

## « À COUP D'ÉCLATS ! »

LA FRACTURATION DES MATIÈRES OSSEUSES  
EN PRÉHISTOIRE

Actes de la séance de la Société préhistorique française

Paris, 25 avril 2017

Textes publiés sous la direction de Marianne CHRISTENSEN et Nejma GOUTAS

La fracturation *lato sensu* des matières osseuses désigne différentes réalités, selon les disciplines concernées (archéozoologie, technologie, anthropologie physique), mais aussi selon les contextes historiques et scientifiques dans lesquels ce concept est utilisé, les matières premières auxquelles il est appliqué, ou encore ses objectifs. Devant cette multiplicité des points de vue, se sont développées certaines incohérences méthodologiques, terminologiques et scientifiques. Il devenait donc essentiel de produire un regard critique sur cette polysémie du concept de fracturation des matières osseuses, car ses conséquences dépassent largement le seul champ épistémologique et influencent parfois directement certains modèles interprétatifs des faits préhistoriques. Ce volume a un objectif à la fois historiographique, à travers un état de l'art des recherches relatives à la transformation des matières osseuses par fracturation et les techniques de fracture utilisées, mais aussi méthodologique, via une (ré-)évaluation de certains critères analytiques et de diagnostics employés pour discriminer les différentes modalités de transformation des matières dures d'origine animale faisant intervenir des actions de percussion. Enfin, ce volume rassemble une dizaine de textes autour de l'exploitation du bois de cervidé, de l'os, de l'ivoire, de la coquille et du bois végétal, à partir de cas d'étude issus de contextes aussi variés que le Paléo-mésolithique d'Europe occidentale et orientale, ou l'Holocène de l'extrême sud de l'Amérique du Sud.

*Fracturing lato sensu of osseous materials can have different meanings depending on the field involved (zooarchaeology, technology, anthropology) as well as according to the historical and scientific context in which this concept is used, the raw materials to which it is applied, or the objectives that were pursued. These various points of view led to the development of methodological, terminological or scientific inconsistencies. It therefore became essential to take a critical look at the polysemous concept of the fracturing of osseous materials, because its consequences extend well beyond the epistemological sphere and sometimes directly impact interpretative models of prehistoric social realities. This volume pursues a twofold objective: a historiographical one—through state-of-the-art of research carried out on the transformation of osseous materials by fracturing and the fracturing techniques used; and a methodological one—through the revision of distinct analytical criteria and diagnostics used to differentiate between the modalities of transformation related to hard animal materials by using percussion. Lastly, this volume groups together a dozen contributions dealing with the exploitation of cervid antler, bone, ivory, shells, and wood based on case studies from a variety of contexts such as the Palaeolithic and Mesolithic in western and eastern Europe or the Holocene period in the southern tip of South America.*

SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ PRÉHISTORIQUE FRANÇAISE

SÉANCES SPF « À COUP D'ÉCLATS ! » LA FRACTURATION DES MATIÈRES OSSEUSES EN PRÉHISTOIRE

SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ PRÉHISTORIQUE FRANÇAISE

« À COUP D'ÉCLATS ! »  
La fracturation des matières osseuses  
en PréhistoireACTES DE LA SÉANCE  
DE LA SOCIÉTÉ  
PRÉHISTORIQUE  
FRANÇAISEPARIS  
25 avril 2017Textes publiés sous la direction de  
Marianne CHRISTENSEN  
et Nejma GOUTAS

2018

Société préhistorique française  
www.prehistoire.orgISBN : 2-913745-74-1 (en ligne)  
ISSN : 2263-3847

Cet exemplaire ne peut pas être vendu

Les « Séances de la Société préhistorique française »  
sont des publications en ligne disponibles sur :

www.prehistoire.org

ISBN : 2-913745-74-1



9 782913 745742



**« À COUP D'ÉCLATS ! »**

**LA FRACTURATION  
DES MATIÈRES OSSEUSES EN PRÉHISTOIRE**



SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ PRÉHISTORIQUE FRANÇAISE

13

« À COUP D'ÉCLATS ! »

LA FRACTURATION DES MATIÈRES OSSEUSES  
EN PRÉHISTOIRE

DISCUSSION AUTOUR D'UNE MODALITÉ D'EXPLOITATION  
EN APPARENCE SIMPLE ET POURTANT MAL CONNUE

ACTES DE LA SÉANCE DE LA SOCIÉTÉ PRÉHISTORIQUE FRANÇAISE

PARIS

25 AVRIL 2017

Textes publiés sous la direction de  
Marianne CHRISTENSEN et Nejma GOUTAS



Société préhistorique française

Paris

2018

**Les « Séances de la Société préhistorique française »  
sont des publications en ligne disponibles sur :**

**[www.prehistoire.org](http://www.prehistoire.org)**

**Illustration de couverture : Gilles Tosello**

~  
Responsables des réunions scientifiques de la SPF :  
Jacques Jaubert, José Gomez de Soto, Jean-Pierre Fagnart et Cyril Montoya  
Directeur de la publication : Claire Manen  
Révision du texte : Karoline Mazurié de Keroualin ([www.linarkeo.fr](http://www.linarkeo.fr))  
Maquette et mise en page : Franck Barbary, Martin Sauvage et Quentin Chambon  
(USR 3225, Maison Archéologie et Ethnologie, Nanterre)  
Mise en ligne : Ludovic Mevel

~  
**Société préhistorique française**  
(reconnue d'utilité publique, décret du 28 juillet 1910). Grand Prix de l'Archéologie 1982.  
Siège social : 22, rue Saint-Ambroise, 75011 Paris  
Tél. : 01 43 57 16 97 – Fax : 01 43 57 73 95 – Mél. : [spf@prehistoire.org](mailto:spf@prehistoire.org)  
Site internet : [www.prehistoire.org](http://www.prehistoire.org)

*Adresse de gestion et de correspondance*

Maison de l'archéologie et de l'ethnologie,  
Pôle éditorial, boîte 41, 21 allée de l'Université, F-92023 Nanterre cedex  
Tél. : 01 46 69 24 44  
La Banque Postale Paris 406-44 J

Publié avec le concours du ministère de la Culture et de la Communication (sous-direction de l'Archéologie),  
du Centre national de la recherche scientifique, du Centre national du Livre,  
de l'université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne (programme BQR)  
et de l'UMR 7041 ArScAn, équipe Ethnologie préhistorique (Nanterre)

Impression : CNRS DR1 IFSeM secteur de l'imprimé

© Société préhistorique française, Paris, 2018.  
Tous droits réservés, reproduction et diffusion interdite sans autorisation.

Dépôt légal : 1<sup>er</sup> trimestre 2019

ISSN : 2263-3847 – ISBN : 2-913745-74-1 (en ligne)

## SOMMAIRE / CONTENTS

François-Xavier CHAUVIÈRE — Préface bilingue (français/english) / <i>Foreword</i> .....	7
Marianne CHRISTENSEN et Nejma GOUTAS — La fracturation ? Enjeux terminologiques, analytiques et perspectives palethnologiques / <i>Fracturing? Questions of terminology, analytical procedures and palethnological perspectives</i> (article bilingue français/english) .....	11

### PREMIÈRE PARTIE HISTORIOGRAPHIE ET QUESTIONS MÉTHODOLOGIQUES

Marianne CHRISTENSEN, Nejma GOUTAS, Céline BEMILLI, Aude CHEVALLIER, Jessica LACARRIÈRE, Charlotte LEDUC, Olivier BIGNON-LAU, Pierre BODU, Tiphanie CHICA-LEFORT, Bénédicte KHAN, Siegfried LEGLISE, Romain MALGARINI, Élise TARTAR, José-Miguel TEJERO, Julien TREUILLOT et Catherine SCHWAB — La fracturation <i>lato sensu</i> de l'os et du bois de cervidé : un bref historique des recherches / <i>Fracturing bone and antler lato sensu: a short historiographical state of art</i> .....	23
Céline BEMILLI — Petit rappel de taphonomie. La caractérisation des altérations taphonomiques : fracturation vs fragmentation / <i>A quick reminder of taphonomy. The characterisation of taphonomic features:     fracturing versus fragmentation</i> .....	encadré p. 25-26
Laura MANCA — La fracturation et la fragmentation des coquilles : une problématique partagée entre archéozoologie, taphonomie et technologie / <i>Fracturing and fragmentation of shells: an issue shared by zooarchaeology, taphonomy and technology</i> .....	43
Nejma GOUTAS et Marianne CHRISTENSEN, avec la collaboration d'Élise TARTAR, Romain MALGARINI, José-Miguel TEJERO et Julien TREUILLOT — Extraction, partition, réduction ou fracturation ? De quoi parlons-nous ? Discussion sur la production de supports allongés (baguette, éclat baguettaire vs éclat) / <i>Extraction, partitioning, reduction or fracturing? What are we talking about ? Discussion about the production of elongated blanks (rod, rod-shaped flake vs flake)</i> (article bilingue français/english) .....	55

