *Bulletin* comme pour ceux des séances, d'ajouter à leur article des données supplémentaires en ligne, hébergées de façon pérenne sur la plateforme institutionnelle Nakala, un service mis en place par la TGIR Huma-Num.

Cette année fut également l'occasion de relancer la rubrique « débats », historiquement présente dans le *Bulletin* mais qui s'était progressivement éteinte faute de contributions. Un article publié cet été a en effet donné lieu à des échanges nourris et de qualité dans le dernier numéro, et nous espérons que cela ne restera pas isolé. Qu'il s'agisse de répondre de façon constructive à un article du *Bulletin* ou d'ouvrir une discussion, n'hésitez pas à envoyer vos contributions.

Enfin, dans la lignée d'un travail entamé les années précédentes, nous avons poursuivi la réflexion sur la place

de la SPF dans le mouvement pour la science ouverte, en particulier dans le cadre du deuxième « Plan national pour la science ouverte », lancé en 2021. L'idée selon laquelle les produits de la recherche doivent être diffusés publiquement, gratuitement et sans délai fait bien sûr partie des idéaux scientifiques de la SPF depuis sa création, et une grande partie des publications SPF sont d'ailleurs d'ores et déjà accessibles de cette manière. Mais nous restons toutefois très attentifs à ce que ce mouvement, qui prend de plus en plus les contours d'une obligation réglementaire, ne remette pas en cause notre modèle économique, et à terme notre existence. Le bureau de la SPF a eu en décembre 2021 un entretien approfondi et constructif à ce sujet avec Lionel Maurel, directeur adjoint scientifique en charge de ces questions à l'InSHS, et nous aurons l'occasion de revenir vers vous cette année à ce propos.

Pour finir sur le *Bulletin*, rappelons que, après une année de stabilité en 2021, les tarifs d'abonnement augmentent cette année, conformément au vote de l'assemblée générale il y a un an. Selon la politique décidée début 2017 (une augmentation modérée tous les deux ans), nous vous proposons que l'année 2023 ne voie aucune hausse tarifaire.

Mémoires et suppléments au *Bulletin*

En dehors du *Bulletin*, notre collection de suppléments au *BSPF* s'est enrichie en 2021 d'un nouveau titre. Vous savez que cette collection, qui fêtera cette année ses dix ans, correspond aux actes des séances organisées sous le patronage de notre Société. Il s'agit en l'occurrence de la séance conjointe avec notre association jumelle d'outre-Rhin, la Hugo Obermaier Gesellschaft ; séance qui s'était tenue à Strasbourg en mai 2019 sous la direction de Ludovic Mevel, Mara-Julia Weber et Andreas Maier, et qui était intitulée « En mouvement : mobilité des hommes, des objets et des idées pendant le Paléolithique supérieur européen ». À l'arrivée, ces organisateurs nous offrent un ouvrage de quelque 250 pages, dont les dix contributions abordent une riche série de thématiques sur le Paléolithique supérieur récent du sud-ouest européen. Ce volume numérique est téléchargeable gratuitement en ligne, comme les seize autres numéros de cette collection.

Deux autres manuscrits, correspondant aux deux autres séances de 2019, sont en cours de traitement. Ils font partie des dossiers qui ont connu des délais supplémentaires dû au retard accumulé depuis le début de la pandémie, mais le travail de publication se poursuivra cette année.

La collection « Mémoires » a vu en 2021 la publication de la monographie de Philippe Soulier sur les fouilles de Pincevent : *Pincevent 1964-2019, cinquante-cinq années d'ethnologie préhistorique*. Un travail irremplaçable, à la fois sur l'historiographie de ce chantier emblématique et sur l'ampleur de ses apports méthodologiques et théoriques à la discipline. Dans cette collection aussi, plusieurs manuscrits sont « dans les tuyaux » et permettent d'envisager la parution de deux nouveaux titres en 2022.

Je remercie comme de coutume toutes les personnes qui nous permettent de poursuivre cette activité d'édition, des auteurs aux membres du conseil d'administration, plus particulièrement Arnaud Blin et Martin Sauvage, en charge de ce mandat.

Événements

Comme je l'évoquais il y a quelques minutes, les événements et rencontres organisés ou parrainés par la SPF ont malheureusement tous dû prendre la forme de visioconférences. C'est le cas de la séance sur la recontextualisation des sols de Lascaux, organisée par Sylvain Ducasse et Mathieu Langlais. Cet événement, dont vous aviez eu un avant-goût lors de notre dernière assemblée générale, s'est déroulé le 28 avril et a remporté un joli succès avec plus d'une centaine de personnes connectées pour suivre une quinzaine de communications. Il s'agissait de présenter les résultats de deux projets conjoints, DEX_TER et LAsCO, tous deux consacrés à la restitution du contexte archéologique et chronoculturel de la célèbre grotte ornée.

Cette séance fut suivie les 4 et 5 octobre par deux journées d'étude sur l'actualité des recherches concernant la préhistoire des Balkans, journées organisées par Jessica Lacarrière, Sonja Kačar et Antonin Tomasso. Cette seconde séance de l'année 2021 a rassemblé elle aussi une quinzaine de communications sur un spectre chronologique très large, du début du Paléolithique récent au Néolithique ; communications toutes centrées sur cette région clé pour la compréhension de phénomènes majeurs à l'échelle européenne, depuis l'arrivée des humains anatomiquement modernes jusqu'à la néolithisation.

Merci donc aux organisateurs de ces deux séances... et merci à ceux qui prendront leur suite cette année, puisque deux rencontres sont programmées pour cet automne : une première séance en octobre sur les systèmes techniques lithiques mésolithiques, organisée par Ludovic Mevel, Sylvain Griselin, Bénédicte Souffi, Colas Guéret, Alexandre Deseine et Hans Vandendriessche, et qui aura lieu à Paris et Nanterre si tout va bien ; et une seconde séance en novembre consacrée à la pétroarchéologie, ou plus exactement à un bilan du PCR « Réseau de lithothèques » et du GDR « Silex », organisé par Pierre Allard, Vincent Delvigne, Paul Fernandes, Céline Léandri et leurs collaborateurs, événement pour lequel nous nous retrouverons cette fois à Lyon si les conditions sanitaires le permettent enfin.

Enfin et surtout, cette année fut aussi celle du 29^e Congrès préhistorique de France, qui s'est déroulé en ligne depuis Toulouse du 31 mai au 4 juin. Organisé par le laboratoire Traces, il a pu avoir lieu grâce au concours de nombreux partenaires : l'université Toulouse Jean-Jaurès, l'université fédérale de Toulouse, la région Occitanie, le CNRS, l'Inrap, le Muséum de Toulouse et le musée Saint-Raymond, que nous remercions tous chaleureusement. Merci également bien sûr au comité d'organisation local – Jessie Cauliez, Sandrine Costamagno, Claire Manen, Pierre-Yves Milcent, Marilou Nordez, Thomas

Perrin, Jean-Marc Pétillon, Caroline Renard, Cristina San Juan-Foucher et Nicolas Valdeyron, et Benjamin Marquebielle au support technique. Intitulé « Hiatus, lacunes et absences : identifier et interpréter les vides archéologiques », ce congrès fut un succès malgré les circonstances : les douze sessions ont rassemblé environ 140 communications, suivies quotidiennement par 200 à 300 personnes, pour 800 inscrits au total. Le congrès fut prolongé par une série de conférences en ligne depuis le musée Saint-Raymond, qui se sont succédé tout au long de l'automne 2021. Les organisateurs et les responsables de session se sont d'ores et déjà attelés à la considérable tâche de la publication des actes, qui se fera pour la première fois sous deux formes : des volumes papier « classiques » mais aussi des articles mis en ligne en accès libre sur notre site. Nous vous donnerons bien sûr régulièrement des nouvelles de l'avancement de ce vaste chantier.

Élections

En raison de la situation sanitaire et de la tenue de l'assemblée générale par visioconférence, à titre exceptionnel, le vote pour le renouvellement d'un tiers du conseil d'administration s'est déroulé uniquement par correspondance. Les résultats, dépouillés le 29 janvier 2021 à Paris par Cécile Tardif et Ludovic Mevel, sont les suivants :

Votants : 70 ; exprimés : 60
 M. Colas GUÉRET : 59 voix
 Mme Isabelle KEROUANTON : 60 voix
 Mme Claire MANEN : 60 voix
 M. Claude MORDANT : 58 voix
 M. Roland NESPOULET : 60 voix
 M. Jean-Marc PÉTILLON : 59 voix
 M. Martin SAUVAGE : 60 voix
 M. Jean-Denis VIGNE : 59 voix

Nous rappelons aux sociétaires qu'il est nécessaire d'indiquer leur nom sur l'enveloppe extérieure d'envoi de leur bulletin pour que leur vote puisse être pris en compte.

Sont élus au conseil d'administration de la SPF : mesdames et messieurs Guéret, Kerouanton, Manen, Mordant, Nespoulet, Pétillon, Sauvage et Vigne.

La composition du bureau est annoncée dans les premières pages du *Bulletin*.

Je terminerai en vous adressant tous mes vœux pour cette nouvelle année, une coutume un peu convenue mais qui reprend en ce moment tout son sens ! Rendez-vous donc l'année prochaine, dans de meilleures conditions nous l'espérons.

Le secrétaire général
 Jean-Marc PÉTILLON

BILAN FINANCIER 2021

Résultats 2021

Les comptes de l'exercice 2021 (du 01-12-2020 au 30-11-2021) ont été établis par notre secrétaire-comptable

selon les procédures de la comptabilité d'engagement et vérifiés par le cabinet d'expert-comptable, Pluriel-Consultants, ce qui nous dispense de les soumettre à deux censeurs. Les documents comptables réglementaires sont disponibles et consultables sur demande. Pour plus de lisibilité, la présentation traditionnellement adoptée pour l'exposé des résultats est axée sur les actions conduites par l'association, réparties en quatre chapitres A-D. En dépit des conditions sanitaires liées à la pandémie qui se poursuit, le protocole comptable habituel s'est déroulé de façon satisfaisante grâce aux efforts de chacun.

Les comptes 2021 révèlent un résultat, hors régulation des stocks d'ouvrages ¹, de + **9 015,93 €** (6 % des produits), soit un total des produits de **147 930,92 €** contre un total des charges de **138 914,99 €**. La prise en compte de la dévalorisation de nos stocks en fin d'exercice, soit - 1 275,06 €, s'ajoute en valeur absolue aux charges ainsi portées à **140 190,05 €**, pour un résultat comptable (exédent) de + **7 740,87 €**. La présentation analytique de ces comptes est conçue selon les quatre chapitres : A, gestion de la SPF ; B, comptes du *BSPF* (Bulletin trimestriel et Supplément en ligne) ; C, compte des Éditions non périodiques ; D, compte des Événements (Congrès préhistorique de France). Les frais de personnel, s'élevant à 37 770,87 €, sont intégralement imputés au chapitre du *BSPF*, expression directe de l'association, auquel sont abonnés la quasi-totalité des adhérents. La valorisation de la mise à disposition de notre secrétaire de rédaction/éditeur par le CNRS est estimée à 30 000 €, ce qui porte nos charges à **170 190,05 €** et nos produits à **177 930,92 €**.

Chapitre A : gestion de la Société préhistorique française, avec des produits de **15 796,32 €**, dont 15 150 € de cotisations, 448 € de dons ; des charges de **17 851,06 €**, dont frais de fonctionnement, petits travaux et charges immobilières pour 5 853,77 €, frais du site web et informatique pour 7 931,98 €, expert pour 1 956 €, missions et frais de réunions (séances) pour 855 €, dotation aux amortissements sur immobilisations pour 1 254,31 €, soit un déficit de - **2 054,74 €** ;

Chapitre B : compte du *Bulletin* (*Bulletin* trimestriel et Supplément en ligne/séances SPF), enregistrant un bénéfice de + **8 183,05 €**, pour un montant des produits de **87 683,51 €**, dont subventions d'un total de 21 631,30 € (24,6 %), abonnements de 55 985 € et revenus éditoriaux de 7 028,21 €, et des charges de **79 500,46 €**, dont frais d'impression du *Bulletin* trimestriel de 26 560,46 €, routage de 6 474,02 €, honoraires de mise au point des

¹ Pour les questions liées à la valorisation des stocks, nous renvoyons le lecteur à l'annexe initiale publiée à la suite du Bilan financier de 2016 dans le n° 2017-1 (p. 192-193). À partir de l'exercice 2019 sont exclus de la valorisation les exemplaires gratuits que l'association remet aux auteurs, aux financeurs et consacre au service de presse et diffusion. De même il est maintenant tenu compte des potentialités de vente au fil des années pour les titres récents. Ces mesures de régulation, établies en relation avec notre expert-comptable, restituent une valorisation plus réaliste de nos stocks, conforme à l'activité de l'association.

GESTION DE LA SOCIÉTÉ PRÉHISTORIQUE FRANÇAISE

Comptes de l'exercice 2021 (01/12/2020 au 30/11/2021)

Recettes	En euros	Dépenses	En euros
Cotisation France	13 170,00	Optimisation de la gestion	–
Cotisation étranger	1 980,00	Entretien et maintenance	979,96
Dons	448,00	Hébergement nom de domaine	57,46
Résultat financier	46,97	Refonte site web/développement	780,00
Produits exceptionnels	–	Maintenance du site web	1 526,88
Indemnités formation AFDAS	–	Paieement en ligne	2 509,20
Gains	151,35	Fournitures de bureau	951,96
		Équipement informatique et logiciels	1 241,02
		Télécom + ADSL	382,64
		Location	–
		Expert-comptable honoraires	1 956,00
		Charges de copropriété	1 308,00
		Assurance	437,90
		Frais financiers	826,99
		Impôts, taxes et participation	703,38
		Missions et déplacements	–
		Organisation de réunions	855,00
		EDF GDF	908,64
		Eau	26,07
		Divers / petits travaux	1 145,65
		Dotation aux amortissements sur immobilisation	1 254,31
Total recettes 2021	15 796,32	Total dépenses 2021	17 851,06
		Résultat comptable (déficiaire)	- 2 054,74
TOTAL	15 796,32	TOTAL	15 796,32

manuscrits 1 769 € et 6 000 € restant à réaliser, frais de personnel de 37 770,87 € ;

Chapitre C : compte des publications non périodiques, enregistrant un bénéfice de **+2 887,62 €**, avec des produits de **44 551,09 €**, dont ventes pour 11 434,10 €, subventions reçues pour 20 695 € (46,5 % des produits), et des charges de **41 563,47 €**, dont frais d'impression pour 12 413,89 €, honoraires de mise au point et mise en page des manuscrits pour 15 937 €, ainsi qu'un engagement restant à réaliser pour l'édition des Mémoires 69 et 70 de 10 350 €.

Chapitre D : événements. Rappel : les frais d'organisation du CPF de Toulouse 2021 ont été pris en charge par les structures organisatrices. La constitution du manuscrit des Actes est en cours. Un budget éditorial est prévu pour 2022.