### DEUXIÈME PARTIE APPLICATIONS CHRONOCULTURELLES

José-Miguel TEJERO, Marianne CHRISTENSEN et Pierre BODU — Exploitation du bois de cervidé et comportements techniques durant l'Aurignacien en Europe occidentale. Caractérisation du débitage par fendage / <i>Aurignacian antler working and technical behaviour in Western Europe. Characterisation of debitage by splitting</i> .....	101
Élise TARTAR — La fracturation du bois de renne à l'Aurignacien : mise en évidence d'une nouvelle modalité de débitage impliquant la percussion directe / <i>The fracturing of reindeer antler during the Aurignacian : a new modality of exploitation involving direct percussion</i> .....	119
Nejma GOUTAS, Pierre BODU, Stéphan HINGUANT, Aline AVERBOUH et Marianne CHRISTENSEN — La « production baguettaire » au Gravettien : étude de cas et discussions à partir de l'industrie en bois de cervidé de Laugerie-Haute (Dordogne, France) / <i>The Gravettian 'rod-shaped blank production': a case study and discussions based on the cervid antler industry of the Laugerie-Haute site (Dordogne, France)</i> .....	139

Aline AVERBOUH — Le travail des matières osseuses au Badegoulien ou un curieux goût pour la fracturation / <i>The processing of osseous materials during the Badegoulian or a strong taste for fracturing</i> .....	181
Romain MALGARINI et Pierre BODU — Des tests expérimentaux aux cas archéologiques : le débitage par percussion du bois de renne au Magdalénien moyen dans l'Est de la France / <i>From experimental tests to archaeological cases: reduction of reindeer antler by percussion during the Middle Magdalenian in Eastern France</i> .....	187
Alexandre LEFEBVRE et Jean-Marc PÉTILLON — Techniques de fracture pour la production de supports en bois de cervidé au Magdalénien moyen et supérieur (19-14 ka cal. BP) : premier inventaire et perspectives / <i>Fracture techniques for the production of blanks made from cervid antler during the Middle and Upper Magdalenian (19–14 cal. ka BP): preliminary inventory and perspectives</i> .....	213
Olivier BIGNON-LAU, Romain MALGARINI et Sacha BONZOM-CHAPELLE — Fracturation osseuse <i>lato sensu</i> et intégration des chaînes opératoires alimentaire et non-alimentaire : quelques exemples du Magdalénien supérieur / <i>Bone fracturing lato sensu and alimentary and non-alimentary operational sequences integration. Some examples from the Upper Magdalenian</i> .....	231
Benjamin MARQUEBIELLE — L'emploi de la « fracturation » dans le travail des matières osseuses au Mésolithique dans le Sud et l'Est de la France, réflexions terminologiques et amorce de synthèse / <i>The use of 'fracturing' for the processing of bone materials during the Mesolithic in Southern and Eastern France, terminological issues and preliminary results</i> .....	243
Julien TREUILLOT — L'apport de l'expérimentation à l'étude des techniques de fracture : le cas de la bipartition des métapodes au Mésolithique à Zamostje 2 (région de Moscou, Russie) / <i>The contribution of experimentation to the study of breaking techniques: the case of blank production by bipartitioning of metapodials during the Mesolithic at Zamostje 2 (Moscow region, Russia)</i> .....	261
Laura MANCA — L'emploi de la percussion directe diffuse et de la méthode de débitage par fracturation dans l'exploitation des coquilles : exemples du Néolithique final et du Chalcolithique ancien de Sardaigne (Italie) / <i>The use of direct diffuse percussion and of the method of debitage by fracturing for the processing of shells: examples from the Final Neolithic and the Early Chalcolithic of Sardinia (Italy)</i> .....	283
Marianne CHRISTENSEN, Dominique LEGOUPIL et Manuel SAN ROMÁN — L'exploitation des métapodes d'artiodactyles par les nomades marins de Patagonie australe : le cas du site d'Offing / <i>Artiodactyl metapodial exploitation by the sea nomads of Southern Patagonia: the Offing Case</i> .....	311

### TROISIÈME PARTIE

#### AUTRES MATÉRIAUX, AUTRES CONTEXTES : DONNÉES EXPÉRIMENTALES SUR L'IVOIRE ET DONNÉES ARCHÉOLOGIQUES ET ETHNOLOGIQUES SUR LE BOIS VÉGÉTAL

Evgenia Y. GIRYA et Gennady A. KHLOPACHEV — <i>Experimental data on the splitting and knapping of mammoth tusks and reindeer antlers</i> / Données expérimentales sur le fendage et la taille des défenses de mammouth et du bois de renne .....	325
Tiphanie CHICAT-LEFORT et Gisèle MAERKY — Entre technique et taphonomie : état de la recherche sur la fracturation <i>lato sensu</i> du bois végétal au Paléolithique / <i>Between technique and taphonomy: state of the research on wood fracturing lato sensu for the Paleolithic period</i> .....	341

### CONCLUSION

Aline AVERBOUH — « À coup d'éclats ! » : une nouvelle référence dans l'étude de la transformation par fracturation des matières dures animales / <i>'Striking flakes!': a new reference with regard to the study of the transformation of hard animal materials by fracturing</i> .....	359
Comité scientifique de la séance .....	365
Participants du thème « Ressources animales : acquisition, transformation et consommation » .....	366
Adresses des auteurs .....	367



« À coup d'éclats ! »

*La fracturation des matières osseuses en Préhistoire :*

*discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*

Actes de la séance de la Société préhistorique française de Paris (25 avril 2017)

Textes publiés sous la direction de Marianne CHRISTENSEN et Nejma GOUTAS

Paris, Société préhistorique française, 2018

(Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 7-9

www.prehistoire.org

ISSN : 2263-3847 – ISBN : 2-913745-74-1

## Préface / Foreword

François-Xavier CHAUVIÈRE

Qu'on me pardonne un souvenir...

Ma première vraie confrontation scientifique et « physique » avec la fracturation des matières osseuses remonte aux années 1990. Alors responsable de l'étude des industries osseuses découvertes dans les grottes de Caldeirão (Tomar) et de Buraca Grande (Redinha, Pombal), au Portugal, je me trouvais face à ce que j'interprétais comme des éclats de bois de cerf obtenus par percussion directe diffuse, auxquels j'associais de curieuses pointes de projectiles de section ovale. Afin de confirmer mes hypothèses sur le mode de débitage de ces matériaux et leur façonnage, je contactai alors André Rigaud, fin connaisseur de la fracturation du bois animal par percussion et cosignataire, avec Jacques Allain, René Fritsch et Françoise Trotignon, d'un article fameux sur « le débitage du bois de renne dans les niveaux à raclettes du Badegoulien de l'abri Fritsch et sa signification », publié en 1974 (Allain *et al.*, 1974). André Rigaud m'accueillit ainsi au musée d'Argentomagus pour une discussion, pièces en main, autour de LA série de référence d'alors : celle de l'abri Fritsch (Les Roches de Pouligny-St-Pierre, Indre, France). Ayant bénéficié de plusieurs publications, cette collection à l'orthographe désarçonnante s'imposait comme la seule qui semblait véritablement représentative d'une modalité d'exploitation *a priori* singulière, allant même jusqu'à éclipser d'autres matériaux pourtant similaires, en particulier ceux trouvés à Badegoule (Le Lardin-Saint-Lazare, Dordogne, France), site éponyme du Badegoulien.

De cette séance qui dura toute une journée, il ressortit que mes interprétations des vestiges portugais dont j'avais la charge étaient plus que plausibles et qu'il me fallait sans tarder les publier. Je convins avec André Rigaud de nous repencher plus tard sur l'abri Fritsch, sans savoir qu'une autre collection tout aussi prestigieuse allait nous occuper plusieurs années durant : celle de la Garenne (Saint-Marcel, Indre, France). Le temps n'a pas été notre allié et nous n'avons jamais pu retourner ensemble à l'abri Fritsch...

Le jour – très prochain – où des chercheurs y reviendront, nul doute que la série issue des fouilles de Jacques

Allain ne leur apparaîtra pas comme un « ovni » dans le paysage paléolithique, mais bien comme un ensemble cohérent qui demande cependant à être réévalué sur des bases méthodologiques actualisées, en s'appuyant sur une bibliographie largement enrichie depuis. C'est qu'en effet les études sur la fracturation des matières osseuses en général et le débitage des bois de cervidés par percussion en particulier se sont multipliées – je pense ici à la belle étude de Jean-Marc Pétilion et Aline Averbouh (Pétilion et Averbouh, 2012) sur les séries badegouliennes du Cuzoul-de-Vers (Lot, France) ou à celle de Delphine Rémy (Rémy, 2013) sur le matériel du Rond-du-Barry (Polignac, Haute-Loire, France), entre autres exemples. Il devient même quelques fois difficile de suivre le rythme effréné des publications sur le sujet !

Ce n'est pas le moindre des mérites de l'ouvrage « À coup d'éclats ! » que de rendre compte de la pluralité et de la richesse avérée des approches menées actuellement et depuis une vingtaine d'années sur « une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue », selon le sous-titre judicieusement choisi par Marianne Christensen et Nejma Goutas, organisatrices de la table ronde qui s'est tenue le 25 avril 2017 à l'Institut national d'histoire de l'art à Paris et directrices de la présente publication.

En effet, quoi de plus simple, en apparence, que d'utiliser de l'énergie pour percuter la matière afin de la fragmenter ? Un tel présupposé trouverait sa justification par l'emploi de cette modalité aussi en contexte « naturel », dans des activités de base, liées à l'acquisition de la subsistance, chez les chimpanzés ou les loutres par exemple. Son ancienneté ajouterait à ce caractère simple, les plus vieux outils actuellement connus, découverts au Kenya et datés de 3,3 millions d'années, ayant été confectionnés « à coup d'éclats » à partir de matériaux lithiques, leurs auteurs n'émergeant pas nécessairement au genre *Homo*. En définitive, qu'elle ait été exercée sur la pierre ou sur des matériaux organiques, non seulement cette modalité ne relève pas du seul fait humain mais elle pourrait également être plus ancienne que l'humanité elle-même ! Et cette dernière d'être alors affligée d'une double blessure narcissique...



Mais l'ego cicatrise vite, surtout si l'on fait fi de toute conception progressiste et que l'on se persuade que « le naturel » ou « le plus ancien » ne rime pas avec « le plus simple » ou « le moins complexe » et inversement. Les choses ne marchent en effet pas comme ça ! Un article récent sur la fracturation des os d'antilope saïga du gisement magdalénien de Saint-Germain-la-Rivière (Gironde, France), merveille d'approches naturaliste et technique combinées, rend compte de toute la complexité qui est à l'œuvre derrière des vestiges archéologiques résultant d'une extraction de la moelle (Masset *et al.*, 2016). Si une telle complexité a existé pour l'alimentaire, alors on peut supposer qu'elle devait être tout aussi grande dans la réalisation de l'équipement matériel préhistorique.

C'est tant à cette simplicité apparente qu'à cette complexité confirmée que la présente publication nous propose d'accéder, en nous invitant à faire « le pas de côté » cher à Bruno Latour, afin d'éclairer sous autant d'angles différents la variabilité du champ technique mis en évidence. Un coup d'œil au sommaire suffira à convaincre le lecteur de la diversité des échelles adoptées pour mieux saisir, dans le détail, l'ampleur du phénomène :

- perspectives géographiques d'abord, avec des détours scientifiques par la Sardaigne, la Russie, les deux versants des Pyrénées, la Patagonie, l'Europe et le Proche-Orient ;

- perspectives temporelles ensuite, avec la présentation d'ensembles archéologiques relevant des chronologies hautes (Paléolithique moyen et supérieur) ou basses (Chalcolithique) de la Préhistoire ;

- variété des matériaux enfin, et des contraintes qu'ils imposent : bois de cervidé, os, coquilles, ivoire vrai, bois végétal.

Au-delà d'un toujours précieux historique des recherches, l'attention accordée aux registres taphonomique et archéozoologique rend toute son importance à l'analyse contextuelle sans laquelle l'interprétation des données reste limitée. Resterait à y intégrer, pour comparaison, les informations issues de la fouille de pièges naturels, tel celui de l'Igüe du Gral (Saulac-sur-Célé, Lot, France) par exemple qui, pour la fragmentation naturelle des bois de cervidés, offre à l'étude une des plus belles séries disponibles.

On appréciera également, et tout particulièrement, les réflexions relatives à la terminologie et à ses usages, en guise d'avertissement à l'écueil vernaculaire.

Pour finir, on se félicitera de la publication plus que rapide d'une table ronde durant laquelle les présentations orales et les discussions autour de séries expérimentales ont alterné de manière subtile, efficace et pédagogique.

Bonne lecture !



Please excuse me for starting with a memory...

My first real scientific and 'physical' encounter with the fracturing of osseous materials goes back to the 1990s. I was conducting a study of the osseous industries discovered in the caves of Caldeirão (Tomar) and Buraca Grande (Redinha, Pombal), in Portugal, and found myself contemplating what I interpreted as red deer antler flakes produced by direct, diffuse percussion, which I associated with some curious projectile points with an oval section. To evaluate my hypotheses as to how these objects were flaked and shaped, I contacted André Rigaud, an avid connoisseur of antler fracturing by percussion and the co-author, with Jacques Allain, René Fritsch and Françoise Trotignon, of a well-known article on "Reindeer Antler Flaking in the Badegoulian Levels with Raclettes in the Abri Fritsch and its Meaning", published in 1974 (Allain *et al.*, 1974). André Rigaud invited me to Artentomagus Museum to discuss my collection, pieces in hand, and to compare with THE reference collection at the time: that of the Fritsch rock shelter (Les Roches de Pouligny-Saint-Pierre, Indre, France). Published many times, this collection with a disconcerting spelling, was considered as being the only one that appeared to be clearly representative of an a priori unique mode of production, going so far as to overshadow similar objects, such as those from the site of Badegoule (Le Lardin-Saint-Lazare, Dordogne, France), which gave its name to the Badegoulian industry.

What I took away from this encounter, which lasted the whole day, was that my interpretations of the Portuguese artefacts I was studying were more than plausible and that I needed to publish them quickly. André Rigaud and I agreed to work further together on the Fritsch rock shelter in the future, without knowing that another equally prestigious collection would soon occupy us for several years: that of la Garenne (Saint-Marcel, Indre, France). Time was not on our side, and we were never able to work together again on the Fritsch rock shelter collection...

The day—very soon—when researchers return this site, the assemblage yielded by Jacques Allain's excavations will not appear to them as a 'UFO' in the Palaeolithic landscape, but rather as a coherent assemblage that should nonetheless be reevaluated using modern methods and drawing on a bibliography that has since been largely enriched. Studies of osseous material fracturing processes, and specifically antler flaking by percussion, have indeed multiplied—including the excellent study by Jean-Marc Pétilion and Aline Averbouh (Pétilion and Averbouh, 2012) of the Badegoulian assemblages of Le Cuzoul-de-Vers (Lot, France), and that by Delphine Rémy (Rémy, 2013) of the artefacts from Le Rond-du-Barry (Polignac, Haute-Loire, France), among others. It's even becoming difficult to keep up with the staggering pace of publications on the subject!

One of the highlights of the current publication, "À coup d'éclats!" ("Striking Flakes!"), is that it takes into account the variety and richness of approaches applied now and over the past twenty years to "an apparently simple, but poorly known production modality", as described

by the subtitle aptly chosen by Marianne Christensen and Nejma Goutas, the organisers of the roundtable that took place on 25 April 2017 at the Institut national d'histoire de l'art in Paris, and directors of this publication.

Indeed, what could be simpler, in appearance, than using the energy of striking an object in order to fragment it? Justification for this supposition can be found in the use of this modality in the 'natural' context as well, such as in the basic tasks performed by chimpanzees and otters to obtain their subsistence resources. Its very early use by human ancestors adds further to this apparent simplicity; the oldest currently known tools, found in Kenya and dated to 3.3 million years ago, were produced by 'striking' lithic materials, and the makers of these tools were not necessarily members of the genus *Homo*. Ultimately, whether used with stone or organic materials, not only is this method not solely human, but it could also be older than humanity itself! And here the latter is struck with a double narcissistic blow...

But the ego heals quickly, especially if one denies all progressive perspectives and convinces oneself that what is 'natural' or 'the most ancient' does not always go hand in hand with what is the 'simplest' or the 'least complex', and inversely. That is indeed not how things work! A recent study of the fracturing of saiga antelope bones at the Magdalenian site of Saint-Germain-la-Rivière (Gironde, France), an excellent example of the integration of naturalist and technical approaches, shows the great complexity underlying archaeological remains resulting from marrow extraction activities (Masset et al., 2017). If such complexity existed in the realm of food processing, we can assume it was just a great step in the realisation of prehistoric implements.

This publication invites us to explore both the apparent simplicity and the confirmed complexity of this act of striking materials together, inviting us to take the 'side-step' advised by Bruno Latour in order to shed light from many different angles on the technical variability that our studies reveal:

- first, geographic perspectives, with scientific forays into Sardinia, Russia, both slopes of the Pyrenees, Patagonia, Europe, and the Near East;

- then, temporal perspectives, with the presentation of archaeological assemblages with early (Middle and Upper Palaeolithic) or later (Chalcolithic) prehistoric chronologies;

- and finally, the diversity of raw materials and their constraints: antler, bone, shells, ivory, and wood.