Comparaison avec les années antérieures

Le résultat bénéficiaire de nos comptes se confirme d'année en année (depuis 2013) : sans être aussi élevé qu'en 2020 (+ 27 394 €), celui de cette année 2021 s'établit à + 9 015,93 € soit 6 % des produits, qui passe à 7 740,87 € si l'on prend en compte la légère dévalorisation de nos stocks en 2021 du fait d'un retard de parution (M67). C'est, globalement, un résultat équilibré qui, cependant, ne doit pas masquer des difficultés à réaliser les programmes prévus. Pour l'essentiel, c'est la parution des séances qui est impactée, avec pour cause principale

les difficultés rencontrées par les organisateurs pour rassembler les contributions et constituer le manuscrit qui devra entrer ensuite dans la chaîne éditoriale habituelle, préalable à la mise en ligne.

Le chapitre de gestion est à nouveau déficitaire, puisqu'alimenté par les seules cotisations : si celles de France se maintiennent (13 170 € contre 13 110 € en 2020) on observe une certaine baisse pour l'étranger (1 980 € contre 2 160 € en 2020). Une augmentation des charges de 12,7 % est enregistrée avec une dépense spécifique liée à la sécurisation de notre moyen de paiement en ligne (soit 2 214 € au lieu de 294 € en 2020). On retiendra par contre que la dotation aux amortissements est sensiblement réduite : 1 254 € au lieu de 3 109 €.

Le compte du *BSPF* (et des Séances) permet de continuer de prendre en charge 100 % des frais de personnel (contre 80 % en 2016), tout en dégagant *un bénéfice notable* de **8 183,05 €**, contre 16 423 € en 2020, 8 663,79 € en 2019 et 4 416 € en 2018, 10 155 € en 2017. Ce résultat positif est lié au bon niveau des subventions publiques qui, toutefois, avec 21 631 € en 2021, marque un certain tassement par rapport aux années précédentes : soit 27 671 € en 2020, 26 765 € en 2019, 23 860 € en 2018, 31 500 € en 2017, 27 000 € en 2016... De plus, le montant des abonnements, avec 55 985 € au lieu de 58 765 € en 2020 et 57 780 € en 2019, n'a pas bénéficié de l'augmentation du tarif comme celui de l'an dernier. C'est donc une baisse (de recettes) de 4,7 % qui est globalement enregistrée cette année, plus élevée que les 2 % habituels. On

COMPTES DES PUBLICATIONS

Comptes de l'exercice 2021 (01/12/2020 au 30/11/2021)

Bulletin trimestriel et suppléments Séances en ligne

Recettes	En euros	Dépenses	En euros
Abonnement France	31 435,00	Impression (4 parutions du <i>Bulletin</i>)	26 560,46
Abonnement numérique France	2 995,00	Impression (Séances)	—
Abonnement étranger	21 160,00	Frais de personnel SPF (secrétariat)	37 770,87
Abonnement numérique étranger	395,00	Routage	6 474,02
Ventes <i>Bulletin</i> France et étranger	805,00	Honoraires relecture et mise au point manuscrits	1 769,00
Ventes <i>Bulletin</i> numérique France et étranger	240,00	Pertes charges financières	162,48
Port	225,00	Frais d'expédition	598,63
Subvention Culture <i>Bulletin</i>	12 500,00	Divers	—
Publicité et encartage	—	Engagement à réaliser (éditions séances)	6 000,00
Redevance CFC	305,01	Pertes sur créances irrécouvrables	165,00
Redevance JSTOR	6 723,20		
Subvention CNL	3 131,30		
Subvention SDA séances en ligne	6 000,00		
Reprise sur fonds dédiés	1 769,00		
Total recettes 2021	87 683,51	Total dépenses 2021	79 500,46
		Résultat comptable (bénéficiaire)	8 183,05
TOTAL	87 683,51	TOTAL	87 683,51

Éditions des non-périodiques

Recettes	En euros	Dépenses	En euros
Ventes France et étranger	11 434,10	Impression	12 413,89
Port	2 219,70	Honoraires mise au point manuscrits	15 937,00
Subventions	20 695,00	Frais postaux	2 152,58
Reprise sur fonds dédiés	10 083,00	Transport	570,00
Indemnités de La Poste	—	Divers	140,00
Redevance CFC	19,29	Engagement à réaliser (édition M69-70-CPF)	10 350,00
Total recettes 2021	44 451,09	Total dépenses 2021	41 563,47
		Résultat comptable (bénéficiaire)	2 887,62
TOTAL	44 451,09	TOTAL	44 451,09

notera le caractère différentiel de cette baisse : - 3 % pour la France et - 9 % pour l'étranger. Comme le signalait le secrétaire général la défaillance est largement imputable aux personnes morales, bibliothèques et autres institutions. Heureusement, les frais d'impression du *Bulletin* sont maintenant parfaitement ajustés, avec seulement 1 % d'augmentation cette année. Comme on l'a dit, le retard pris dans la remise des manuscrits des Séances n'a pas permis d'engager complètement les dépenses pour leur mise au point : après le report de l'engagement du montant 2020 de la subvention SDA, soit 8 000 €, il a donc fallu encore, cette année, reporter le montant de 6 000 € 2021. Quoi qu'il en soit, il y a lieu de souligner que les moyens nécessaires au traitement des cinq séances en cours sont en place. Il faut juste souhaiter que cette situation ne compromette l'octroi de la subvention 2022 pour traiter les deux séances 2021.

Deux mémoires sont parus en 2021 : le M67 (Grotte Rochefort) en tout début d'année et le M68 (Pincevent) en fin d'année. Les titres prévus et subventionnés en 2021 (M69 et M70) sortiront au cours du premier semestre

2022 : des dépenses ont été engagées en 2021 et les moyens nécessaires sont reportés en conséquence. Il en résulte que le niveau escompté des ventes n'a pas été atteint en 2021 et qu'un certain recul est donc enregistré, soit 11 434 € au lieu de 13 669 (12 200 prévus), cela en dépit de la très bonne performance de vente du M67, la diffusion du M68 sur Pincevent ne concernant que l'année 2022.

Dans l'effort collectif engagé, je soulignais l'an dernier la qualité du travail de nos collaborateurs, ce que je réitère ici : Cécile Tardif, secrétaire-comptable de la SPF et véritable cheville ouvrière de l'association, avec maintenant plus de *vingt années* de présence assidue dans celle-ci, qui assure, avec compétence, sérieux et courage, les différentes tâches dans la voie tracée par le Conseil d'administration, partageant son temps de travail entre notre siège social à Paris XI^e et le Pôle éditorial de Nanterre ; Quentin Chambon, ayant succédé à Martin Sauvage, secrétaire de rédaction mis à disposition par le CNRS en tant qu'éditeur, qui, avec compétence et sérieux, oeuvre à la mise en page du *Bulletin* principalement. Dans la *situation difficile* que nous traversons, cette équipe, comme il

GESTION DE LA SOCIÉTÉ PRÉHISTORIQUE FRANÇAISE

Prévision budgétaire de l'exercice 2022

Recettes	En euros	Dépenses	En euros
Cotisation France	13 000,00	Entretien et maintenance	980,00
Cotisation étranger	2 000,00	Hébergement nom de domaine	60,00
Dons	500,00	Refonte site web/développement	500,00
Résultat financier	50,00	Maintenance du site web	1 530,00
		Paieement en ligne	330,00
		Fournitures de bureau	950,00
		Équipement informatique et logiciels	3 000,00
		Télécom + ADSL	390,00
		Expert-comptable honoraires	2 000,00
		Charges de copropriété	1 320,00
		Assurance	440,00
		Frais financiers	830,00
		Impôts, taxes et participation	710,00
		Missions et déplacements	500,00
		Organisation de réunions	1 000,00
		EDF GDF	910,00
		Eau	26,00
		Divers / petits travaux	1 200,00
		Dotation aux amortissements sur immobilisation	1 300,00
Total recettes prévisionnelles 2021	15 550,00	Total dépenses prévisionnelles 2021	17 976,00
		Résultat comptable prévisionnel (déficiaire)	- 2 426,00
TOTAL	15 550,00	TOTAL	15 550,00

a été dit par la présidente, a parfaitement résisté à cette épreuve et permis à la SPF de continuer sa mission. À mon tour je les en remercie très chaleureusement.

Prévision 2022

Pour 2022, nos prévisions s'équilibrent à **256 140 €** contre **147 930 €** de produits et **138 914 €** de charges en 2021 (157 241 € de produits et 129 846 € de charges en 2020), hors régulation des stocks et mise à disposition de personnel.

Cette très importante augmentation budgétaire (+ 73 %) est liée au montant élevé des reports liés à la réalisation différée des projets (séances, mémoires) mais surtout à la mise en place du budget global de publication des *Actes* du CPF de Toulouse 2021. Il inclut un volume substantiel de subventions, à hauteur de 104 250 € (40,7 %), dont 45 750 pour les projets habituels (*BSPF* et *Mémoires*), contre 42 000 en 2021, et 58 500 € à titre exceptionnel pour l'édition des *Actes du CPF*.

Les frais de personnel SPF, soit **40 000 €** (17 % de la dépense), sont, comme l'an dernier, entièrement imputés au chapitre du *Bulletin*. Est également mentionnée, hors bilan, la valorisation du personnel CNRS mis à disposition, soit **30 000 €**, ce qui porte notre dépense totale à **286 140 €** pour réaliser le programme prévu. L'aide du CNRS pour ce poste représentera donc, en 2022, 10,5 % du budget total de l'association.

Le chapitre de gestion est présenté avec le léger déficit habituel, soit - 2 426 €, avec **15 550 €** de recettes et **17 976 €** de charges, pour faire face principalement au renouvellement de notre matériel informatique, à envisager sur plusieurs années (3 000 € inscrits en 2022).

Le chapitre du *Bulletin* (et du *Supplément*) est équilibré avec **102 170 €** contre 87 683 € en recettes et 79 500 € en dépenses en 2021. Les montants d'impression et de frais salariaux sont sensiblement reconduits. Par contre on note un montant important d'honoraires de mise au point des manuscrits des *Séances*, soit 26 940 € au lieu de 1 769 €, montant lié au report des moyens restant à engager pour finaliser le traitement des cinq séances en cours. Nous reconduisons les recettes du *Bulletin* en prenant en compte le fait que l'augmentation de tarif décidée l'an dernier compensera l'érosion des abonnements. De même nous reconduisons les montants des subventions, en espérant que celle du CNL retrouvera son niveau d'origine (elle est passée à 3 131 € en 2021 contre 5 171 en 2020). On doit signaler une subvention ponctuelle du CNRS de 3 000 € pour la séance de Brest. Les reports de fonds dédiés, disponibles, s'élèvent à 13 940 €.

Les éditions non périodiques des *Mémoires*, avec des recettes de **45 920 €** contre 44 551 € et des charges de **43 494 €** contre 41 563 €, enregistrent un léger bénéfice de **2 426 €** qui compense le déficit du chapitre de gestion de l'association. La parution des deux mémoires en cours (M69-M70) est prévue pour le premier semestre;

COMPTES DES PUBLICATIONS

Prévision budgétaire de l'exercice 2022

Bulletin trimestriel et suppléments Séances en ligne

Recettes	En euros	Dépenses	En euros
Abonnement France	31 400,00	Impression (4 parutions du <i>Bulletin</i>)	28 000,00
Abonnement numérique France	2 400,00	Impression (séances)	–
Abonnement étranger	22 000,00	Frais de personnel SPF (secrétariat)	39 330,00
Abonnement numérique étranger	450,00	Routage	7 200,00
Ventes <i>Bulletin</i> France et étranger	300,00	Honoraires mise au point manuscrits	26 940,00
Ventes num. <i>Bulletin</i> / articles France et étranger	80,00	Frais d'expédition	500,00
Port	100,00	Divers	200,00
Subvention Culture <i>Bulletin</i>	12 500,00		
Publicité et encartage	–		
Redevance CFC	–		
Redevance JSTOR	6 000,00		
Subvention CNL	4 000,00		
Subvention Brest	3 000,00		
Subvention SDA Séances en ligne	6 000,00		
Reprise sur fonds dédiés	13 940,00		
Total recettes prévisionnelles 2022	102 170,00	Total dépenses prévisionnelles 2022	102 170,00
		Résultat comptable prévisionnel (bénéficiaire)	-
TOTAL	102 170,00	TOTAL	102 170,00

Éditions des non périodiques

Recettes	En euros	Dépenses	En euros
Ventes France et étranger	12 820,00	Impression	17 990,00
Port	2 500,00	Honoraires mise au point manuscrits	23 166,00
Subventions	20 250,00	Frais postaux	1 264,00
Reprise sur fonds dédiés	10 350,00	Transport	574,00
		Divers	500,00
Total recettes prévisionnelles 2022	45 920,00	Total dépenses prévisionnelles 2022	43 494,00
		Résultat comptable prévisionnel (bénéficiaire)	2 426,00
TOTAL	45 920,00	TOTAL	45 920,00

Congrès préhistorique de France : édition des Actes

Recettes	En euros	Dépenses	En euros
Ventes	17 000,00	Relecture et vérification manuscrits	20 000,00
Apport SPF	12 500,00	Mise en page, PAO	28 000,00
Port	3 000,00	Impression (300 ex.)	38 000,00
Subvention MCC SDA	40 000,00	Secrétariat, mise en ligne, maintenance site	1 500,00
Autres subventions	18 500,00	Frais d'expédition	5 000,00
Reprise sur fonds dédiés	1 500,00		
Total recettes	92 500,00	Total dépenses	92 500,00
		Résultat comptable prévisionnel	-
TOTAL	92 500,00	TOTAL	92 500,00

s'ajoutent deux nouveaux titres dont les manuscrits, corrigés par les auteurs et validés par la SPF, vont être traités au cours de l'année. Ils doivent bénéficier d'un bon niveau de subventions soit 20 250 €, issues de la SDA, la DRAC Alsace, le département du Calvados, Antéa archéologie... Les honoraires pour le traitement des manuscrits s'élèvent à 23 166 € contre 15 937 en 2021. Nous avons donc prévu un montant de vente en très légère reprise avec 12 820 € au lieu de 11 434 €.

L'édition des *Actes* du Congrès préhistorique de France (CPF de Toulouse 2021) va être engagée en 2022. Un budget prévisionnel global a été élaboré, afin de pré-

parer les demandes de subvention. Sur la base d'une prévision éditoriale d'environ 2 000 pages, en plusieurs volumes, nous avons pu estimer un coût global à hauteur de **92 500 €**, incluant les opérations habituelles de la chaîne éditoriale pour un montant total de 86 000 €, établi d'après les coûts éditoriaux facturés en 2020-21 : relecture professionnelle, mise en page puis impression dont les modalités restent à affiner. S'ajoutent les frais généraux de secrétariat, mise en ligne et expéditions pour 6 500 €. Les recettes prévoient un apport de subventions de 58 500 € dont 40 000 € du Ministère de la Culture et de la Communication, 18 500 de la Région Occitanie,

SYNTHÈSE DES COMPTES 2021-2022

Synthèse des comptes de l'exercice 2021 (en euros)

Total recettes 2021	147 930,92	Total dépenses 2021	138 914,99
Résultat comptable bénéficiaire avant les variations de stocks			+ 9 015,93
Mise à disposition gratuite de personnel	30 000,00	Mise à disposition gratuite de personnel	30 000,00
Total recettes 2021	177 930,92	Total dépenses 2021	159 846,84
Variation de stocks non-périodiques			1 038,30
Variation de stocks <i>BSPF</i>			236,76
Total recettes 2021	177 930,92	Total dépenses 2021 (avec stocks)	177 930,92
Résultat comptable bénéficiaire après les variations de stocks			7 740,87

Synthèse du budget prévisionnel de l'exercice 2022 (en euros)

Total recettes prévisionnelles 2022	251 140,00	Total dépenses prévisionnelles 2022	256 140,00
Résultat comptable prévisionnel (équilibré)			—
Mise à disposition gratuite de personnel	30 000,00	Mise à disposition gratuite de personnel	30 000,00
Total recettes prévisionnelles 2022	286 140,00	Total dépenses prévisionnelles 2022	286 140,00

de l'Inrap, de l'Université, des équipes de recherche (UMR)... ; la participation de la SPF s'établit à hauteur de 32 500 €, soit près du tiers de la dépense, dont 17 000 € de ventes, 3 000 € de reprise de frais de port et 12 500 € de contribution nette.