In addition to the always informative history of research, the attention given to taphonomic and zooarchaeological factors demonstrates the importance of contextual analyses, without which the interpretation of data will always be limited. It is also useful to integrate, for comparison, the information provided by natural traps,

such the Igue du Gral (Saulac-sur-Célé, Lot, France), which offers one of the best assemblages available for understanding the natural fragmentation of cervid antler.

Another, and particularly pertinent domain addressed in this publication is the terminology and its uses, highlighting the dangers of vernacular specificities.

Finally, we can congratulate the authors for this very rapid publication of a roundtable during which the oral presentations and discussions concerning experimental collections alternated in a subtle, efficient, and informative manner.

Enjoy your reading!

Translation: Magen O'Farell

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES / BIBLIOGRAPHICAL REFERENCES

ALLAIN J., FRITSCH R., RIGAUD A., TROTIGNON F. (1974) – Le débitage du bois de renne dans les niveaux à raclettes du Badegoulien de l'abri Fritsch et sa signification, in H. Camps-Fabrer (dir.), *Premier colloque international sur l'industrie de l'os dans la Préhistoire* (Sénanque, 18-20 avril 1974), Aix-en-Provence, université de Provence, p. 67-71.

MASSET C., COSTAMAGNO S., COCHARD D., LAROLANDIE V. (2016) – La fracturation osseuse : du fait technique à l'essai d'interprétation sociétale. L'exemple de l'antilope saïga du gisement magdalénien de Saint-Germain-la-Rivière (Gironde), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 113, 4, p. 691-712.

PÉTILLON J.-M., AVERBOUH A. (2012) – Le travail du bois de renne dans les couches badegouliennes, in J. Clottes, J.-P. Giraud et P. Chalard (dir.), *Solutréen et Badegoulien au Cuzoul de Vers : des derniers chasseurs de rennes en Quercy*, Liège, université de Liège (ERAUL, 131), p. 359-386.

RÉMY D. (2013) – *Caractérisation technoéconomique d'industries en bois de cervidés du Badegoulien et du Magdalénien : le cas du Rond-du-Barry (Haute-Loire) et de Roche-reil (Dordogne)*, thèse de doctorat, université Montpellier 3 – Paul-Valéry, 358 p.

**François-Xavier CHAUVIÈRE**  
Office du patrimoine et de l'archéologie  
de Neuchâtel, section Archéologie  
Espace Paul Vouga, Laténium  
CH-2068 Hauterive  
francois-xavier.chauviere@ne.ch

## **REMERCIEMENTS**

Nous remercions tous les participants et intervenants présents à la séance de la Société préhistorique française qui s'est déroulée à Paris, le 25 avril 2017. Le bon déroulement de cette journée n'aurait pu se faire sans l'aide précieuse de l'ensemble des membres du thème de recherche « Ressources animales : acquisition, transformation et utilisation » de l'équipe Ethnologie préhistorique et sans le soutien de la Société préhistorique française. Cette séance a été financée par l'équipe Ethnologie préhistorique de l'UMR 7041 ArScAn (CNRS), et par l'université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne *via* son programme bonus qualité recherche (BQR). Cette université a également mis à notre disposition une de ses salles de l'INHA et le matériel audiovisuel qui a permis l'enregistrement de l'ensemble des discussions et échanges. Enfin, nous adressons nos remerciements aux membres du comité scientifique pour leurs relectures essentielles de l'ensemble des contributions présentées dans cet ouvrage, et à Quentin Chambon et Martin Sauvage pour leur travail éditorial des plus essentiels à la concrétisation de cet ouvrage.

## **ACKNOWLEDGEMENTS**

We thank all the participants and contributors present at the session of the Société préhistorique française in Paris, on 25th April 2017. The successful running of this day was possible thanks to precious help from all the members of the 'Ethnologie préhistorique' team of the 'Ressources animals: acquisition, transformation et utilisation' research theme, and thanks the support of the Société préhistorique française.

The meeting was funded by the team 'Ethnologie préhistorique' – UMR 7041 ArScAn (CNRS), and by the University Paris 1 – Panthéon-Sorbonne via the BQR programme (Bonus Qualité Recherche). The university also kindly provided us with one of the INHA rooms and the audio-visual equipment used to record all the discussions and exchanges. Finally our sincere thank to all the members of the scientific committee for their attentive proofing, and to Quentin Chambon and Martin Sauvage for their editorial work of the most essential to the realization of this work.

Marianne CHRISTENSEN et Nejma GOUTAS

**PREMIÈRE PARTIE**  
**HISTORIOGRAPHIE ET QUESTIONS MÉTHODOLOGIQUES**





« À coup d'éclats ! »

*La fracturation des matières osseuses en Préhistoire :*

*discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*

Actes de la séance de la Société préhistorique française de Paris (25 avril 2017)

Textes publiés sous la direction de Marianne CHRISTENSEN et Nejma GOUTAS

Paris, Société préhistorique française, 2018

(Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 11-20

www.prehistoire.org

ISSN : 2263-3847 – ISBN : 2-913745-74-1

## La fracturation ?

### Enjeux terminologiques, analytiques et perspectives palethnologiques

Marianne CHRISTENSEN et Nejma GOUTAS

« L'imbrication entre approvisionnement alimentaire et approvisionnement artisanal montre l'aberration conceptuelle du clivage archéozoologie/technologie. [...] Les impératifs économiques et technologiques ont vraisemblablement participé, déterminé peut-être, l'organisation des pratiques et des stratégies cynégétiques. L'origine anatomique et taxinomique des supports, leur sélection, leur transformation détiennent assurément des informations sur l'acquisition et l'exploitation des ressources alimentaires animales. [...] Elles témoignent du lien qui unit matières, monde animal et techniques [...]; elles illustrent une manière de concevoir, de penser et de consommer l'animal » (Letourneux, 2003, p. 39-40).

#### GENÈSE D'UN PROJET

Cet ouvrage est constitué de textes issus d'une dizaine de communications présentées lors de la séance de la Société préhistorique française qui s'est tenue le 25 avril 2017 à Paris, mais il est aussi l'aboutissement de cinq années de recherches et de réflexions conduites au sein de l'axe de recherche « Ressources animales : acquisition, transformation et utilisation » (coord. Marianne Christensen et Nejma Goutas) de l'équipe Ethnologie préhistorique (UMR 7041 Arscan, Nanterre, France), sur la fracturation des matières dures d'origine animale. Créé en 2002, mais réellement mis en place à partir de 2003, ce groupe de travail a été pensé comme un lieu d'échanges et de confrontation des regards de différents spécialistes travaillant sur les ressources animales (archéozoologues et technologues). À ces débuts, cet axe réunissait une petite dizaine de chercheurs et doctorants, mais à ce jour, ce sont plus d'une vingtaine de collaborateurs qui y participent, originaires de différents laboratoires du

CNRS (UMR 7041, UMR 7209, UMR 6249, UMR 7269, UMR 8215 et UMR 5608), de l'INRAP et du ministère de la Culture travaillant sur les divers sous-systèmes techno-économiques de l'exploitation animale et leur étroite imbrication (complémentarité en termes d'objectifs alimentaires et techniques). Ces questionnements ne sont pas nouveaux, puisque déjà esquissés dès les années 1907-1910 par le docteur Henri-Martin (Henri-Martin, 1910) pour le Moustérien. À partir de la seconde moitié du xx<sup>e</sup> siècle, les archéozoologues nord-américains ont travaillé sur ces questions de fracturation des os, selon des approches expérimentales ou actualistes pour essayer de mieux comprendre l'origine de ces fractures, dans l'objectif, le plus souvent, de trouver des témoignages d'une présence ancienne de l'homme sur le continent nord-américain (voir Lemoine, 2007 et Christensen, Goutas *et al.*, ce volume, pour une présentation détaillée et historique de ces recherches). En Europe, ces quinze dernières années, nombre de travaux<sup>(1)</sup> sont venus construire ou nourrir cette ambition méthodologique, permettant ainsi la formalisation progressive du concept de « chaîne opératoire totale », aussi appelée « chaîne opératoire globale » (Leduc, 2010).

L'une des forces, mais aussi l'une des difficultés de notre groupe de travail, réside dans la diversité géographique et chronologique de nos terrains de recherche, mais également des matériaux étudiés. Pour autant, nous sommes réunis par des approches communes qui ont pour objectif une meilleure compréhension des groupes de chasseurs-cueilleurs (Europe occidentale et orientale, Proche-Orient, Amérique du Sud), des sociétés en voie de néolithisation (Proche-Orient, Europe orientale), des sociétés agropastorales, ou bien encore des premières sociétés hiérarchisées (Proche-Orient). En 2011, nous avons défini une thématique<sup>(2)</sup> collective destinée à fédérer, autant que possible, à la fois technologues et archéozoologues, en dépassant les champs

chronologiques et géographiques particuliers. Nous avons décidé de travailler sur une modalité d'exploitation particulière des matières dures d'origine animale : la *fracturation*... nous pressant aussitôt d'ajouter *lato sensu*. Ce terme relativement commun de la langue française est des plus commodes car il est immédiatement intelligible par tous, renvoyant implicitement à un mode d'action violent sur une matière. Par conséquent, préciser clairement ce que l'on entend par fracturation pourrait paraître superflu, car tautologique : « La fracturation c'est quoi ? C'est le fait de fracturer, de casser, de briser ! ». Le terme de fracturation – appliqué aux matières osseuses – peut ainsi être utilisé pour décrire à la fois une ou différentes actions techniques sur la matière, ou encore un schéma conceptuel global d'exploitation des blocs, mais aussi un endommagement fonctionnel majeur sur un objet, et même la conséquence naturelle de processus taphonomiques (biologiques ou non). Cette acception très large du terme fracturation est progressivement devenue une source de confusions, raison pour laquelle le qualificatif *lato sensu* prend ici tout son sens.