La réalisation complète de ce projet éditorial majeur de la SPF, soutenue par un budget conséquent et incluant mise en ligne *en accès gratuit* des sessions, puis édition papier (sur souscription ?), devrait s'étendre sur deux exercices budgétaires ce qui permettra la régulation des budgets exécutés. Par avance, nous remercions tous les acteurs associés à la réalisation de ce projet ambitieux, organisateurs, communicants, institutions de recherches, instances publiques et privées pour leur engagement aux côtés de la SPF, au service de la diffusion la plus large de la connaissance.

C'est sur ces paroles optimistes qu'il me reste à remercier chaleureusement, une nouvelle fois, nos adhérents fidèles qui constituent le socle, mais aussi la *force*, de notre association et les instances publiques qui, par leur écoute et leurs subventions assidues (41 826 € soit 28,3 % des recettes, contre 50 171 € et 31,9 % en 2020), soutiennent notre activité éditoriale dont la renommée dépasse largement nos frontières : le ministère de la Culture et de la Communication (sous-direction de l'archéologie) pour toutes nos publications, le Centre national du Livre (CNL) pour le *Bulletin* (dont les Séances), l'Inrap, les UMR, les collectivités territoriales et des structures privées pour les non périodiques. Enfin, il faut rappeler l'aide décisive que nous apporte le CNRS depuis 2011, avec l'affectation d'un éditeur/secrétaire de rédaction chargé du Bulletin, au sein du Pôle éditorial de la MSH Mondes auquel nous sommes rattachés.

Le trésorier
Daniel MORDANT

BILAN DU BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ
PRÉHISTORIQUE FRANÇAISE 2021

Le *Bulletin de la Société préhistorique française* totalise, en 2021, 804 pages (201 pages en moyenne par livraison), un chiffre en hausse par rapport à celui de l'année 2020, marquée par de sévères restrictions sanitaires. Sur ces 804 pages, on compte 569 pages d'articles, 75 pages de plus qu'en 2020. Les 162 pages de deuxième partie (contre 128 l'année dernière) se répartissent entre 38 pages d'annonces de la Société et 124 pages d'actualités scientifiques (dont 36 pages de « Débats » publiées dans le numéro 4-2021 qui contribuent à étoffer le bilan de la deuxième partie).

Première partie : les articles

En 2021, le *Bulletin* a publié 17 articles (contre 16 en 2020), pour un total de 569 pages (495 en 2020) et la taille moyenne des articles est de 33,4 pages en 2021 (une page de plus par article en moyenne par rapport à 2020, et six pages de plus par rapport à 2019), ce qui confirme la tendance à l'allongement des articles.

En 2021, dix-sept propositions d'articles ont été reçues, une de moins qu'en 2020. Un seul article a été refusé par le comité de lecture (deux en 2020). Parmi les seize articles retenus en 2020, neuf ont été publiés dans l'année ; deux sont prêts pour une publication en 2020, deux autres articles ont été évalués par le comité de lecture, en attente des corrections demandées aux auteurs. Trois sont en cours d'évaluation. En 2021, deux articles ont été publiés en anglais (comme en 2020). Tous les autres articles ont été proposés en français. À cet égard, les chiffres peuvent être considérés comme stables.

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Articles proposés	28	29	29	31	31	31	24	20	18	17
Articles refusés (et abandonnés)	5	6	9	11	7	2	4	2	2	1
Délai proposition-avis	n. d.	6 mois	4 mois	3 mois	2,6 mois	2,4 mois	61 jours (2 mois)	173 jours (5,5 mois)	113 jours (3,75 mois)	143 jours (4,7 mois)
Délai proposition-parution	13 mois	12 mois	10 mois	9 mois	10,5 mois	9 mois	236 jours (env. 8 mois)	251 jours (env. 8 mois)	164 jours (5,5 mois)	202 jours (6,7 mois)

Tabl. 4 – Évolution du traitement des articles soumis.

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Pages utiles	804	818	808	804	832	872	804	844	816	748	804
Nombre d'articles	31	27	26	26	18	22	23	22	21	16	17
Pages de première partie	588	594	508	524	600	615	615	580	572	495	569
Pages par article	19	22	20	20	33	28	26,56	26,3	27,2	32,4	33,4
Auteurs par article	3	3,6	3	3	4,6	4	3,39	2,81	4	4,44	4,7
Pages de deuxième partie	200	180	190	184	168	186	123	128	141	128	162

Tabl. 5 – Évolution du nombre de pages et d'articles publiés, du nombre d'auteurs par article.

Bulletin 2021	n° 1	n° 2	n° 3	n° 4	Total
---------------	------	------	------	------	-------

Nombre d'articles					
Paléo. ancien et moyen	1	1	0	1	3
Paléo. supérieur	0	1	0	0	1
Mésolithique	0	0	1	0	1
Néolithique	2	3	1	2	8
Âge des Métaux	1	0	2	1	4
Total articles	4	5	4	4	17

Nombre de pages					
Paléo. ancien et moyen	26	29	0	24	79
Paléo. supérieur	0	31	0	0	31
Mésolithique	0	0	25	0	25
Néolithique	65	111	22	52	250
Âge des Métaux	48	0	94	42	184
Total	139	171	141	118	569

Tabl. 6 – Répartition des articles par *Bulletin* et période.

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Paléolithique	30 %	19 %	44 %	44 %	27,5 %	23,79 %	24,13 %	26,2 %	7,6 %	19,2 %
Mésolithique	6 %	27 %	4 %	16 %	8 %	16,38 %	17,58 %	12,9 %	17 %	4,6 %
Néolithique	52 %	42 %	33 %	22 %	38 %	24,31 %	41,03 %	36,5 %	61,4 %	43,9 %
Chalcolithique-Bronze	9 %	8 %	9 %	8 %	17,5 %	17,84 %	12,75 %	24,3 %	13,9 %	32,3 %
Âge du Fer	3 %	4 %	3 %	8 %	7 %	4,91 %				
Articles diachroniques	—	—	5 %	—	—	17,84 %	4,48 %	-	-	-

Tabl. 7 – Les champs chronologiques de la revue (en % de pages utiles publiées depuis 2012).

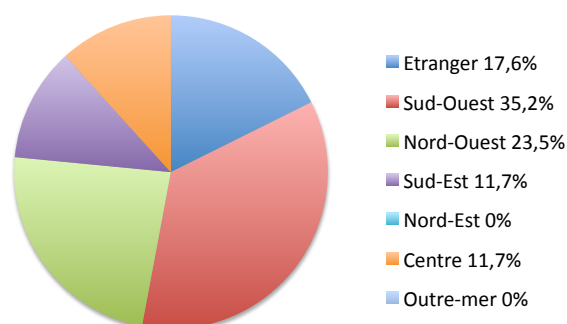


Fig. 1 – Articles publiés par zone géographique concernée.

Institutions de rattachement	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
CNRS	10 %	23,19 %	30,43 %	28 %	11,62 %	22,22 %	19,35 %	20,9 %	16,9 %	20 %
Inrap	19,6 %	26,09 %	8,70 %	21 %	9,3 %	9,88 %	20,96 %	7,4 %	15,5 %	25 %
Étudiants et post-docs	– de 5 %	5,80 %	4,35 %	15 %	16,27 %	12,35 %	19,35 %	8,6 %	5,6 %	8,75 %
Étrangers	19,6 %	5,80 %	23,19 %	14 %	27,9 %	11,11 %	6,45 %	24,6 %	32,5 %	7,5 %
Université	– de 5 %	5,80 %	8,70 %	8 %	10,46 %	9,88 %	16,12 %	17,2 %	22,5 %	25 %
Bénévoles et autres	18,6 %	27,50 %	24,64 %	7 %	3,48 %	14,81 %	8,06 %	1,2 %	2,8 %	3,75 %
Culture	– de 5 %	4,35 %	8,70 %	3,6 %	6,97 %	1,23 %	1,61 %	3,7 %	1,4 %	0 %
Organismes privés	– de 5 %	–	7,25 %	1 %	9,3 %	9,88 %	4,83 %	8,6 %	1,4 %	7,5 %
Collectivités territoriales	– de 5 %	1,45 %	4,35 %	–	4,65 %	8,64 %	3,22 %	7,4 %	1,4 %	2,5 %

Tabl. 8 – Institutions de rattachement ou statuts des auteurs ayant publié dans le *Bulletin* entre 2012 et 2020.

En 2021, le délai entre la proposition de l'article et le bon à publier donné par les rapporteurs est de 143 jours, un chiffre qui se situe dans la moyenne des années précédentes (à noter que nous avons écarté de ce calcul un article qui avait été soumis en 2018, puis laissé de côté pendant longtemps par les auteurs pour des raisons personnelles). Le délai moyen entre la proposition de l'article et la parution dans le *Bulletin* est passé à 202 jours (un peu plus de six mois et demi), un chiffre à mi-chemin entre les 251 jours de 2019 (huit mois) et les 164 jours de 2020 (cinq mois et demi). Le délai moyen entre le bon à publier et la parution est remonté à 72 jours, vingt de plus qu'en 2020 (51 jours), et sept de moins qu'en 2019 (78 jours) : l'année écoulée a donc vu s'alléger un peu les contraintes de production, qui avaient été particulièrement fortes en 2020 en raison des conséquences de la pandémie de Covid-19.

En 2021, la part du Néolithique redescend en dessous de la barre des 50 % avec huit articles représentant 43,9 % du volume publié (contre 61 % en 2020). L'âge des Métaux compte, quant à lui, pour un tiers (32,3 %) des articles, plus de deux fois plus qu'en 2020. Avec trois articles (13,8 %), le Paléolithique ancien et moyen est à nouveau présent dans le *Bulletin* alors qu'il en était absent l'année précédente ; le Paléolithique supérieur (un article de 31 pages, 5,4 %) se maintient à peu près au même niveau. Avec un seul article de 25 pages, le Mésolithique est moins présent que les deux dernières années. En fin de compte, la répartition des périodes apparaît globalement plus équilibrée qu'en 2020.

Cette année, on note une forte représentation du Sud-Ouest (six articles, 35 %), et notamment du département de l'Hérault (trois articles). Le Nord-Ouest compte pour quatre articles (dont deux sur le Finistère). Trois articles ont porté sur l'étranger (Belgique, Brésil et Suisse). Le Centre (Saône-et-Loire, Côte-d'Or) et le Sud-Est (Corse, Var) comptent chacun pour deux articles. Le Nord-Est et l'outre-mer ne sont pas représentés.

On dénombre 80 auteurs pour les dix-sept articles publiés dans le *Bulletin* en 2021, soit une moyenne de 4,7 auteurs par article, un chiffre stable par rapport à l'année passée. Les articles sont signés par un à neuf auteurs. Un article a été publié par un seul auteur, deux par deux auteurs, six par trois à quatre auteurs, cinq par cinq à sept auteurs, trois par huit à neuf auteurs.

Sur ces 80 auteurs, ceux rattachés à l'Inrap et à l'Université sont les plus nombreux (vingt auteurs pour chacun de ces organismes, représentant ensemble 50 % du total), suivis des archéologues rattachés au CNRS (16 auteurs, 20 %).

Fait notable, le plus court article en 2021 ne fait pas moins de 22 pages. Le plus long article compte 50 pages. On dénombre neuf articles faisant entre 20 et 29 pages ; un article entre 30 et 39 pages ; six articles faisant entre 40 et 49 pages et un article de 50 pages.

Nous avons mis en place, en 2021, la possibilité de déposer des données supplémentaires associées à nos publications sur la plateforme Nakala (<https://nakala.fr/collection/11280/af0f9224>). S'il n'est pas question de sacrifier la publication des illustrations ou de toute information qui sert à l'argumentaire des articles, cette solution nous permet de proposer un enrichissement notable avec des données qu'il est souvent difficile d'associer à une publication sous format papier (base de données, modèles 3D...). L'outil que nous avons privilégié permet, en outre, la sanctuarisation de ces données sur des plateformes dont c'est la vocation première. Nous allons œuvrer, en 2022, à proposer des solutions pour mettre à disposition plus rapidement les articles publiés dans le *Bulletin*. C'est un dossier particulièrement complexe puisque s'il nous tient à cœur de diffuser rapidement et efficacement nos publications, nous sommes aussi garants de la viabilité de notre modèle économique à travers les abonnements à la revue. Des pistes de réflexion sont engagées et elles devraient aboutir cette année. Le retour de la rubrique « Débats » constitue, à certains égards, une nouveauté. Nous encourageons nos collègues à s'emparer de cette rubrique, à la faire vivre. Enfin, nous remercions très chaleureusement les membres du comité de rédaction pour leur investissement sans faille. Plusieurs d'entre eux, Caroline Hamon, Catherine Dupont, Olivier Lemerrier, Mike Illet et Marc Talon vont quitter le comité de rédaction après trois mandats successifs. C'est l'occasion de les remercier pour leur implication pendant toutes ces années.

Le secrétaire de rédaction, Quentin CHAMBRON
et le rédacteur en chef, Ludovic MEVEL

Deuxième partie

La deuxième partie est accessible en ligne dès la parution du *Bulletin*. Elle regroupe des comptes rendus d'ouvrages récents et de colloques, des résumés de thèses et des articles courts d'actualités. L'année 2021 a été également marquée par le retour de la rubrique « Débats » qui consiste en un droit de réponse à un article publié en première partie. Ce droit de réponse est, avec accord de son auteur, communiqué aux auteurs concernés qui peuvent à leur tour exercer un droit de réponse final. Les deux articles sont publiés en deuxième partie du même numéro. La force de cette partie du *Bulletin* reste la rapidité de publication (quatre mois en moyenne en 2021). Cette réactivité permet de donner rapidement une bonne visibilité à une thèse récemment soutenue ou encore de faire très vite état d'une découverte particulière qui pourra faire l'objet plus tard d'un article plus approfondi dans la première partie. Nous encourageons ainsi les jeunes docteurs à nous soumettre leurs résumés, mais aussi les collègues de l'archéologie préventive à ne pas hésiter à publier un article d'actualité sur leurs découvertes avant le dépôt de leurs rapports et la publication d'articles plus détaillés. L'année 2021 a été marquée par hausse très nette des contributions dans la seconde partie. Alors que les résumés de thèses avaient été assez rares en 2020, ils ont doublé cette année. Il en est de même pour la rubrique de découvertes récentes. En revanche, la baisse des soumissions de comptes rendus, déjà notée les années précédentes, se poursuit en 2021. Elle est clairement liée à une difficulté à trouver des collègues disponibles pour ces recensions. Si jusqu'à présent la politique de la revue consistait à refuser les soumissions de comptes rendus spontanés, celle-ci a récemment évolué et ce type de contributions est désormais possible dans des conditions très cadrées (après discussion du comité de rédaction). En ce qui concerne les thématiques abordées en 2021, on note que les articles dédiés au Néolithique restent toujours largement dominants et que le Paléolithique est de nouveau bien représenté après plusieurs années en baisse. La fréquence des articles traitant de Protohistoire est stable, mais toujours basse. À noter une légère augmentation des sujets internationaux.

Le responsable de la deuxième partie du *Bulletin*
Nicolas NAUDINOT

LA SPF SUR INTERNET EN 2021

La fréquentation du site prehistoire.org atteint ou dépasse les 100 000 visites par mois (soit 1 200 000 visites pour l'année 2021) et attire adhérents, diffuseurs et amateurs amenés par les moteurs de recherche ou la lettre d'information mensuelle (2 300 adresses). Les visiteurs peuvent y consulter les documents en libre accès, adhérer à l'association, s'abonner au *Bulletin* et/ou acheter les mémoires dans la boutique en ligne.

La rubrique « Ailleurs, autour de la préhistoire » est mise à jour « au fil de l'eau » et alimente la lettre d'information mensuelle (congrès, cours et formations, expositions, fouilles, nouveautés du web et publications récentes).

Le *Bulletin de la Société préhistorique française* est analysé dans de nombreuses bases de données internationales parmi lesquelles Dialnet, Pascal et Francis du CNRS, Scopus, SciMago et Mir@bel.

En 2021, la présence du texte intégral du *Bulletin* sur Persée a permis la lecture en ligne de près de 700 000 articles et le téléchargement de 41 000 articles au format PDF. Les demandes s'étalent sur toutes les années de publication depuis 1904 jusqu'en 2018.

Le *Bulletin* est également très consulté sur Jstor, bibliothèque numérique américaine, ce qui se traduit par un apport financier non négligeable.

Le compte Twitter (@SPF_Infos) est suivi par plus de 2 000 abonnés et suscite 31 000 consultations des tweets par mois.

La SPF est présente sur le réseau international Academia, suivie par plus de 500 personnes et institutions. Elle figure dans le top 4 % des profils les plus visités.

Enfin, toutes les notices des publications de la SPF sont intégrées à une base de données Zotero accessible à tous.

Les responsables du site Internet
Dominique COMMELIN et Solange RIGAUD

SÉANCES DE LA SPF

La variabilité des productions lithiques au Mésolithique : bilan et perspectives de recherche

27-28 octobre 2022 Nanterre (France)



L'objet de cette rencontre est de débattre de la variabilité des schémas de production lithique pendant le premier et le second Mésolithique à l'aune des récentes avancées de la recherche (études technologiques et tracéologiques – voire dans certains cas pétrographiques –, nouvelles découvertes). Cette rencontre, sur la diversité des chaînes opératoires et leur signification à l'échelle du nord de la France et des régions limitrophes, a pour objectifs : 1) de mieux caractériser diachroniquement et géographiquement la variabilité des schémas de débitages au cours du Mésolithique, 2) de mieux définir les différents groupes chronoculturels identifiés, bien souvent hérités des seules approches typologiques. En effet, la multiplication des découvertes dans le nord de la France et les récentes études technologiques, comme les diagnostics techniques plus fines, permettent de préciser les « styles » de débitage hérités des travaux du Dr Rozoy et de lancer de nouveaux débats/questionnements. Fort de ces nouvelles données issues de fouilles récentes, préventives et

programmées, il est possible d'interroger la variabilité diachronique des systèmes de production lamellaire pour plusieurs périodes du Mésolithique. Ainsi, le degré de variabilité des systèmes techniques ne peut-il pas être pondéré par des éléments circonstanciés (ressources siliceuses locales ; degré de spécialisation des sites, etc.) ? N'existe-t-il pas une plus grande adaptabilité aux circonstances lithologiques et économiques ? Et dans quelle mesure cela se traduit-il dans l'acquisition des matières premières, dans leurs modalités de circulation et plus globalement dans la conduite des chaînes opératoires dans et entre les sites ? De plus, les autres produits issus du débitage lamellaire (lames et éclats allongés) sont souvent considérés comme dérivés de la mise en forme et/ou de l'entretien des blocs débités. Mais n'est-il pas possible de mettre en évidence d'autres chaînes opératoires indépendantes, dédiées à la production de supports moins normés, certains de ces produits ayant bien souvent servi en outils, sans retouche préalable ? Représentent-ils des objectifs de production à part entière ou bien s'agit-il seulement de sous-produits des chaînes opératoires lamellaires issus de prélèvements opportunistes au sein des déchets ?

Les communications et posters attendus s'appuieront au maximum sur des sites ou des synthèses pour lesquels les chaînes opératoires peuvent être illustrées dans le détail afin d'évaluer ce qui relèverait de tendances d'ordre culturel, d'adaptations liées par exemple aux contextes lithologiques et/ou économiques des sites, ou bien encore en rapport avec le niveau de savoir-faire des tailleurs. Les présentations peuvent être en français ou en anglais. La durée des communications ne devra pas dépasser 20 mn dans le cadre de synthèses régionales et 15 mn pour la présentation d'études de sites.

Comité d'Organisation :

Sylvain Griselin (INRAP, UMR 8068 TEMPS)

Alexandre Deseine (UMR 8068)

Colas Guéret (CNRS, UMR 8068 TEMPS)

Ludovic Mevel (CNRS, UMR 8068 TEMPS)

Bénédicte Souffi (INRAP, UMR 8068 TEMPS)

Hans Vandendriessche (Université de Gand)

Informations, inscriptions : <https://technomeso2022.sciencesconf.org/>

Contact : lithiquemeso2022@gmail.com

La date limite de proposition
des communications et des posters est fixée au **15 mai 2022**



***PCR « Réseau de lithothèques » et GDR « Silex » :
bilan de quinze ans
d'approche dynamique des silicites***

Musée de la civilisation gallo-romaine (Lyon, Rhône)

15 et 16 novembre 2022



Parmi l'ensemble des activités techniques des hommes préhistoriques, la taille des outils de pierre constitue un domaine d'étude privilégié pour les archéologues. Outre leur caractère presque impérissable, les matériaux lithiques ont la propriété d'enregistrer les mécanismes à l'origine de leur formation et de leur vieillissement tout aussi bien que la trace physique des gestes des tailleurs qui les ont débités ou façonnés.

L'étude de ces matériaux est donc une source inestimable d'informations sur les sociétés anciennes : ils sont les témoins directs de la mobilité, de la circulation de biens et de l'interaction entre l'homme et son milieu. Cette recherche permet d'atteindre une vision dynamique des sociétés anciennes et nous informe sur leur organisation socio-économique. Même si très tôt dans l'histoire de l'archéologie préhistorique, les premières observations posèrent la question de l'identification des types de silex, la maturation méthodologique fut longue en ce domaine.

Depuis ces quinze dernières années, la pétroarchéologie a fait l'objet d'avancées méthodologiques majeures pour la compréhension des mécanismes de formation et d'évolution des silex (Fernandes et Raynal, 2006 ; Fernandes, 2012 ; Delvigne, 2016 ; Delvigne et al., 2017, 2020). Celles-ci intègrent la notion de chaîne évolutive du silex : le silex est une roche vulnérable dans le temps qui enregistre les transformations physiques, chimiques et minéralogiques des différents milieux traversés. La lecture de ces stigmates permet de dépasser la caractérisation génétique des silicites (milieu de formation) pour définir des types gîtologiques qui correspondent à autant de lieux particuliers (ex : lieu de collecte). Appliquée aux industries lithiques, la pétroarchéologie permet donc d'étudier et de retrouver les gîtes exploités par les groupes préhistoriques.

Ces travaux, pour partie conduits dans le cadre universitaire, impliquent toutefois une refonte des pratiques de construction des référentiels (les lithothèques), sur le terrain (modalités d'échantillonnage et d'enregistrement) comme en laboratoire, avec la mise en place progressive d'outils analytiques collaboratifs adaptés au déchiffrement de la « chaîne évolutive des silicites ». Couplés à des outils d'analyse spatiale, les résultats de

ces recherches permettent non seulement d'aborder sur des bases renouvelées les questions de circulation des matériaux et de structuration spatiale des sociétés préhistoriques, mais également de bien identifier les comportements techniques, type de matériau par type de matériau, en questionnant leurs modes d'acquisition.

Dans la pratique, il a fallu créer l'outil analytique, contrôler la reproductibilité des protocoles, normaliser le vocabulaire et diffuser la méthode afin d'initier une synergie entre acteurs de la recherche nationale et dégager des premières perspectives à l'international. Cette coopération a débuté en 2010 à Lyon lors de la table ronde « Silex » et s'est poursuivie en 2016 avec l'école thématique CNRS de Nice, qui a réuni la majorité des personnes concernées. Une enquête nationale concernant les lithothèques a également été menée la même année, afin d'identifier les acquis et les besoins des unités de recherches en termes de référentiels. Ces manifestations ont marqué le début de la prise en compte et de la diffusion des avancées conceptuelles et méthodologiques et ils ont permis de renforcer les échanges et les collaborations entre les différents chercheurs et programmes concernés.

Les projets collectifs de recherche (PCR) « Réseau de lithothèques » en région Auvergne-Rhône Alpes (depuis 2006), Centre - Val de Loire (depuis 2016), Nouvelle Aquitaine (depuis 2016) et Ile-de-France (depuis 2018), ainsi que le groupe de recherche (GDR) « Silex » (depuis 2019), constituent les structures opérantes de cette nouvelle approche et regroupent aujourd'hui une centaine de chercheurs de différents horizons professionnels : CNRS, Ministère de la culture, Universités, INRAP, sociétés privées, collectivités territoriales, musées... Afin d'harmoniser les résultats et les pratiques, ces projets sont construits sur un même modèle divisé en cinq axes de recherche principaux :

- Axe 1 : Inventaire, développement et enrichissement de l'outil lithothèque ;
- Axe 2 : Caractérisation dynamique des silicites ;
- Axe 3 : Cartographie des formations à silicites ;
- Axe 4 : Applications archéologiques ;
- Axe 5 : Diffusion et valorisation des connaissances.

Les journées SPF que nous proposons d'organiser ont pour objet de présenter, faire connaître et confronter les résultats obtenus ces dix dernières années par ces différents programmes collectifs. Pour ce faire, nous avons choisi de subdiviser la manifestation en quatre demi-journées (4 h chacune) proposant des communications (6 à 8 communications d'une vingtaine de minutes) suivies d'une heure de débat :

- Une session « Outils d'analyse » : afin de présenter les différents outils développés au cours de ces dernières années : chaîne évolutive, SIG collaboratifs, base de données commune, formulaire et application de prospection, chaîne d'analyse, métadonnées ...

- Une session « Lithothèque et prospection » : afin que les participants puissent échanger sur les modèles de lithothèque, les outils mis en place, les pratiques et les perspectives.

- Une session « Études de cas géologiques » : afin de présenter quelques exemples autour de silex dit « marqueurs » et/ou ayant valeur de cas d'école dans le cadre d'une approche dynamique (i.e. de la chaîne évolutive).

- Une session « Études de cas archéologiques » : afin de présenter les conséquences d'une approche dynamique des silex dans le cadre d'études archéologiques et de proposer des modèles de réflexion sur la spatialité des groupes passés.

Comité d'organisation :

P. Allard (CNRS, UMR 8068), R. Angevin (MCC, UMR 7041) F. Bostyn (Univ. Paris 1/ UMR 8215), C. Bressy-Leandri (MC, UMR 5608), J.-P. Collin (UMR 8215), V. Delvigne (CNRS, UMR 8068), P. Fernandes (UMR 8068 et Paléotime), J. Garniaux (Univ Aix Marseille, UMR 7269), H. Lethrosne (UMR 8215), M. Piboule, J.-P. Raynal (UMR 5199 et Department of Human Evolution, Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology), S. Renault (CNRS, UMR 7269), A. Tomasso (CNRS, UMR 7264), C. Tufféry (INRAP), E. Vaissié (UMR 5199)



***Autour d'un centenaire :
Émile Rivière en questions***

Séance de la Société préhistorique française

Mercredi 7 décembre 2022

Musée d'Archéologie Nationale, Saint-Germain-en-Laye



Comité d'organisation :

Hélène Djema, MC, Sous-direction de l'archéologie - UMR 8068 TEMPS :

helene.djema@culture.gouv.fr

Émilie Lesvignes, UMR 8068 TEMPS : emilie.lesvignes@hotmail.fr

Conseil scientifique :

François Bon, Université de Toulouse

Dominique Henry-Gambier, CNRS

Maddalena Cataldi, MNHN

Hélène Djema, MC

Arnaud Hurel, MNHN

Émilie Lesvignes, UMR 8068 TEMPS

Roland Nespoulet, MNHN

Catherine Schwab, MAN

Plus d'informations à venir dans le prochain *Bulletin* !

ADHÉSION ET ABONNEMENT 2022

Le réabonnement est reconduit automatiquement d'année en année*.

Païement en ligne sécurisé sur

www.prehistoire.org

ou paiement par courrier : formulaire papier à nous retourner à l'adresse de gestion et de correspondance de la SPF :
SPF, 22 rue Saint-Ambroise, 75011 Paris

1. PERSONNES PHYSIQUES	Zone €**	Hors zone €
Adhésion à la Société préhistorique française et abonnement au Bulletin de la Société préhistorique française		
➤ tarif réduit (premier abonnement, étudiants, moins de 26 ans, ☐ Papier + numérique demandeurs d'emploi, membres de la Prehistoric Society***) ☐ numérique seul	☐ 45 €	☐ 50 €
➤ abonnement papier et électronique / renouvellement	☐ 90 €	☐ 95 €
➤ abonnement électronique seul (PDF)****	☐ 60 €	☐ 60 €
OU		
Abonnement papier et électronique au Bulletin de la Société préhistorique française****		
➤ abonnement annuel (sans adhésion)	☐ 100 €	☐ 105 €
OU		
Adhésion seule à la Société préhistorique française		
➤ cotisation annuelle	☐ 30 €	☐ 30 €
2. PERSONNES MORALES		
Abonnement papier au Bulletin de la Société préhistorique française****		
➤ associations archéologiques françaises	☐ 140 €	
➤ autres personnes morales	☐ 175 €	☐ 185 €
Adhésion à la Société préhistorique française		
➤ cotisation annuelle	☐ 30 €	☐ 30 €

NOM : Prénom :

Adresse complète :

Téléphone : Date de naissance : -- / -- / ----

E-mail :

VOUS ÊTES : ☐ « professionnel » (votre organisme de rattachement) :

☐ « bénévole » ☐ « étudiant » ☐ « autre » (préciser) :

Date d'adhésion et / ou d'abonnement : -- / -- / ----

Merci d'indiquer les période(s) ou domaine(s) qui vous intéresse(nt) plus particulièrement :

Date, signature :

Païement par chèque libellé au nom de la Société préhistorique française, par **carte de crédit** (Visa, Mastercard et Eurocard)

ou par **virement** à La Banque Postale • Paris IDF centre financier • 11, rue Bourseul, 75900 Paris cedex 15, France

• RIB : 20041 00001 0040644J020 86 • IBAN : FR 07 2004 1000 0100 4064 4J02 086 • BIC : PSSTFRPPPAR.