Entre 2012 et 2017, des réunions de travail ont été régulièrement organisées au sein de ce thème, ponctuées de séances d'expérimentations et de tests didactiques sur la fracturation. D'autres expérimentations ont été organisées plus isolément par des membres du thème. L'un des objectifs de nos réunions était de présenter mutuellement nos analyses, nos expérimentations et de débattre d'un certain nombre de questionnements à ces occasions. Plusieurs de ces réunions ont, de plus, été ouvertes aux étudiants de licence et de masters, car le thème « Ressources animales » est fortement ancré dans l'enseignement et la formation, que ce soit au travers des séminaires et des cours dédiés aux industries osseuses de l'université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, de l'atelier thématique TECHNOS, formation du CNRS sur la technologie osseuse (coordination Aline Averbouh et Marianne Christensen), ou encore du stage de master de l'université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne<sup>(3)</sup> (coordination Marianne Christensen et Nejma Goutas), où nombre de tests sur la fracturation ont été réalisés.

## POURQUOI TRAITER DE LA FRACTURATION ?

L'application systématique de l'approche technologique aux industries osseuses, depuis la fin des années 1990 et le début des années 2000, a suscité un autre regard sur toute une catégorie de vestiges : les déchets de fabrication. Vestiges corollaires de la production d'un support, les déchets en lien avec la fracturation *lato sensu* des matières osseuses, étaient sans nul doute encore les parents pauvres de la technologie osseuse. Ces déchets, à défaut de stigmates techniques évidents, n'étaient pas vraiment reconnus, ni même recherchés. Lorsqu'il s'agissait d'ossements, la présence de pans de fracture n'était pas questionnée du point de vue technique, mais était

mise en relation avec la taphonomie ou plus souvent avec un éclatement de l'os en vue de récupérer la moelle. Dès lors, il était difficile de reconnaître un débitage à vocation technique (Bonnichsen, 1979 ; Murray, 1982 ; Johnson, 1985 ; Aguirre et Patou, 1985 et 1986). Récemment, plusieurs collaborateurs du thème « Ressources animales » ont toutefois pu démontrer l'intentionnalité technique de tels débitages dans des contextes variés (Christensen, 2015 ; Treuillot, 2016). Quoi qu'il en soit, ces problématiques, dans leur application à l'os, ne sont pas nouvelles et d'autres groupes de recherche y ont largement travaillé avant nous (ETTOS, coordonné par Danielle Stordeur, créé en 1983 ; programme collectif de recherches « Des traces et des hommes », coordonné par Céline Thiébaud<sup>(4)</sup>, créé en 2006 ; programme PROMDA, coordonné par Aline Averbouh, créé en 2007, etc.) ; malheureusement, aucun d'entre eux ne fonctionne aujourd'hui.

Pour le bois animal, impropre à la consommation, l'intention technique de la fracturation n'était guère plus envisagée car souvent occultée par des interprétations d'ordre taphonomique, à l'exception toutefois des travaux pionniers du docteur Jacques Allain et d'André Rigaud (Allain *et al.*, 1974) sur du matériel issu des niveaux badegouliens de l'abri Fritsch aux Roches, Pouligny-Saint-Pierre, Indre.

Le recours à diverses techniques de percussion sur bois de cervidés est un fait connu pour l'Aurignacien et le Badegoulien depuis les années 1980-1990 (*ibid.* ; Knecht, 1991 ; Liolios, 1999). Depuis, de nouvelles études et expérimentations sont venues enrichir nos connaissances (Rigaud, 2004 ; Tejero, 2010 ; Averbouh et Pétilion, 2011 ; Tejero *et al.*, 2011 et 2012 ; Pétilion et Averbouh, 2012 ; Pétilion et Ducasse, 2012 ; Tartar, 2012 ; Rémy, 2013 ; Malgarini, 2014). Ces techniques de percussion sont désormais attestées pour d'autres contextes du Paléolithique récent : le Gravettien (Goutas, 2003 et 2004 ; Flori, 2013 ; Goutas *et al.*, ce volume) et le Solutréen (Chauvière, 2002 ; Agoudjil, 2004 et 2005 ; Baumann, 2007 et 2014 ; Baumann et Maury, 2013).

Ces études, parfois associées à une approche expérimentale, révèlent une grande variabilité des procédés de débitage engageant une ou plusieurs « techniques de fracture » (voir définition *in* Christensen, 2015 ; Goutas et Christensen, ce volume), renouvelant par là même nos connaissances des industries du Paléolithique récent. La lecture technologique des pans de fracture sur bois de cervidés a notamment montré que des pratiques techniques, en apparence peu significatives, recèlent un potentiel de questionnements socio-économiques majeurs.

Centré sur l'exploitation des bois de cervidés et de l'os, avec quelques ouvertures à d'autres matières dures d'origine animale (coquillages : Manca, ce volume a et b ; ivoire : Girya et Khlopachev, ce volume), et d'autres matières fibreuses d'origine végétale (bois : Chica-Lefort et Maerky, ce volume), cet ouvrage a notamment pour objectif de clarifier un certain nombre de concepts et de termes techniques. Action technique ou conséquence taphonomique, le terme « fracturation » recouvre différentes réalités, selon les domaines concernés (archéozo-

logie, technologie, anthropologie physique), les contextes historiques et scientifiques dans lesquels il est utilisé, les matières premières auxquelles il est appliqué, ou encore les objectifs qui lui sont associés. La multiplicité des contextes d'utilisation de ce terme aura favorisé le développement de certaines incohérences terminologiques relayées dans des publications variées. En effet, depuis plusieurs années, diverses techniques ou procédés de fracture des matières osseuses ont été identifiés, et parfois abusivement réunis sous le vocable générique de « fracturation », conférant à ce terme une acception très large. Dès lors, il devenait essentiel de produire un regard critique sur cette polysémie du concept de fracturation des matières osseuses, car ses conséquences dépassent largement le seul champ épistémologique et influencent parfois directement certains modèles interprétatifs des faits sociaux préhistoriques (voir Goutas et Christensen, ce volume). La fracturation *lato sensu* des ossements et des bois de cervidés fournit, en ce sens, une illustration significative des évolutions sémantiques, méthodologiques et analytiques que la technologie des matières osseuses a connues ces dix dernières années. En 2017, sommes-nous en mesure de poser des bases de caractérisation précises des différentes modalités de débitage par percussion utilisées au cours de la Préhistoire ? Lesquelles d'entre elles relèvent véritablement d'un débitage par fracturation *stricto sensu* ? Dans quelle mesure n'existe-t-il pas parfois une confusion entre un (ou des) mode(s) d'action sur la matière et une méthode d'exploitation des blocs osseux ?

### UNE ÉQUATION EN APPARENCE ÉVIDENTE ET POURTANT DISCUTABLE...

Les analyses technologiques de ces dernières années ont amené les chercheurs à revisiter les composantes des industries osseuses et permis de regarder différemment toute une catégorie de vestiges souvent mal interprétés. Il s'agit des éclats et fragments d'os, de bois de cervidés, d'ivoire ou encore de coquillages ou de coquilles. Le terme d'éclat, à la différence du domaine lithique, constitue une catégorie un peu « fourre-tout », puisque tel qu'il est utilisé, il recouvre différentes réalités de forme, de dimensions, et mêmes de stigmates. Les modalités d'obtention de ces produits ou de ces sous-produits de l'exploitation animale n'étant pas toujours bien comprises, de même que leur statut – déchet technique ou culinaire, support, outils bruts – c'est donc sur la base d'un stigmate commun, le « pan de fracture », qu'ils se retrouvent réunis sous le terme général d'« éclats ». Parallèlement, et depuis fort longtemps, diverses techniques ou procédés, dès lors qu'ils engagent un mode d'action par percussion sur la matière, se sont retrouvés réunis sous le terme de « fracturation » ou « de débitage par fracturation », conférant à ce terme une acception très large. D'autant plus large que cette « fameuse fracturation » se doit d'avoir

pour corollaire la production d'éclats, que ces derniers soient les supports recherchés ou des déchets d'exploitation. Dès lors une équation s'est progressivement mise en place : « percussion = pan de fracture », « pan de fracture = éclat », « éclat = débitage par fracturation », et « fracturation = percussion », le raisonnement prend dès lors l'apparence d'un cercle vertueux, car la boucle est bouclée ! Sauf qu'à y regarder de plus près, ce sont en réalité des choses bien différentes qui se retrouvent mises sur un même plan d'égalité terminologique ou de continuité sémantique. Et c'est parce que nous avons du mal à nous comprendre, ou même du mal à comprendre nos industries et à les décrire qu'il nous a semblé essentiel de clarifier un certain nombre de concepts et de termes techniques sur ce qu'il est d'usage d'appeler la « fracturation des matières osseuses ».