Toute réclamation d'un bulletin non reçu de l'abonnement en cours doit se faire au plus tard dans l'année qui suit. Merci de toujours envoyer une enveloppe timbrée (tarif en vigueur) avec vos coordonnées en précisant vous souhaitez recevoir un reçu fiscal, une facture acquittée ou le timbre SPF de l'année en cours, et au besoin une nouvelle carte de membre.

☐ Carte bancaire : ☐ CB nationale ☐ Mastercard ☐ Visa

N° de carte bancaire : _ _ _ _ _ Crypto. (3 derniers chiffres) : _ _ _ Date d'expiration : _ _ / _ _

signature :

* : Pour une meilleure gestion de l'association, si vous ne souhaitez pas renouveler votre abonnement, merci de bien vouloir envoyer par courrier ou par e-mail en fin d'année, ou en tout début de la nouvelle année, votre lettre de démission.

** : Zone euro de l'Union européenne : Allemagne, Autriche, Belgique, Chypre, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Irlande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Pays-Bas, Portugal, Slovaquie, Slovénie.

*** : Pour les moins de 26 ans, joindre une copie d'une pièce d'identité; pour les demandeurs d'emploi, joindre un justificatif de Pôle emploi; pour les membres de la Prehistoric Society, joindre une copie de la carte de membre; le tarif « premier abonnement » profite exclusivement à des membres qui s'abonnent pour la toute première fois et est valable un an uniquement (ne concerne pas les réabonnements).

**** : L'abonnement électronique n'est accessible qu'aux personnes physiques; il donne accès également aux numéros anciens du Bulletin. L'abonnement papier donne accès aux versions numériques (numéros en cours et anciens).

L'AFFAIRE DU TRIMESTRE !

Promotion exceptionnelle
Remise de 50 % valable du 1^{er} avril au 30 juin 2022

Art



Réf.	Titre	Prix unitaire	Quantité	Prix
T6	Collectif, <i>Recherches pluridisciplinaires dans la grotte Chauvet</i>	30€ 15 €		
M63	T. Huet, <i>Les gravures piquetées du mont Bego (Alpes-Maritimes) : organisation spatiale et sériation (VI-II^e millénaire av. J.-C.)</i>	30€ 15 €		
C21-1	<i>Congrès préhistorique de France de Montauban-Cahors, vol. 1 (avec 60 pages sur Pech-Merle)</i>	20€ 10 €		

MONTANT TOTAL DE MA COMMANDE (sans les frais de port) :

- Remise adhérent SPF (n° de membre : _ _ _ _ _) - 20 %

MONTANT TOTAL DE MA COMMANDE incluant la remise adhérent (sans les frais de port)

Commande en ligne avec paiement sécurisé :

www.prehistoire.org

ou

Commande par courrier à remplir et à retourner, daté et signé,

à l'adresse de gestion et de correspondance de la SPF, Maison de l'archéologie et de l'ethnologie, René-Ginouvès,
Pôle éditorial, boîte 41, 21, allée de l'Université, 92023 Nanterre cedex

NOM : PRÉNOM :

ADRESSE COMPLÈTE :

TÉLÉPHONE :

E-MAIL :

Le, signature :

A réception du Bon de commande, une facture à régler vous sera transmise pour paiement (au choix par virement, par cb, par chèque) **incluant les frais de port** qui seront calculés en fonction du poids de l'ouvrage ou des ouvrages commandé(s).

(A titre informatif, pour avoir un aperçu du montant des frais de port, vous pouvez simuler un achat en ligne sur le site internet de la SPF depuis l'onglet boutique <http://www.prehistoire.org/>)

A réception du paiement, votre commande vous sera expédiée

VIENT DE PARAÎTRE



MÉMOIRE 69 DE LA SPF

Des dernières sociétés néolithiques aux premières sociétés métallurgiques

*Productions lithiques du quart nord-ouest
de la France (III^e-II^e millénaires avant notre ère)*

Lolita ROUSSEAU

244 p., ISBN : 2-913745-87-3

30 €

Cet ouvrage est le résultat d'un travail doctoral soutenu en 2015 à l'Université de Nantes. Il porte sur l'étude de l'ensemble des assemblages lithiques (taillés, polies et macrolithiques) d'une période charnière correspondant au passage théorique d'un « âge de la Pierre » à un « âge des Métaux », dans le quart nord-ouest de la France. Si cette subdivision des âges pouvait laisser penser que la pierre a cessé d'être utilisée au-delà du Néolithique, entraînant un manque d'intérêt pour ces artefacts, notre travail a permis de montrer l'existence d'une telle production durant tout l'âge du Bronze (culture campaniforme comprise), puisque ce sont plus de 570 entités archéologiques, tous contextes confondus, qui ont été inventoriées. Cette recherche est fondée sur une analyse des matières premières et des gisements associés, sur les études typotechnologiques d'une vingtaine de séries lithiques, ainsi que sur les données bibliographiques issues de cet important corpus. Cela a permis d'atteindre trois objectifs principaux. Le premier a consisté à saisir les modalités d'acquisition et de gestion des ressources, tout en prenant en compte l'impact de l'environnement géologique et géomorphologique sur les choix technico-économiques des différents groupes humains. Le deuxième était de caractériser les économies de fabrication et de consommation des objets, afin de cerner une partie des activités pratiquées sur les sites, et ainsi compléter nos connaissances sur les modes de vie de ces populations. Enfin, le troisième a permis d'aborder la marginalisation progressive du mobilier lithique au cours du II^e millénaire tout en proposant des éléments de réponse quant à ce phénomène. Bien que ces productions perdent progressivement leur place majeure au sein du schéma global des sociétés de l'âge de Bronze, cette composante matérielle ne peut plus, aujourd'hui, être ignorée en raison de son caractère informatif et complémentaire pour la compréhension de ces dernières.

JUST RELEASED (IN FRENCH)



MÉMOIRE 69 DE LA SPF

Des dernières sociétés néolithiques aux premières sociétés métallurgiques

*Productions lithiques du quart nord-ouest
de la France (III^e-II^e millénaires avant notre ère)*

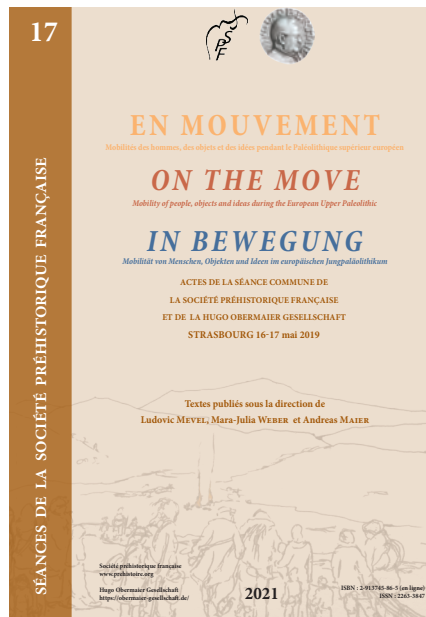
Lolita ROUSSEAU

244 p., ISBN : 2-913745-87-3

30 €

This book is the result of a doctoral thesis defended in 2015 at the University of Nantes. It deals with the study of all the lithic industries (knapped flint, polished axes, ornaments and ground stone tools) known for a pivotal period which corresponds to the theoretical transition from a 'Stone Age' to a 'Metal Age', in the North-western part of France. If such a subdivision of ages may suggest that stone was not any longer in use beyond the Neolithic period, our work shows the existence of such a production throughout the whole Bronze Age (including the Bell Beaker Culture). Indeed, we drew up an inventory of more than 570 archaeological entities; all contexts combine. We based this research on the analysis of raw materials, on the typo-technological study of some twenty lithic series, as well as on the collecting of the bibliographic data resulting from this important corpus. We have achieved three main goals. The first one was to understand the acquisition modes and management of resources with taking into account the impact of geological and geomorphological environment on techno-economic choices of different human groups. The second objective was to characterise manufacturing and consumption economies of artefacts. This made it possible to identify some of the activities undertaken on the settlements, thus enhancing our knowledge regarding the lifestyles of these populations. Finally, the last objective helped understanding the progressive marginalisation of lithic productions during the second millennium BC while proposing some answers to this phenomenon. Although these productions gradually lose their major place within the overall scheme of Bronze Age societies, this component can no longer be ignored given its informative and complementary nature in the understanding of the latter.

PARUTION RÉCENTE



SÉANCE 17 DE LA SPF

En mouvement

Mobilités des hommes, des objets et des idées pendant le Paléolithique supérieur européen

Actes de la Séance commune de la SPF et de la Hugo Obermaier Gesellschaft, Strasbourg, 17 mai 2019

Sous la direction de Ludovic MEVEL,
Mara-Julia WEBER, et Andreas MAIER

245 p., ISBN 2-913745-86-5

La Société préhistorique française et la Hugo Obermaier-Gesellschaft, jumelées depuis 2012, ont organisé leur première séance commune les 16 et 17 mai 2019 dans les locaux de la Maison Interuniversitaire des Sciences de l'Homme – Alsace (MISHA, UMR 7044, Archimède) à Strasbourg. Cette séance avait pour sujet l'évolution des réseaux sociaux mis en évidence à partir des mouvements de populations, d'objets et d'idées depuis le Dernier Maximum Glaciaire jusqu'au début de l'Holocène. L'analyse de ces réseaux qui est nécessairement une analyse des limites de ces mouvements peut être déterminée à partir de différentes données archéologiques : circulations des matières premières lithiques et des éléments de parures, des convergences formelles dans les pratiques artistiques ou plus largement dans l'analyse fine des comportements techniques. La diversité des enregistrements depuis la seconde moitié du Paléolithique récent jusqu'au début du Mésolithique permet de mettre en évidence des relations à différentes échelles spatiales et de discuter leur signification selon les trois aspects de territorialité, des réseaux sociaux et des dynamiques de colonisation. Cette rencontre avait pour but d'initier une discussion sur ces thématiques entre des préhistorien.es conduisant leurs recherches sur des contextes géographiques, chrono-culturels et environnementaux différents.

Les actes des séances de la Société préhistorique française
consacrées à l'actualité des recherches sur la Préhistoire de l'Europe occidentale
sont disponibles en ligne gratuitement sur :

www.prehistoire.org

PARUTION RÉCENTE



MÉMOIRE 68 DE LA SPF

Pincevent 1964-2019

*Cinquante-cinq années
d'ethnologie préhistorique*

Philippe SOULIER

168 p., ISBN : 2-913745-85-7

25 €

Pincevent est un site magdalénien de Seine-et-Marne, fouillé d'abord sous la direction d'André Leroi-Gourhan pendant près de vingt ans, puis par ses successeurs sans discontinuer. De ces 55 années de recherches (1964- 2019), retracées ici à travers les rapports annuels et des centaines de publications, dont quelques monographies qui ont fait date, est tirée une relation centrée sur l'adaptation puis l'évolution des méthodes de fouilles, sur le déplacement progressif des objectifs, sur leurs extensions et les liens de plus en plus imbriqués de leurs modalités dans une perspective unique dès l'origine : l'ethnologie préhistorique. En effet, Pincevent est, pour André Leroi-Gourhan et dès sa découverte, le terrain idéal pour développer son ambition de fouille expérimentale, et tenter d'approcher ainsi le quotidien de la vie des hommes de la préhistoire. Commencé comme une opération de sauvetage, le chantier est très vite devenu le lieu d'une expérience pérenne dont les retombées méthodologiques se sont ensuite répandues dans l'ensemble de la profession. Mais, au-delà du suivi des avancées méthodologiques – dont celles de fouille et d'analyses du matériel lithique, des foyers ou de l'étude de la faune – nous avons voulu en suivre les rapports avec le concept même d'ethnologie préhistorique. Pour cela, à la suite des travaux et écrits de Leroi-Gourhan antérieurs à 1964 (lorsque lui et son équipe fouillaient les grottes d'Arcy-sur-Cure ou l'hypogée des Mournouards), sont pris à témoin aussi bien les propos, tant théoriques que pragmatiques et descriptifs des fouilleurs eux-mêmes, que les réflexions, commentaires, voire critiques que les autres préhistoriens ou ethnologues ont pu faire depuis un demi-siècle sur ces travaux qui constituent une référence aujourd'hui largement partagée. Que ce soit pour les méthodes de fouille ou d'interprétation ethnologique des vestiges ou des structures mises au jour, cet ouvrage se présente comme un socle pour les travaux et réflexions futurs.

PARUTION RÉCENTE



MÉMOIRE 67 DE LA SPF

Le Solutrén de la vallée de l'Erve (Mayenne) Dix ans de recherche dans la grotte Rochefort

Sous la direction de
Stéphain HINGUANT et Rozenn COLLETER

442 p., ISBN : 2-946745-82-2

40 €

La grotte Rochefort et d'autres grottes de la vallée de l'Erve (Mayenne), témoignent d'occupations aux confins septentrionaux de l'aire d'extension du technocomplexe solutréen. Elles traduisent l'adaptation de ces groupes humains aux rudes conditions qui prévalaient durant le Dernier Maximum Glaciaire au nord de la Loire, entre 24 790 cal BP et 21 970 cal BP. Rarement observé dans de telles conditions, le Solutrén de la grotte Rochefort compose une entité archéologique dont l'étude suggère que la zone actuellement fouillée correspond à la périphérie d'une ou plusieurs occupations. Dans un bilan sédimentaire moyen de 0,60 m d'épaisseur, le corpus mobilier compte plus de 8 000 objets dont environ 5 500 restes osseux, 2 000 pièces lithiques taillées et 300 plaquettes gravées.

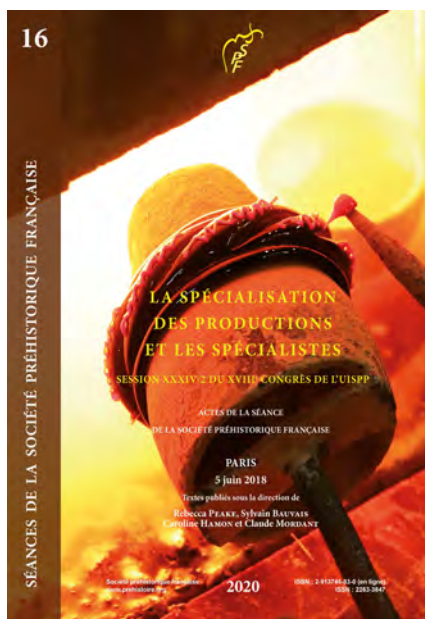
Le site révèle une faune froide majoritaire, avec un spectre large où dominant le renne et le cheval. L'identification d'une microfaune froide caractéristique d'un biotope steppique, au côté de rongeurs inféodés à des milieux tempérés-humides, comme les restes végétaux carbonisés, confirment une restitution paléoenvironnementale qui peut s'apparenter à un refuge cryptique septentrional, véritable niche écologique durant le Dernier Maximum Glaciaire.