Cette prise de conscience ne signifie pas que nous ayons désormais les réponses. Loin de là. En revanche, elle gage d'une ambition de regard critique sur le discours que nous produisons et qu'il faut impérativement poursuivre pour éviter les écueils du syndrome de la tour de Babel. Et s'il est un intérêt à la réflexion collective du thème « Ressources animales » sur la fracturation, c'est qu'elle aura peut-être permis de pointer un certain nombre d'incohérences sémantiques et analytiques.

### OBJECTIFS DE L'OUVRAGE

Cet ouvrage, enrichi de quelques contributions de chercheurs extérieurs au thème « Ressources animales » (voir Lefebvre et Pétilion, ce volume ; Girya et Khlopachev, ce volume), se structure autour de trois objectifs :

1) Un objectif historiographique, puisqu'un état de l'art est proposé sur les recherches relatives à la transformation de la matière osseuse par fracturation et les différentes techniques de fracture en jeu. Ce sera l'occasion de restituer nos réflexions dans une dynamique historique en rappelant à la fois, les lacunes existantes au moment où notre thématique a commencé (fin 2011), tout en rendant hommage à un certain nombre de travaux pionniers. L'idée est aussi de valoriser les nouvelles avancées en la matière tout en portant un regard critique sur nos propres recherches, sur nos propres erreurs ou égarements sémantiques et méthodologiques... et on peut aussi l'espérer sur nos quelques éclairs de lucidité. Ce vœu d'humilité, de regard distancié, nous tient particulièrement à cœur, pour deux raisons. Tout d'abord, car une immersion dans les anciennes et parfois même très anciennes publications nous donne toujours à penser que la mémoire des hommes est souvent courte et qu'une mine d'informations, d'idées ingénieuses ont déjà été pensées et écrites bien avant nous. L'archéologie, c'est aussi exhumer les informations non pas du sol mais des pages des livres. Deuxièmement, parce que si le doute, les erreurs ou l'incapacité (conjoncturelle ou irrémédiable) à comprendre ce que nous observons, sont des éléments consubstantiels de la démarche scien-



tifique, il faut admettre que les espaces permettant de les exprimer sont malheureusement de plus en plus rares et contraints. Or, lorsque l'on arrive à solutionner une « énigme scientifique », c'est le plus souvent parce que d'autres avant nous se sont essayés à ouvrir des portes de façon souvent infructueuse.

2) Un objectif méthodologique. Un chapitre de synthèse se propose de discuter des points forts des nouvelles recherches conduites sur ces questions. Il s'agissait de faire le point sur ce qu'en 2017 nous étions capables de poser comme critères analytiques et de diagnostics pertinents (ou non pertinents!) pour discriminer différentes modalités de transformation par percussion suivant la matière travaillée (os et bois de cervidé), sa morphologie, son état de fraîcheur, etc. C'est aussi l'occasion de discuter de l'approche expérimentale comme outil de construction et de déconstruction du raisonnement technologique et de l'impérieuse nécessité d'en distinguer la valeur scientifique : expérience et expérimentation; expérimentation méthodologique et archéologique; et surtout de juger de la reproductibilité des résultats avant de les considérer comme des faits incontestables.

3) Enfin, un dernier objectif porte cet ouvrage. C'est sans doute celui qui est le plus avancé par chacun des membres du thème sur son terrain de recherche respectif. Nous souhaitons restituer nos réflexions dans une perspective diachronique à visée paléohistorique. Ainsi, dans ce qu'il est d'usage de rapporter à la fracturation dans son acception large, est-il possible d'identifier des objectifs de production bien différenciés et des savoir-faire spécifiques pouvant recouvrir une éventuelle valeur de « signature culturelle »? Est-il possible de pister des traditions tech-

niques communes à différents groupes humains contemporains ou successifs, dans une région donnée ou en différentes régions? Le lecteur trouvera certaines réponses, nous l'espérons, dans ce recueil de textes.

## NOTES

- (1) Voir par ex. Castel *et al.*, 1998; Costamagno, 1999; d'Erico et Laroulandie, 2000; Averbough, 2000; Letourneux, 2003; Chiotti *et al.*, 2003; Vercoutère, 2004; Chauvière et Fontana, 2005; Pétilion et Letourneux, 2006; Bignon-Lau et Christensen, 2009; Fontana *et al.*, 2009; Leduc, 2010; Soulier *et al.*, 2014; Goutas et Lacarrière, 2013; Costamagno *et al.*, 2018, etc.
- (2) Le choix de la fracturation comme thématique de réflexion collective a été initié dès la fin de l'année 2011, dans le cadre des prospectives et du programme quinquennal (2012-2017) de l'équipe de recherche CNRS « Ethnologie préhistorique » de l'UMR 7041 ArScAn (Nanterre). Au moment où nous l'avons définie, elle faisait écho à une dynamique de recherche alors en plein développement en technologie osseuse, dynamique qui reste encore d'actualité.
- (3) Ce stage de trois jours se déroule annuellement depuis 2002 au centre archéologique d'Étiolles (Essonne) et fut coordonné par Marianne Christensen avec Aline Averbough (2002-2010) et Nejma Goutas (2011-2018), avec la collaboration ponctuelle de José-Miguel Tejero (2012-2015 et 2017), de Malvina Baumann (2008) et d'Élise Tartar (2016 et 2018).
- (4) <http://traces-et-hommes.revolublog.com/equipe-de-recherche-c17382724>

## Fracturing?

### Questions of terminology, analytical procedures and palethnological perspectives

'The interweaving of food and raw-material supply reflects the conceptual nonsense of the distinction made between zooarchaeology and technology. [...]. Economic and technological constraints obviously participated in and possibly determined the organisation of hunting strategies and practices. The anatomic and taxonomic origin of the blanks, their selection and their transformation clearly contain information on the acquisition and exploitation of animal food resources. [...]. They provide evidence of the link connecting materials, the animal world and techniques [...]; they illustrate a way of planning, thinking and consuming the animal' (Letourneux, 2003, p. 39-40).

#### GENESIS OF A PROJECT

This volume is composed of texts originating from ten conference papers presented during the session of the

Société préhistorique française held on 25th April 2017 in Paris, but it is also the result of five years of research and reflection carried out on the occasion of the research theme 'Ressources animales : acquisition, transformation et utilisation' (coordination Marianne Christensen and Nejma Goutas) by the team 'Ethnologie préhistorique' (UMR 7041 ArScan, Nanterre, France, focusing on the fracturing of hard animal materials. This work group was launched in 2002, but effectively set up in 2003, and was designed as a forum for discussions and comparisons between different specialists working on animal resources (zooarchaeologists and technology specialists). Initially, this research theme brought together less than ten researchers and PhD students, but today over twenty collaborators currently participate, who are affiliated to different CNRS laboratories (UMR 7041, UMR 7209, UMR 6249, UMR 7269, UMR 8215 and UMR 5608), to the INRAP and the French ministry for Culture, and who work on the diverse techno-economic sub-systems of animal exploitation and

their close interconnections (complementarity in terms of food and technical aims). These issues are not new, as they were already outlined as early as the years 1907-1910 by Dr. Henri-Martin for the Mousterian (Henri-Martin, 1910). North American zooarchaeologists had investigated bone fracturing issues since the second half of the 20th century, using experimental or actualist approaches to attempt to gain a better understanding of the origin of these fractures, in order to find evidence of an early human presence on the North American continent (see Lemoine, 2007 and Christensen, Goutas *et al.*, this volume, for a detailed presentation and history of this research). In Europe, over the past fifteen years, many studies<sup>(1)</sup> have been based on this methodological aim, leading to the progressive formalisation of the concept of the ‘holistic reduction sequence’, also referred to as the ‘global reduction sequence’ (Leduc, 2010).