Toutes les pièces que compte l'assemblage lithique ont été apportées dans l'enceinte de la grotte après débitage et sont en outre réalisées dans des matériaux exogènes, les gîtes primaires les plus proches du site se trouvant à 10 km. Associées à l'industrie osseuse, les longues lames régulières en grès lustré ou les proportions originales des « feuilles de laurier », composent un assemblage mobilier tout à fait singulier.

Sur le plan palethnologique enfin, le site révèle un art mobilier exceptionnel comptant de nombreuses plaquettes gravées portant des figures animales, anthropomorphes ou signes abstraits, corpus inédit en France pour la période, qui s'accompagne d'un art sur os et d'éléments de parure comprenant également des pièces uniques pour le Solutrén.



PARUTION RÉCENTE



SÉANCE 16 DE LA SPF

La spécialisation des productions et les spécialistes

*Actes de la Séance de la SPF, session XXXIV-2
du XVIII^e congrès de l'UISPP, Paris, 5 juin 2018*

Sous la direction de Rebecca PEAKE, Sylvain
BAUVAIS, Caroline HAMON et Claude MORDANT

238 p., ISBN 2-913745-84-9

Avec l'avènement des économies de production à partir du Néolithique, la définition et la caractérisation des productions spécialisées intègrent de nouvelles dimensions, relatives à l'organisation et aux échelles de la production, à l'émergence d'un statut d'artisan, à l'intensification des échanges et des réseaux de circulations des produits. Petit à petit, les filières de production se structurent pour aboutir à une fabrication de masse, mais également à la création à la demande d'objets de haute technicité qui participent à un système socio-économique complexe de consommation et d'échanges. Il ne s'agit pas d'une progression linéaire, mais d'une diversification des productions, des produits et des savoir-faire, dont la remise en contexte chronologique et sociétal semble fondamentale à sa compréhension.

Dans le cadre du congrès de l'Union internationale des sciences préhistoriques et protohistoriques (UISPP) qui s'est tenu en juin 2018 à Paris, la commission scientifique UISPP « Âges des Métaux en Europe » et la Société préhistorique française ont souhaité faire se rencontrer les archéologues autour de cette question de « La spécialisation des productions et les spécialistes, du Néolithique aux âges des Métaux » en partenariat avec plusieurs associations de recherche en France (AFEAF, APRAB, Internéo et RMPR). Les actes de cette session internationale comprennent treize articles qui abordent la thématique de la spécialisation des productions au travers de différents artisanats (productions lithiques, céramique, métal, verre, sel) et d'angles diversifiés d'approches (organisation des ateliers, productions de prestiges, statut des artisans) afin de discuter le cadre théorique de la définition de la spécialisation, en s'appuyant sur des exemples archéologiques précis.

Les actes des séances de la Société préhistorique française
consacrées à l'actualité des recherches sur la Préhistoire de l'Europe occidentale
sont disponibles en ligne gratuitement sur :

www.prehistoire.org

PARUTION RÉCENTE



MEMOIRE 66 DE LA SPF

Fabrication et fonction des outils de type Montmorencien

*Nouveau regard à partir des découvertes
récentes sur les habitats mésolithiques*

Sylvain GRISELIN

Les industries macrolithiques en grès, appelées montmorenciennes, ont depuis les premières découvertes à fin du XIX^e siècle interpellé les chercheurs. Les problématiques liées à leur utilisation et à leur attribution chronoculturelle sont toujours d'actualité, notamment suite à la découverte d'outils, nommés outils de type montmorencien, au sein de certains habitats mésolithiques. C'est pour définir leur place au sein de la culture matérielle du Mésolithique que nous avons repris l'étude de ces outils trouvés en contexte d'habitat. Leur répartition géographique caractérise un « phénomène technique » d'ampleur régionale, voire suprarégionale au cours du premier Mésolithique. Les analyses montrent qu'il s'agit d'outils typés, employés sur une matière minérale dure et des tests expérimentaux nous orientent vers une utilisation comme retouchoirs pour la fracturation des lamelles par la technique du microburin.

On trouve des pièces similaires, morphologiquement et technologiquement, mais inachevées sur des sites « producteurs », c'est-à-dire principalement sur les sites montmorenciens sensu stricto et sur quelques habitats, alors que les modalités liées à leur diffusion à travers les territoires restent à définir. Nous avons aussi pu mettre en évidence sur certains sites montmorenciens sensu stricto des productions de haches, nous amenant à reconsidérer le Montmorencien qui ne désigne plus selon nous un faciès spécifique, en raison d'un mélange de productions tant mésolithiques que néolithiques.

Montmorencian sandstone macrolithic industries have aroused interest within the scientific community ever since the first finds at the end of the 19th century. Questions related to their use and chronocultural attribution are still relevant, especially following the discovery of specific tools (called Montmorencian-type tools) within some mesolithic campsites.

The aim of our study is to identify the role of the Montmorencian-type tools within the Mesolithic material culture. Their geographical distribution reveal a "technical phenomenon" of regional or even supra-regional scale during the first Mesolithic. Analyses show that they are standardised tools, used on hard mineral material. Experimental tests results are compatible with their use as retouchers for the process of knapping bladelets by the microburin technique.

Similar tools, sharing technological and morphological characteristics but unfinished, are found within the production sites i.e. Montmorencian sites, and some campsites. The modalities of the geographical diffusion of these specific tools has yet to be determined. Our work has also led to the identification of lithic artefacts related to axe productions in Montmorencian sites in the strict sense. Therefore, in our opinion, Montmorencian should no longer designate specific sites as both Mesolithic and Neolithic populations are the authors of what appears to be mixed industries.

ISBN : 2-913745-81-4 - EAN : 9782913745810 - 234 pages - Prix : 30 € - réf : **M66**



PARUTION RÉCENTE



SÉANCE 15 DE LA SPF

Corrélations chrono-stratigraphiques et connexions culturelles au cours du Magdalénien entre l'Espagne cantabrique et le Sud-Ouest de la France... et au-delà

Actes de la Séance de la SPF, session XVII-2 du XVIII^e congrès de l'UISPP, Paris, 6 juin 2018

Textes publiés sous la direction de
Lawrence Guy STRAUS et Mathieu LANGLAIS

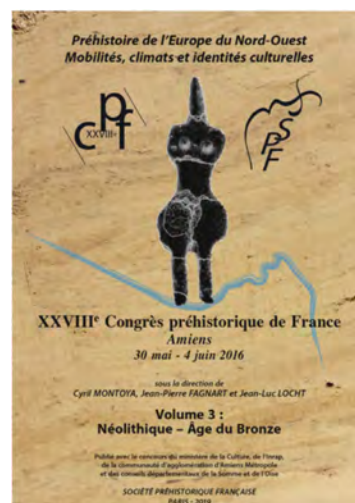
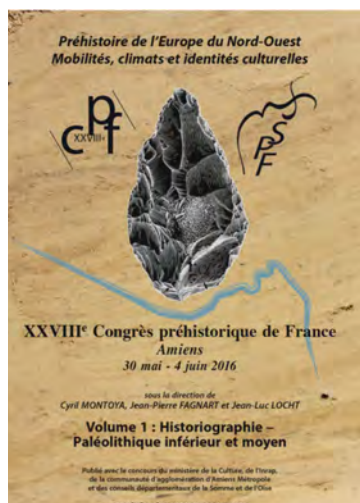
393 p., ISBN 2-913745-81-4

L'Espagne cantabrique et la France méridionale ont très tôt constitué des hauts lieux des recherches sur le Magdalénien. Des modèles chronologiques y ont été bâtis à partir de marqueurs typo-technologiques, de l'organisation stratigraphique des vestiges et des datations radiocarbone. Toutefois, les trajectoires évolutives de chacun de ces grands ensembles géographiques voisins ont divergé pour aboutir à des terminologies différentes, rendant délicates les comparaisons. Les données acquises via de nouveaux travaux de terrain (e.g. El Mirón, Coimbre, Cova Rosa, Santimamiñe, El Gato, Grotte Tastet, Grand Pastou, Bourrouilla, Peyre Blanque, La Croix de Bagneux, Route de la Roche à Solutré, Peyrazet, Taillis des Coteaux, Oullen), la réévaluation d'anciennes collections dans le cadre de projets (Magdatis, Magdaqui, Pavo) et plusieurs thèses doctorales permettent de rediscuter les liens culturels, plus ou moins évidents au cours du Magdalénien, de part et d'autre des Pyrénées occidentales. Ces travaux collectifs ouvrent également sur une volonté de rationalisation des terminologies chronoculturelles employées afin de matérialiser les liens entre les groupes de chasseurs-collecteurs ayant fréquenté ces espaces. La session organisée à Paris en juin 2018, dans le cadre du 18^e congrès de l'UISPP et d'une séance de la Société préhistorique française, a été l'occasion de présenter des sites clés et des travaux de synthèse entre l'Espagne cantabrique et l'Aquitaine et ses « marges » orientales. Les discussions ont permis de préciser une part de la signification culturelle des sériations franco-cantabriques du Magdalénien. Nous invitons les lectrices et lecteurs à poursuivre ce débat à travers quinze contributions selon différentes échelles d'analyses (synthèses géochronologiques, bilans archéo-stratigraphiques et culturels du Magdalénien, présentations monographiques de séquences stratigraphiques clés, études techno-typologiques ou fonctionnelles d'industries lithiques ou osseuses).

Les actes des séances de la Société préhistorique française
consacrées à l'actualité des recherches sur la Préhistoire de l'Europe occidentale
sont disponibles en ligne gratuitement sur :

www.prehistoire.org

PARUTION RÉCENTE



Actes du 28^e CPF AMIENS 2016 (30 MAI - 4 JUIN 2016)

Préhistoire de l'Europe du Nord-Ouest : mobilité, climats et identités culturelles

publiés sous la direction de Cyril MONTOLYA, Jean-Pierre FAGNART et Jean-Luc LOCHT

La vallée de la Somme, considérée comme le berceau de la naissance la Préhistoire depuis les toutes premières recherches de Boucher de Perthes au XIX^e siècle, s'inscrit dans le carrefour de l'Europe du Nord-Ouest. Au-delà de sa dimension historique, le bassin de la Somme est toujours au cœur des problématiques de recherches portant sur le premier peuplement de l'Europe. Cette prééminence repose en grande partie sur la présence d'un cadre géologique, chronologique et paléoenvironnemental parmi les mieux établis au monde pour le dernier million d'années. Dans le cadre du XXVIII^e congrès de la Société préhistorique française qui s'est tenu à Amiens, pour la première fois, l'identité technique et culturelle des ensembles archéologiques, la mobilité des groupes humains, l'interaction entre les données archéologiques et les données climatiques ou environnementales ont fait l'objet de nombreux débats et de discussions. Les actes du congrès d'Amiens regroupent 73 communications réparties en cinq sessions qui couvrent l'ensemble de l'ensemble de la Préhistoire de l'Europe du Nord-Ouest depuis les toutes premières occupations jusqu'à l'âge du Bronze.

Volume 1 : Historiographie – Paléolithique inférieur et moyen

Session historiographique introductive - La mise en Préhistoire de la vallée de la Somme aux XIX^e et XX^e siècles (coordination : Noël Coye et Arnaud Hurel).

Session 1 - L'Europe du Nord-Ouest au Pléistocène moyen récent (o coordination : Jean-Luc Locht, David Hérissou et Dominique Cliquet).

Volume 2 : Paléolithique supérieur ancien, Paléolithique final - Mésolithique

Session 2 - Palethnologie du Paléolithique supérieur ancien : où en sommes-nous ? (coordination : Pierre Bodu, Clément Paris et Cyril Montoya).

Session 3 - L'Europe du Nord-Ouest autour de 10 000 BP (11 600 cal. BP) : Quels changements ? (coordination : Jean-Pierre Fagnart, Ludovic Mevel, Boris Valentin et Mara-Julia Weber).

Volume 3 : Néolithique – Âge du Bronze

Session 4 - L'exploitation du milieu au Néolithique dans le quart nord-ouest de l'Europe : contraintes environnementales, identités techniques et choix culturels (coordination : Françoise Bostyn, Caroline Hamon, Aurélie Salavert et François Giligny).

Session 5 - La fin du Néolithique et la genèse du Bronze ancien dans l'Europe du nord-ouest (coordination : Nathalie Buchez, Olivier Lemerrier, Ivan Praud et Marc Talon).

ISBN : 2-913745-78-4 - 3 volumes (264, 536, 498 pages) – Prix : 90 € les 3 vols. – 20 € (vol. 1 – réf : C28-1) ; 2-913745-79-2 – 40 € (vol. 2 – réf : C28-2) ; 2-913745-80-6 – 40 € (vol. 3 – réf : C28-3)

BON DE COMMANDE

Commande en ligne avec paiement sécurisé :

www.prehistoire.org

ou

Commande par courrier à remplir et retourner, datée et signée
à l'adresse de gestion et de correspondance de la SPF, Maison de l'archéologie et de l'ethnologie,
Pôle éditorial, boîte 41, 21, allée de l'Université, 92023 Nanterre cedex

NOM : PRÉNOM :

ADRESSE COMPLÈTE :

TÉLÉPHONE :

E-MAIL :

Réf.	Titre	Prix unitaire	Quantité	Prix
Exemple M67	S. Hinguant, R. Colleter – <i>Le Solutrén de la vallée de l'Erve (Mayenne) Dix ans de recherche dans la grotte Rochefort</i>	40	2	80

MONTANT TOTAL DE MA COMMANDE (sans les frais de port) :

Remise adhérent SPF n° de membre : _ _ _ _ _ – 20 %

MONTANT TOTAL DE MA COMMANDE incluant la remise adhérent (sans les frais de port)

Le, signature :

*A réception du bon de commande, une facture à régler vous sera transmise pour paiement (au choix par virement, par CB, par chèque) **incluant les frais de port** qui seront calculés en fonction du poids de l'ouvrage ou des ouvrages commandé(s).*

(A titre informatif, pour avoir un aperçu du montant des frais de port, vous pouvez simuler un achat en ligne sur le site internet de la SPF depuis l'onglet boutique <http://www.prehistoire.org/>)

A réception du paiement, votre commande vous sera expédiée

TARIFS 2022

DES PUBLICATIONS DE LA SPF

 : également téléchargeable avec paiement sécurisé en ligne sur le site web de la SPF www.prehistoire.org (tarifs spécifiques)

 : disponible au format papier

 : téléchargement gratuit en ligne sur le site web de la SPF www.prehistoire.org

Adhérents de la Société préhistorique française : – 20 % sur tout le catalogue !

BULLETINS DE LA SOCIÉTÉ PRÉHISTORIQUE FRANÇAISE

Réf.		Support	Prix
B1	Le bulletin jusqu'en 2019 inclus => disponible gratuitement sur Persée https://www.persee.fr/collection/bspf .		
B2	Le bulletin des années 2020-2022 à l'unité		25
B3	Article du bulletin en version numérique de 2020-2022		15€ /l'art.