One of the strengths, but also one of the difficulties of our work group, is the geographic and chronological diversity of our fields of research, but also of the studied materials. However, we are brought together by shared approaches, aiming to enhance our understanding of hunter-gatherer groups (Western and Eastern Europe, Near East, South America), societies undergoing neolithisation (Near East, South America, Eastern Europe), agro-pastoral societies, or the first stratified societies (Near East). In 2011 we defined a collective theme<sup>(2)</sup> intended to federate, as much as possible, technologists and zooarchaeologists, by going beyond individual geographic and chronological fields. We decided to work on a specific method of working hard animal materials: fracturing... *lato sensu*, in the broad sense of the term. This relatively common term is most suited as it is immediately intelligible to all, and implicitly refers to a violent action on a material. Consequently, defining clearly what we mean by fracturing could appear to be useless, as it is tautological: ‘What is fracturing? It is the process of fracturing, breaking, shattering!’. The term fracturing – applied to osseous materials – can also be used to describe one or different technical actions on matter, or moreover an overall conceptual system related to the exploitation of blocks of matter, but also major functional damage to an object, and even the natural consequence of taphonomic processes (biological or not). This very broad meaning of the term fracturing has gradually become a source of confusion, which is why the term *lato sensu* is important here.

Between 2012 and 2017, work meetings focusing on this theme were organised on a regular basis, along with occasional experimental sessions and didactic tests on fracturing. Other experiments were organised separately by members of the group. One of the aims of our meetings was to present our analyses and experiments and to discuss a distinct number of questions. Several of these meetings were open to bachelor and master students, as the theme ‘Ressources animales’ is an integral part of teaching and training seminars and courses focusing on osseous assemblages at the university Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, the thematic workshop TECHNOS

– CNRS course on osseous technology (coordination Aline Averbouh and Marianne Christensen), or the master course of the university Paris 1 – Panthéon-Sorbonne<sup>(3)</sup> (coordination Marianne Christensen and Nejma Goutas), during which many fracturing tests were carried out.

## WHY FOCUS ON FRACTURING?

The systematic application of the technological approach to the bone industries since the end of the 1990s and the beginning of the 2000s provided a different perspective on an entire category of remains: production waste. Remains resulting from blank production and waste linked to the fracturing of osseous materials *lato sensu* were still undoubtedly the poor relatives of osseous technology. These waste products, lacking clear technical marks, were not really recognised, or even sought out. The presence of fracture planes on bones was not questioned from a technical point of view but was related to taphonomy, or more often to smashing the bone to retrieve the marrow. Therefore, it was difficult to identify debitage with a technical vocation (Bonnichsen, 1979; Murray, 1982; Johnson, 1985; Aguirre and Patou, 1985 and 1986). However, recently, several collaborators of the ‘Ressources animales’ theme have demonstrated the technical intentionality of such debitage in varied contexts (Christensen, 2015; Treuillot, 2016). In any event, the application of these issues to bone is not new and other research groups worked on them extensively before us (ETTOS, coordination Danielle Stordeur created in 1983; programme ‘Des traces et des hommes’, coordination Céline Thiébaud<sup>(4)</sup> created in 2006; PROMDA programme, coordination Aline Averbouh, created in 2007, etc.). Unfortunately today none of these groups is still in existence.

In the case of antlers that were unfit for human consumption, the technical intention of fracturing was hardly given more consideration, as it was often obscured by taphonomic interpretations, with the exception of the pioneering works of Dr. Jacques Allain and André Rigaud (Allain *et al.*, 1974) on the material from the Badegoulian levels of the Fritsch rock shelter (Indre).

The use of diverse percussion techniques on cervid antler during the Aurignacian and the Badegoulian was identified in the 1980s-1990s (*ibid.*; Knecht, 1991; Liolios, 1999). Since then, new studies and experiments have added to our knowledge (Rigaud, 2004; Tejero, 2010; Averbouh and Pétillon, 2011; Tejero *et al.*, 2011 and 2012; Pétillon and Averbouh, 2012; Pétillon and Ducasse, 2012; Tartar, 2012; Rémy, 2013; Malgarini, 2014). These percussion techniques have now been confirmed in other Upper Palaeolithic contexts: the Gravettian (Goutas, 2003 and 2004; Flori, 2013; Goutas *et al.*, this volume) and the Solutrean (Chauvière, 2002; Agoudjil 2004 and 2005; Baumann, 2007 and 2014; Baumann and Maury, 2013).

Some of these studies are combined with an experimental approach and reveal wide variability in debitage

actions involving one or several fracture techniques (see definition in Christensen, 2015; Goutas and Christensen, this volume), thereby renewing our knowledge of Upper Palaeolithic assemblages. The technological interpretation of fracture planes on cervid antlers showed, in particular, that technical practices that appear to be of little significance can potentially contribute to major socio-economic questions.

This volume focuses on antler and bone exploitation, with several openings for other hard animal materials (shells: Manca, this volume a and b; ivory: Girya and Khlopachev, this volume), and other fibrous plant materials (wood: Chica-Lefort and Maerky, this volume), and aims to clarify a number of concepts and technical terms. The term fracturing can refer to a technical action or a taphonomic consequence and encompasses different realities, depending on the domains under consideration (zooarchaeology, technology, physical anthropology), the historical and scientific contexts in which it is used, the raw materials to which it is applied, or the objectives with which it is associated. The multiple contexts of the use of this term led to the development of terminological inconsistencies in diverse publications. Indeed, over the past few years, various fracture procedures or techniques carried out on osseous materials have been identified, and sometimes inappropriately regrouped under the generic term ‘fracturing’, giving this term a very loose meaning. It thus became vital to critically review the polysemous concept of the fracturing of osseous materials, as the consequences of this extend well beyond the epistemological sphere and sometimes directly impact interpretative models of prehistoric social realities (see Goutas and Christensen, this volume). In this sense, the fracturing *lato sensu* of bones and cervid antler provides a significant illustration of the semantic, methodological and analytical developments in the technology of osseous materials over the past ten years. In 2017, are we now in a position to lay down the bases for the precise characterisation of the different modes of debitage by percussion used during the course of prehistory? Which of them are really debitage by fracturing *stricto sensu*? Can there be confusion at times between one (or several) mode(s) of action on matter and a method of exploitation of osseous blocks?

### A SEEMINGLY OBVIOUS AND YET QUESTIONABLE EQUATION ...

Technological analyses carried out over the past few years have prompted researchers to review components of osseous assemblages and to look differently at a whole category of often misinterpreted remains! These are flakes and fragments of bone, antler, ivory or shell. Unlike in the lithic domain, the term flake is a rather all-embracing category, as it is used to refer to different shapes, dimensions and even marks. The methods of obtaining these products or by-products of animal exploitation

have not yet been fully elucidated, and nor has their status –technical or culinary waste, blanks, non-transformed tools– and thus they are grouped together under the general term ‘flakes’ on the basis of a common characteristic, the ‘fracture plane’. In parallel, for a long time, diverse percussion-based techniques and procedures were grouped together under the term ‘fracturing’ or ‘debitage by fracturing’, giving this term a very broad meaning. The corollary of this ‘famous fracturing’ was flake production, regardless of whether the flakes were intentional products or manufacturing waste. Therefore, the following equation was progressively established: ‘percussion = fracture plane’, ‘fracture plane = flake’, ‘flake = debitage by fracturing’, and ‘fracturing = percussion’. Accordingly, this reasoning comes across as a circular argument, as the loop is closed! Except that when we take a closer look, in reality very different things are clustered together on an equal terminological footing or for the purposes of semantic continuity. And it is precisely because it was difficult to understand ourselves, or difficult to understand and describe these assemblages that it appeared to be essential to clarify a certain number of concepts and technical terms regarding what is commonly known as ‘fracturing osseous materials’.

This awareness does not mean that we now have the answers. Far from it. However, it is proof of the aim to view our discourse from a critical perspective. And this must be continued, in order to avoid the pitfalls of a Tower of Babel syndrome. And one of the advantages of collective reflection on the animal resource theme of fracturing is that it pointed out a number of semantic and analytical inconsistencies.

### OBJECTIVES OF THIS VOLUME

This volume, enhanced by several contributions from researchers outside the ‘Ressources animaux’ theme (see Lefebvre and Pétillon, this volume; Girya and Khlopachev, this volume), is structured around three objectives:

1) A historiographic objective. A state of the art is presented on research relating to the transformation of osseous materials by fracturing and the different fracture techniques involved. This provides the opportunity to reconstruct our reflections from a dynamic historic perspective, to recall the lacunae existing when we began our theme (at the end of 2011), and to pay tribute to a number of pioneering works. The idea is also to promote new advances in the matter and to continue to cast a critical eye on our own research, our own errors or semantic and methodological digressions... and we hope on our flashes of lucidity. This humility and long-range view are particularly important to us, for two reasons. First of all, because immersion in early and sometimes in very early publications still gives us the impression that the human memory is often short, and that a mine of information and ingenious ideas have often been produced and written long

before us. Archaeology is also about unearthing information from pages of books, not just from the ground. Secondly, because doubts, errors or the (short-term or irremediable) inability to understand what we observe are integral elements of the scientific approach, but we must acknowledge that they are only rarely voiced and increasingly constrained. Yet, when we find the solution to a 'scientific enigma', it is often because others before us tried to push open doors, generally to little avail.