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ PRÉHISTORIQUE FRANÇAISE

Réf.	Date	Auteur(s)	Titre	Support	Prix
M1	1911	Baudoin, Dsmazières, Coutil, Boismoreau	<i>Textes divers (223 p.)</i>		
M2	1912	Terrade, Hue, Ferrier, Baudouin, Pagès-Allary	<i>Textes divers (321 p.)</i>		
M3	1915	Rousseau, Baudoin, Ballet, Coutil	<i>Textes divers (années 1913-1914) [225 p.]</i>		
M4	1918	Baudoin, Hue, Trassagnas, Jousset de Bellesme	<i>Textes divers (années 1915-1918 et années 1918-1919) [336 p.]</i>		
M5	1959	9 auteurs	<i>Textes divers (307 p.)</i>		10
M6	1962	Cheyne	<i>Le Cirque de la Patrie (195 p.)</i>		10
M7	1969	H. de Lumley	<i>Une cabane acheuléenne dans la grotte du Lazaret, Nice (232 p.)</i>		20
M8	1970	C. et D. Mordant	<i>Le site protohistorique de Gours-aux-Lions, Seine et Marne (140 p.)</i>		20
M9	1972	J. Guilaïne	<i>L'Âge du Bronze en Languedoc occidental, Roussillon, Ariège (460 p.)</i>		30
M10	1972	J.-L. Roudil	<i>L'Âge du Bronze en Languedoc oriental (302 p.)</i>		30
M11	1974	J. Courtin	<i>Le Néolithique de la Provence (359 p.)</i>		
M12	1976	C. Burnez	<i>Le Néolithique et le Chalcolithique dans le Centre-Ouest de la France (376 p.)</i>		30
M13	1978	R. Arambourou	<i>Le gisement préhistorique de Duruthy à Sordes-l'Abbaye, Landes (158 p.)</i>		20
M14	1980	J.-P. Mohen	<i>L'Âge du Fer en Aquitaine (544 p.)</i>		30
M15	1981	F. Champagne et R. Espitalié	<i>Le Piage, site préhistorique du Lot (288 p.)</i>		20
M16	1983	F. Poplin	<i>La faune et l'homme préhistoriques, dix études en hommage à J. Bouchud (p 103)</i>		10
M17	1984	J.-C. Blanchet	<i>Les premiers métallurgistes en Picardie et dans le Nord de la France Chalcolithique, âge du Bronze et début du premier âge du Fer (608 p.)</i>		
M18	1984	O. Buchsensschutz	<i>Structures d'habitat et fortifications de l'Âge du Fer en France septentrionale (247 p.)</i>		20
M19	1988	J.-Ph. Rigaud	<i>La Grotte Vaufray, Dordogne (616 p.)</i>		20
M20	1988	M. Olive	<i>Une habitation magdalénienne d'Etiolles (175 p.)</i>		20

TARIFS 2022 DES PUBLICATIONS DE LA SPF

Réf.	Date	Auteur(s)	Titre	Support	Prix
M21	1989	A. Tuffreau et J. Sommé	<i>Le gisement paléolithique moyen de Biache-Saint-Vaast (Pas de Calais), vol. 1 (338 p.)</i>		20
M22	1995	L.G. Straus	<i>Les derniers chasseurs de rennes du monde pyrénéen. L'abri Dufauré: un gisement tardigalcaire en Gascogne (287 p.)</i>		20
M23	1996	G. Gaucher	<i>Fouilles de Pincevent II (236 p.)</i>		20
M24	1997	J.-P. Fagnart	<i>La fin des temps glaciaires dans le Nord de la France (175 p.)</i>		30
M25	1999	C. Burnez et P. Fouéré	<i>Les Enceintes néolithiques de Diconche à Saintes (Charente-Maritime) 2 volumes (829 p.)</i>		
M26	2000	J. Évin, C. Oberlin, J.-P. Daugas, J.-F. Salles	<i>Actes du 3^e Congrès International sur ¹⁴C et Archéologie (478 p.)</i>		
M27	2000	L. Salanova	<i>La question du Campaniforme en France et dans les îles anglo-normandes (391 p.)</i>		
M28	2000	G. Pion	<i>Le Paléolithique supérieur récent : Nouvelles données sur le peuplement et l'environnement (290 p.)</i>		30
M29	2002	F. Bon	<i>L'Aurignacien entre Mer et Océan. Réflexion sur l'unité des phases anciennes de l'Aurignacien (253 p.)</i>		
M30	2002	J. Combier et A. Montet-White	<i>Solutré 1968-1998 (281 p.)</i>		
M31	2003	H. Deloge et L. Deloge	<i>Le Rocher de la Caille, site magdalénien de plein air au Saut-du-Perron (Loire) (252 p.)</i>		
M32	2003	F. Surmely	<i>Le site mésolithique des Baraquettes (Velzic, Cantal) et le peuplement de la moyenne montagne cantalienne, des origines à la fin du Mésolithique (282 p.)</i>		
M33	2003	P. Chambon et J. Leclerc	<i>Les pratiques funéraires néolithiques avant 3500 av. J.-C. en France et dans les régions limitrophes (333 p.)</i>		
M34	2004	P.-Y. Milcent	<i>Le Premier Âge du fer en France centrale (2 volumes) (718 p.)</i>		
M35	2004	M. Van der Linden et L. Salanova	<i>Le troisième millénaire dans le Nord de la France et en Belgique (234 p.)</i>		
M36	2005	G. Marchand et A. Tresset	<i>Unité et diversité des processus de néolithisation sur la façade atlantique de l'Europe (VI^e-IV^e millénaires av. J.-C.) (288 p.)</i>		
M37	2005	P. Ambert et J. Vaquer	<i>La première métallurgie en France et dans les pays limitrophes (306 p.)</i>		
M38	2005	A. Chollet et V. Dujardin	<i>La grotte du Bois Ragot à Gouex (Vienne), Magdalénien et Azilien (423 p.)</i>		
M39	2005	V. Dujardin	<i>Industrie osseuse et parures du Solutréen au Magdalénien en Europe (376 p.)</i>		
M40	2005	J.-P. Bracco et C. Montoya	<i>D'un monde à l'autre. Les systèmes lithiques pendant le Tardiglaciaire autour de la Méditerranée nord-occidentale (183 p.)</i>		
M41	2007	P. Depaepe	<i>Le Paléolithique moyen de la vallée de la Vanne (Yonne, France) : matières premières, industries lithiques et occupations humaines (298 p.)</i>		
M42	2007	B. Quilliec	<i>L'épée atlantique : échanges et prestige au Bronze final (+ 1 CD-Rom) (172 p.)</i>		45
M43	2007	P. Moinat et P. Chambon	<i>Les cistes de Chamblandes et la place des coffres dans les pratiques funéraires du Néolithique moyen occidental (364 p.)</i>		
M44	2008	L. Burnez-Lanotte, M. Ilett et P. Allard	<i>Fin des traditions danubiennes dans le Néolithique du Bassin parisien et de la Belgique (5100-4700 av. J.-C.). Autour des recherches de Claude Constantin (448 p.)</i>		
M45	2008	J.-P. Fagnart et al.	<i>Le début du Mésolithique en Europe du Nord-Ouest (245 p.)</i>		
M46	2008	M.-H. Moncel	<i>Le site de Payre. Occupations humaines dans la vallée (336 p.)</i>		
M47	2008	J. Jaubert, J.-G. Bordes et I. Ortega	<i>Les sociétés du Paléolithique dans un Grand Sud-Ouest de la France : nouveaux gisements, nouveaux résultats, nouvelles méthodes (370 p.)</i>		
M48	2009	A. Beeching et I. Sénépart	<i>De la maison au village. L'habitat néolithique dans le Sud de la France et le Nord-Ouest méditerranéen (310 p.)</i>		
M49	2009	S. Bonnardin	<i>La parure funéraire des premières sociétés agro-pastorales des Bassins parisiens et rhénans : Rubané, Hinkesleim et Villeneuve-Saint-Germain (298 p.)</i>		

TARIFS 2022 DES PUBLICATIONS DE LA SPF

Réf.	Date	Auteur(s)	Titre	Support	Prix
M50	2009	G. Pion	<i>La fin du Paléolithique supérieur dans les Alpes du nord françaises et le Jura méridional. Approches culturelles et environnementales (198 p.)</i>	 	35
M51	2010	C. Manen, F. Convertini, D. Binder, I. Sénépart	<i>Premières sociétés paysannes de Méditerranée occidentale. Structures des productions céramiques (281 p.)</i>		
M52	2011	N. Goutas, L. Klaric, D. Pesesse, P. Guillermin	<i>À la recherche des identités gravettiennes : actualités, questionnements et perspectives (395 p.)</i>		
M53	2011	A. Augereau et P. Chambon	<i>Les occupations néolithiques de Macherin à Monéteau (Yonne) (431 p.)</i>	 	48
M54	2012	V. Guillomet-Malmasari	<i>D'une révolution à l'autre. Pour une épistémologie de la problématique de transition en Préhistoire (132 p.)</i>	 	35
M55	2013	V. Blouet <i>et al.</i>	<i>Le Néolithique ancien en Lorraine (2 vol. + DVD) (737 p.)</i>	 	65
M56	2013	P. Bodu <i>et al.</i>	<i>Le Paléolithique supérieur ancien de l'Europe du Nord-Ouest (516 p.)</i>		
M57	2014	M. Julien, C. Karlin	<i>Un automne à Pincevent. Le campement magdalénien du niveau IV20 (639 p.)</i>	 	60
M58	2014	C. Billard, F. Bostyn, C. Hamon et K. Meunier	<i>L'habitat du Néolithique ancien de Colombelles « Le Lazzaro » (Calvados) (408 p.)</i>	 	40
M59	2014	P. Depaepe, É. Goval, H. Koehler et J.-L. Loch	<i>Les plaines du Nord-Ouest : carrefour de l'Europe au Paléolithique moyen? (318 p.)</i>	 	35
M60	2015	V. Delzttre et R. Peake	<i>La nécropole de « la Croix-Saint-Jacques » à Marolles-sur-Seine (182 p.)</i>	 	25
M61	2015	B. Bizot et G. Sauzade (dir.)	<i>Le Dolmen de l'Ubac à Goulty (Vaucluse). Archéologie, environnement et évolution des gestes funéraires dans un contexte stratifié (248 p.)</i>	 	30
M62	2016	J.-L. Dron, F. Charraud, D. Gâche et I. Le Goff	<i>Les occupations néolithiques de "la Bruyère du Hamel" à Condé-sur-Ifs (Calvados) - Site Domestique, puis nécropole monumentale (285 p.)</i>		35
M63	2017	T. Huet	<i>Les gravures piquetées du mont Bego (Alpes-Maritimes) Organisation spatiale et sériation (VIe-IIe millénaire av. J.-C.) (166 p.)</i>		30
M64	2018	F. Bostyn, Y. Lanchon et P. Chambon	<i>Habitat du Néolithique ancien et nécropoles du Néolithique moyen I et II à Vignely, « la Porte aux Bergers », Seine-et-Marne (453 p.)</i>		40
M65	2019	M. Nordez	<i>Se parer de bronze - Les ornements corporels de l'âge du Bronze moyen atlantique (XVe – XIVe siècles avant notre ère) (404 p.)</i>		30
M66	2020	S. Griselin, C. Hamon	<i>Fabrication et fonction des outils de type montmorencien : nouveau regard à partir des découvertes récentes sur les habitats mésolithiques (234 p.)</i>		30
M67	2020	S. Hinguant, R. Colleter	<i>Le Solutréen de la vallée de l'Erve (Mayenne) : dix ans de recherche dans la grotte Rochefort (442 p.)</i>		40
M68	2021	Ph. Soulier	<i>Pincevent 1964-2019 : cinquante-cinq années d'ethnologie préhistorique (168 p.)</i>		25
M69	2021	L. Rousseau	<i>Des dernières sociétés néolithiques aux premières sociétés métallurgiques Productions lithiques du quart nord-ouest de la France (IIIe-IIe millénaires avant notre ère) (244 p.)</i>		30

TRAVAUX DE LA SOCIÉTÉ PRÉHISTORIQUE FRANÇAISE

Réf.	Date	Auteur(s)	Titre	Support	Prix
T1	2000	Collectif	<i>Habitats et nécropoles à l'Âge du bronze sur le Transmanche et le TGV Nord (202 p.)</i>		
T2	2002	C. et J.-G. Rozoy	<i>Les camps mésolithiques du Tillet : analyses typologique, typométrique, structurelle et spatiale (144 p.)</i>		22
T3	2002	F. Blaizot et P.-Y. Milcent	<i>L'ensemble funéraire Bronze final et de La Tène ancienne de Champ Lamet à Pont-du-Château (Puy-de-Dôme) (164 p.)</i>		25
T4	2003	F. Bostyn	<i>Néolithique ancien en Haute-Normandie : Le village Villeneuve-Saint-Germain de Poses " Sur la Mare " et les sites de la boucle du Vaudreuil (342 p.)</i>		40
T5	2004	J.-Y. Tinévez	<i>Le site de la Hersonnais à Pléchatel (Ille-et-Vilaine) : un ensemble de bâtiments collectifs du Néolithique final (172 p.)</i>		25
T6	2005	Collectif	<i>Recherches pluridisciplinaires dans la grotte Chauvet (252 p.)</i>		30
T7	2007	M. Jarry <i>et al.</i>	<i>Les Bosses (Lamagdelaine, Lot, France) : un gisement paléolithique moyen antérieur à l'avant-dernier Interglaciaire sur la moyenne terrasse du Lot (158 p.)</i>		35

T8	2008	G. Bailoud, C. Burnez, H. Duda, C. Louboutin	<i>La grotte sépulcrale d'Artenac à Saint-Mary (Charente), révision du gisement éponyme (172 p.)</i>		30
T9	2009	I. Praud	<i>Le Néolithique ancien dans la basse vallée de la Marne : un site Ville-neuve-Saint-Germain producteur de lames en silex tertiaire à Ocquerre « La Rocluiche » (Seine-et-Marne) (141 p.)</i>		
T10	2011	F. Bostyn et F. Seara	<i>Occupations de plein air mésolithiques et néolithiques : le site de la Presle à Lhéry dans la Marne (287 p.)</i>		40

CONGRÈS PRÉHISTORIQUES DE FRANCE

Réf.	Date	Session	Support	Prix
C1	1906	PERIGUEUX 1905 (502 p.)		
C2	1907	VANNES 1906 (655 p.)		
C3	1908	AUTUN 1907 (1044 p.)		
C4	1909	CHAMBERY 1908 (995 p.)		
C5	1910	BEAUVAIS 1909 (995 p.)		
C6	1911	TOURS 1910 (1203 p.)		
C7	1912	NIMES 1911 (760 p.)		
C8	1913	ANGOULEME 1912 (963 p.)		
C9	1914	LONS-LE-SAUNIER 1913 (951 p.)		
C10	1934	NIMES-AVIGNON 1931 (448 p.)		
C11	1935	PERIGUEUX 1934 (624 p.)		
C12	1937	TOULOUSE-FOIX 1936 (848 p.)		
C13	1952	PARIS 1950 (595 p.)		20
C14	1955	STRASBOURG-METZ 1953 (673 p.)		20
C15	1957	POITIERS-ANGOULÈME 1956 (934 p.)		20
C16	1965	MONACO 1959 (1067 p.)		20
C18	1966	AJACCIO 1966 (406 p.)		20
C19	1972	AUVERGNE 1969 (364 p.)		20
C20	1977	PROVENCE 1974 (627 p.)		20
C21-1	1983	MONTAUBAN-CAHORS 1979, Vol. 1 (327 p.)		20
C21-2	1983	MONTAUBAN-CAHORS 1979, Vol. 2 (328 p.)		20
C22-1	1984	LILLE-MONS 1984, Vol. 1 - <i>Peuples chasseurs de la Belgique préhistorique dans leur cadre naturel</i> Daniel Cahen et Paul Haesaerts (dir.) (280 p.)		
C22-2	1986	LILLE-MONS 1984, Vol. 2 - <i>Chronostratigraphie et faciès culturels du Paléolithique inférieur et moyen en Europe du Nord-Est</i> (236 p.)		20
C22-3	1987	LILLE-MONS 1984, Vol. 3 - <i>Les relations entre le continent et les îles Britanniques à l'Âge du bronze</i> (318 p.)		20
C23	1989	PARIS 1989, <i>Le temps de la Préhistoire</i> , J.-P. Mogen (dir.), 2 vols. (735 p.)		20
C24-1	1999	CARCASSONNE 1994, Vol. 1 : <i>Les faciès leptolithiques du Nord-Ouest méditerranéen : milieux naturels et culturels</i> (286 p.)		25
C24-2	1999	CARCASSONNE 1994 Vol. 2 : <i>Le Néolithique du Nord-Ouest méditerranéen</i> (266 p.)	 	25
C24-3	2000	CARCASSONNE 1994, Vol. 3. <i>Habitats, économies et sociétés du Nord-Ouest méditerranéen de l'Âge du bronze au Premier Âge du fer</i> (224 p.)		25
C25	2004	NANTERRE 2000, <i>Approches fonctionnelles en Préhistoire</i> (462 p.)		
C26	2007	AVIGNON-BONNIEUX 2004 .Centenaire de la Société préhistorique française, <i>Un siècle de construction du discours scientifique en Préhistoire</i> , 3 vols. (1482 p.)	 	120
C27-1	2013	BORDEAUX-LES EYZIES 2010. <i>Transitions, ruptures et continuité en Préhistoire</i> , vol. 1 : <i>Évolution des techniques - Comportements funéraires - Néolithique ancien</i> (522 p.)		40
C27-2	2014	BORDEAUX-LES EYZIES 2010. <i>Transitions, ruptures et continuité en Préhistoire</i> , vol. 2 : <i>Paléolithique et Mésolithique</i> (639 p.)		40

Réf.	Date	Session	Support	Prix
C28-1	2019	AMIENS 2016 - <i>Préhistoire de l'Europe du Nord-Ouest : mobilités, climats et identités culturelles</i> - Volume 1 : Historiographie - Paléolithique inférieur et moyen (264 p.)		20
C28-2	2019	AMIENS 2016 - <i>Préhistoire de l'Europe du Nord-Ouest : mobilités, climats et identités culturelles</i> - Volume 2 : Paléolithique supérieur ancien , Paléolithique final - mésolithique (536 p.)		40
C28-3	2019	AMIENS 2016 - <i>Préhistoire de l'Europe du Nord-Ouest : mobilités, climats et identités culturelles</i> - Volume 3 : Néolithique - Age du Bronze (498 p.)		40
C28	2019	AMIENS 2016 - <i>Préhistoire de l'Europe du Nord-Ouest : mobilités, climats et identités culturelles</i> - Les 3 volumes (1 298 p.)		90

FICHES TYPOLOGIQUES DE L'INDUSTRIE OSSEUSE PRÉHISTORIQUE

Réf.	Date	Titre	Support	Prix
TO1	1988	Sagaies	 	25
TO2	1988	Propulseurs		
TO3	1990	Poinçons, pointes, poignards, aiguilles		
TO4	1991	Objets de parure		
TO5	1992	Bâtons percés, baguettes (107 p.)		
TO6	1993	Éléments récepteurs (207 p.)		
TO7	1995	Éléments barbelés (120 p.)		
TO8	1998	Biseaux et tranchants (128 p.)		
TO9	2001	Objets méconnus (207 p.)	 	25
TO10	2002	Compresseurs, perceurs, retouchoirs (136 p.)	 	25
TO11	2004	Matières et techniques (230 p.)		
TO12	2009	Instruments sonores (207 p.)	 	30

ACTES DES JOURNÉES D'INFORMATION INTERNÉO

Réf.	Tome	Titre	Support	Prix
J11	Internéo 1	Actes de la journée d'information du 23 novembre 1996, Paris (205 p.)		
J12	Internéo 2	Actes de la journée d'information du 14 novembre 1998, Paris (150 p.)	 	15
J13	Internéo 3	Actes de la journée d'information du 2 décembre 2000, Paris (182 p.)	 	15
J14	Internéo 4	Actes de la journée d'information du 16 novembre 2002, Paris (164 p.)		
J15	Internéo 5	Actes de la journée d'information du 20 novembre 2004, Paris (162 p.)		
J16	Internéo 6	Actes de la journée d'information du 18 novembre 2006, Paris (152 p.)		
J17	Internéo 7	Actes de la journée d'information du 22 novembre 2008, Paris (218 p.)		
J18	Internéo 8	Actes de la journée d'information du 20 novembre 2010, Paris (182 p.)		
J19	Internéo 9	Actes de la journée d'information du 17 novembre 2012, Paris (164 p.)		
J110	Internéo 10	Actes de la journée d'information du 22 novembre 2014, Paris (184 p.)		
J111	Internéo 11	Actes de la journée d'information du 26 novembre 2016, Saint-Germain-en-Laye (199 p.)		
J112	Internéo 12	Actes de la journée d'information du 6 octobre 2018, Saint-Germain-en-Laye (180 p.)		

TARIFS 2022 DES PUBLICATIONS DE LA SPF

TYPLOGIES DES OBJETS DE L'ÂGE DU BRONZE EN FRANCE

Réf.	Date	Auteur(s)	Titre	Support	Prix
TB1	1972	G. Gaucher et J.-P. Mohen	Épées (86 p.)		
TB2	1983	J. Briard et J.-P. Mohen	Poignards, Pointes de lance, etc (159 p.).	 	15
TB3	1976	J. Briard et G. Verron	Haches (1) [122 p.]		
TB4	1976	J. Briard et G. Verron	Haches (2) [190 p.]		
TB5	1975	J.-P. Nicolardot et G. Gaucher	Outils		
TB6	1981	F. Audouze et G. Gaucher	Épingles	 	15
TB7	1990	C. Éluère et J. Gomez de Soto	Colliers, bracelets et boucles (163 p.)		

SUPPLÉMENTS EN LIGNE

Réf.	Date	Auteur(s)	Titre	Support
SU1	2014	J. Roussot-Lar-roque	<i>Claude Burnez. Un demi-siècle de recherches sur le Néolithique du Centre-Ouest (116 p.)</i>	

SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ PRÉHISTORIQUE FRANÇAISE

Réf.	Date	Auteur(s)	Titre	Support
S1	2012	<i>P.-A. de Labriffe et É. Thirault (dir.)</i>	<i>Produire des haches au Néolithique : de la matière première à l'abandon (Saint-Germain-en-Laye, 16 et 17 mars 2007) (243 p.)</i>	
S2	2013	<i>B. Valentin et al.</i>	<i>Palethnographie du Mésolithique (Paris, 26 et 27 novembre 2010) Mesolithic Palethnography (version bilingue) (266 p.)</i>	
S3	2014	<i>M. Langlais et al.</i>	<i>Les groupes culturels de la transition Pléistocène-Holocène entre Atlantique et Adriatique (Bordeaux, 24 et 25 mai 2012) (246 p.)</i>	
S4	2015	<i>S. Boulud-Gazo et al.</i>	<i>Artisanats et productions à l'âge du bronze (Nantes, 8 octobre 2011) (161 p.)</i>	
S5	2016	<i>A. Tomasso et al.</i>	<i>Ressources lithiques, productions et transferts entre Alpes et Méditerranée (Nice 28-29 mars 2013) (323 p.)</i>	
S6	2016	<i>C. Dupont et al.</i>	<i>Archéologie des chasseurs-cueilleurs maritimes de la fonction des habitats à l'organisation de l'espace littoral (Rennes, 10-11 avril 2014) (425 p.) Archaeology of maritime hunter-gatherers From settlement function to the organization of the coastal zone</i>	
S7	2016	<i>F. Valentin et al.</i>	<i>La pratique de l'espace en Océanie : découverte, appropriation et émergence des systèmes sociaux traditionnels (Paris, 30 janvier-1er février 2014) (243 p.) Spatial dynamics in Oceania Discovery, Appropriation and the Emergence of Traditional Societies</i>	
S8	2017	<i>C. Bourdier et al.</i>	<i>L'essor du Magdalénien : aspects culturels, symboliques et techniques des faciès à Navettes et à Lussac-Angles (Besançon, 17-19 octobre 2013) (260 p.)</i>	
S9	2017	<i>J.-D. Vigne et al.</i>	<i>Nouvelles données sur les débuts du Néolithique à Chypre (Paris, 18-19 mars 2015) New data on the beginnings of the Neolithic in Cyprus (251 p.)</i>	
S10	2017	<i>C. Mordant et al.</i>	<i>Normes et variabilités au sein de la culture matérielle des sociétés de l'Âge du bronze Dijon, 15 juin 2013) (136 p.)</i>	
S11	2017	<i>L. Burnez-Lanotte</i>	<i>Matières à Penser : sélection et traitement des matières premières dans les productions potières du Néolithique ancien (Namur, 29 et 30 mai 2015) (197 p.) Raw materials acquisition and processing in Early Neolithic pottery productions</i>	
S12	2017	<i>N. Achard-Corompt et al.</i>	<i>Creuser au Mésolithique (Châlons-en-Champagne, 29-30 mars 2016) (281 p.) Digging in the Mesolithic</i>	
S13	2018	<i>M. Christensen et N. Goutas</i>	<i>A COUPS D'ÉCLATS ! La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue (367 p.)</i>	

TARIFS 2022 DES PUBLICATIONS DE LA SPF

Réf.	Date	Auteur(s) /dir.	Titre	Support
S14	2019	Y. Billaud et T. Lachenal	<i>Entre terres et eaux : Les sites littoraux de l'âge du Bronze, spécificités et relations avec l'arrière-pays (Agde, 20-21 octobre 2017) (376 p.)</i>	
S15	2020	L. G. Straus et M. Langlais	<i>Magdalenian chrono-stratigraphic correlations and cultural connections between Cantabrian Spain and Southwest France...and beyond" Session XVII-2 du XVIIIe congrès de l'UISPP (Paris, 6 juin 2018) (393 p.)</i>	
S16	2020	R. Peake et al.	<i>La spécialisation des productions et les spécialistes" Session XXXIV-2 du XVIIIe congrès de l'UISPP (Paris, 5 juin 2018) (238 p.)</i>	
S17	2021	L. Mevel et al. (dir.)	<i>En mouvement : mobilités des hommes, des objets et des idées pendant le Paléolithique supérieur européen (245 p.)</i>	

HORS COLLECTION

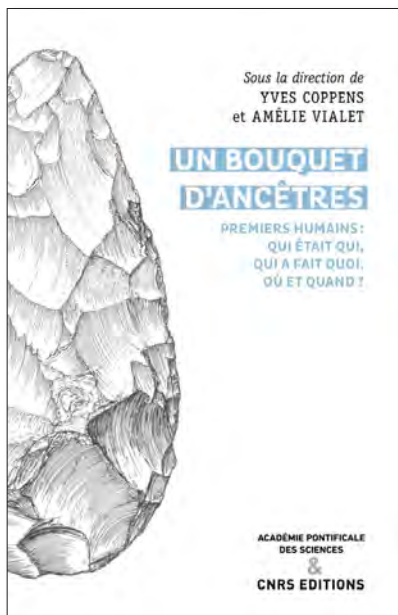
Réf.	Date	Auteur(s)	Titre	Support	Prix
HC1	1937	E. Hue	<i>Crânes paléolithiques</i> (extrait du 12 ^e CPF - Toulouse-Foix, 1936) (182 p.)		10
HC2	1942	J. Blanchard	<i>L'hypothèse du déplacement des pôles et la chronologie du Quaternaire</i> (168 p.)		10
HC3	1952	H. Breuil	<i>Glanes conchyliologiques en France</i> (extrait du 13 ^e CPF –Paris, 1950) (50 p.)		10
HC4	2014	Coéd. CAP-SPF	<i>Pincevent (1964-2014). 50 années de recherches sur la vie des Magdalénien</i> (96 p.)		15
DA1	2004	Dossier d'archéologie – Numéro spécial SPF : Cent ans de découvertes, n° 296 (septembre 2004)			8,50



Un bouquet d'ancêtres

Premiers humains : qui était qui ? Qui a fait quoi, où et quand ?

Sous la direction de Yves Coppens et Amélie Vialet



Les incroyables découvertes paléontologiques et préhistoriques de ces derniers temps permettent de mieux comprendre l'origine africaine de l'Homme, survenue il y a 3 millions d'années, due à une simple nécessité d'adaptation à un changement climatique. Elles racontent les quelques millions d'années qui la précèdent comme ceux qui la suivent.

L'ambition de ce livre est d'éclairer cette extraordinaire période qui voit la matière vivante se faire matière pensante. On y apprend que la lignée des Préchimpanzés et celle des Préhumains se sont séparées il y a une dizaine de millions d'années, la seconde s'établissant dans un milieu moins boisé que la première. On y voit ces Préhumains se mettre debout, marcher mais grimper encore. Six genres et une douzaine d'espèces illustrent ainsi cette extraordinaire radiation qui s'épanouit de 7 à 2 millions d'années dans l'arc intertropical, du Tchad à l'Afrique du Sud en passant par l'Éthiopie, le Kenya, la Tanzanie et le Malawi. Puis ces premiers humains, longtemps inféodés à la savane

d'Afrique, en sortent et c'est en Israël, en Géorgie, en Turquie, au Pakistan, en Inde, au Laos, en Indonésie, en Chine, mais aussi, de l'autre côté, en Italie, en France, en Espagne, qu'on va les retrouver et les suivre, à partir de 2 millions d'années au moins en Asie, à partir d'un généreux million d'années en Europe... Et on y voit ensuite l'Homme moderne naître à son tour en Afrique, s'y déployer et en sortir il y a 200 000 ans. Cette belle histoire est bien entendue accompagnée de multiples événements qui tous posent de nouvelles questions qui la compliquent et l'enrichissent.

Les conteurs, tous acteurs, sont Zeresenay Alemseged, Lee R. Berger, José Braga, Michel Brunet, Ronald J. Clarke, Yves Coppens, Anne Dambricourt Malassé, Fabrice Demeter, Robin Dennell, Yohannes Haile-Selassie, Sonia Harmand, Israel Hershkovitz, Dirk L. Hoffmann, Jean-Jacques Hublin, Marie-Hélène Moncel, François Sémah, Brigitte Senut et Amélie Vialet.

424 pages - 25 €

ISBN : 978-2-271-13757-9

CNRS EDITIONS

15, rue Malebranche 75005 Paris

Tél : 01 53 10 27 00

En vente en librairie ou sur www.cnrseditions.fr