2) A methodological objective. A summary chapter discusses the strong points of new research, in particular within the framework of the 'Ressources animales' theme of the team 'Ethnologie préhistorique'. The aim is to take stock of the existing analytical criteria and pertinent (or non-pertinent!) diagnoses for differentiating transformation modes by percussion depending on the worked material (bone and antler), its morphology, its freshness, etc. In this respect, archaeological studies and more recently, experiments conducted by several participants of the 'Ressources animales' research theme have led to significant advances. It also gives us the opportunity to discuss the experimental approach as a tool for constructing and deconstructing technological reasoning and the pivotal importance of discerning the scientific value of this approach: experience and experimentation; methodological and archaeological experimentation; and especially of evaluating the reproducibility of results before considering them as indisputable facts.

3) The last objective that underlies this volume, is perhaps the most frequently cited by each of the theme members in his/her respective research domains. We wish to place our reflections in a diachronic perspective from a palaeohistoric standpoint. In this way, within the context of the broad meaning of fracturing, is it possible to identify well-differentiated production aims and spe-

cific expertise that may encompass a possible 'cultural signature' connotation? Is it possible to track shared technical traditions and to link them to different contemporaneous or successive human groups, in a given region or in different regions? We hope that the reader will find some answers to these questions in this compilation of papers.

## NOTES

- (1) See for example, Castel *et al.*, 1998; Costamagno, 1999; d'Errico and Laroulandie, 2000; Averbouh, 2000; Letourneux, 2003; Chiotti *et al.*, 2003; Vercoutère, 2004; Chauvière and Fontana, 2005; Pétilion and Letourneux, 2006; Bignon-Lau and Christensen, 2009; Fontana *et al.*, 2009; Leduc, 2010; Soulier *et al.*, 2013; Goutas and Lacarrière, 2013; Costamagno *et al.*, 2018, etc.
- (2) Fracturing was chosen as a collective theme of reflection at the end of 2011, as part of the prospective five-year programme (2012-2017) of the CNRS research team 'Ethnologie préhistorique' (UMR 7041, ArScAn, Nanterre). When we defined this research theme, it echoed a developing research impetus in osseous technology, which still persists today.
- (3) This three-day training course, which has taken place every year since 2002 at the Centre archéologique d'Etiolles (Essonne), was coordinated by Marianne Christensen with Aline Averbouh (2002-2010) and Nejma Goutas (2011-2018), with the intermittent collaboration of José-Miguel Tejero (2012-2015 and 2017), Malvina Baumann (2008) and Élise Tartar (2016 and 2018).
- (4) <http://traces-et-hommes.revulublog.com/equipe-de-recherche-c17382724> [online].

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES / BIBLIOGRAPHICAL REFERENCES

- AGOUJIL A. (2004) – *L'industrie en matières dures animales du site solutréen du Roc-de-Sers (Sers, Charente). Exploitation du bois de renne : contribution d'une approche technologique et typologique à la reconnaissance d'une période chronoculturelle*, mémoire de maîtrise, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 111 p.
- AGOUJIL A. (2005) – *Essai de caractérisation des industries en matières dures animales solutréennes. Apport de l'étude du niveau solutréen moyen (couche H « à feuilles de laurier ») de Laugerie-Haute Ouest à la connaissance des modalités de débitage du bois de cervidé*, mémoire de DEA, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 62 p.
- AGUIRRE E., PATOU M. (1985) – *Outillage peu élaboré en os et bois de cervidés*, I, Treignes, CÉDARC (Artefacts, 1), 62 p.
- AGUIRRE E., PATOU M. (1986) – *Outillage peu élaboré en os et en bois de cervidés*, III, Treignes, CÉDARC (Artefacts, 3), 108 p.
- ALLAIN J., FRITSCH R., RIGAUD A., TROTIGNON F. (1974) – Le débitage du bois de renne dans les niveaux à raclettes du Badegoulien de l'abri Fritsch et sa signification, in H. Camps-Fabrèr (dir.), *Premier colloque international sur l'industrie de l'os dans la préhistoire* (abbaye de Sénanque, avril 1974), Aix-en-Provence, université de Provence, p. 67-71.
- AVERBOUH A. (2000) – *Technologie de la matière osseuse travaillée et implications paléolithiques : l'exemple des chaînes d'exploitation du bois de cervidé chez les Magdaléniens des Pyrénées*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 2 vol., 253 et 247 p.
- AVERBOUH A., PÉTILLON J.-M. (2011) – Identification of 'Debitage by Fracturation' on Reindeer Antler: Case Study of the Badegoulian Levels at the Cuzoul de Vers (Lot, France), in J. Baron et B. Kufel-Diakowska (dir.), *Written in Bones: Studies on Technological and Social Contexts of Past Faunal Skeletal Remains*, actes des 7<sup>es</sup> Rencontres du Groupe de recherche sur le travail des matières osseuses (Wrocław, 7-11 septembre 2009), Wrocław, université de Wrocław, p. 41-52.
- BAUMANN M. (2007) – *Nouvelles observations sur l'industrie osseuse du Roc-de-Sers (Charente). Essai de caractérisa-*

- tion technologique d'un assemblage solutréen, mémoire de master 2, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 2 vol., 58 et 54 p.
- BAUMANN M. (2014) – *À l'ombre des feuilles de laurier, les équipements osseux solutréens du Sud-Ouest de la France. Apports et limites des collections anciennes*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 593 p.
- BAUMANN M., MAURY S. (2013) – Ideas no Longer Written in Antler, *Journal of Archaeological Science*, 40, 1, p. 601-614.
- BIGNON-LAU O., CHRISTENSEN M. (2009) – Exploitation des ressources animales : objectifs techniques et alimentaires, in M. Olive (dir.), *Étiolles*, rapport triennal 2007-2009, Paris, ministère de la Culture, inédit, p. 56-84.
- BONNICHSEN R. (1979) – *Pleistocene Bone Technology in the Beringian Refugium*, Ottawa, National Museum of Man, Mercury Service (Archaeological Survey of Canada, 89), 297 p.
- CASTEL J.-C., LIOLIOS D., CHADELLE J.-P., GENESTE J.-M. (1998) – De l'alimentaire et du technique : la consommation du renne dans le Solutréen de la grotte de Combe-Saunière, in J.-P. Brugal, L. Meignen et M. Patou-Mathis (dir.), *Économie préhistorique : les comportements de subsistance au Paléolithique*, actes des 18<sup>es</sup> Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire (Antibes, 23-25 octobre 1997), Antibes, APDCA, p. 433-450.
- CHAUVIÈRE F.-X. (2002) – Industries et parures sur matières dures animales du Paléolithique supérieur de la grotte de Calderiã (Tomar, Portugal), *Revista Portuguesa de Arqueologia*, 5, 1, p. 5-28.
- CHAUVIÈRE F.-X., FONTANA L. (2005) – L'exploitation des rennes du Blot (Haute-Loire) : entre subsistance, technique et symbolique, in V. Dujardin (dir.), *Industrie osseuse et parure du Solutréen au Magdalénien en Europe*, actes de la table ronde sur le Paléolithique supérieur récent (Angoulême, 28-30 mars 2003), Paris, Société préhistorique française (Mémoire, 39), p. 137-147.
- CHICA-LEFORT T., MAERKY G. (ce volume) – Entre technique et taphonomie : état de la recherche sur la fracturation *lato sensu* du bois végétal au Paléolithique, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 341-358.
- CHIOTTI L., PATOU-MATHIS M., VERCOUTÈRE C. (2003) – Comportements techniques et de subsistance à l'Aurignacien ancien : la couche 11 de l'abri Pataud (Dordogne), *Gallia Préhistoire*, 45, p. 157-203.
- CHRISTENSEN M. (2015) – *L'exploitation des matières dures animales chez les chasseurs-cueilleurs : le cas des nomades marins de Patagonie et de Terre de Feu*, thèse d'habilitation à diriger des recherches, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 245 p.
- CHRISTENSEN M., GOUTAS N., BEMLLI C., BIGNON-LAU O., BODU P., CHICA-LEFORT T., KHAN B., LEGLISE S., MALGARINI R., TARTAR É., TEJERO J.-M., TREUILLOT J., SCHWAB C. (ce volume) – La fracturation *lato sensu* de l'os et du bois de cervidé : un bref historique des recherches, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 23-42.
- COSTAMAGNO S. (1999) – *Stratégies de chasse et fonction des sites au Magdalénien dans le Sud de la France*, thèse de doctorat, université Bordeaux 1, 760 p.
- COSTAMAGNO S., BOURGUIGNON L., SOULIER M.C., MEIGNEN L., BEAUVAL C., RENDU W., MUSSINI C., MANN A., MAUREILLE B. (2018) – Bone Retouchers and Site Function in the Quina Mousterian: The Case of Les Pradelles (Marillac-le-Franc, France), in J.M. Hutson, A. García-Moreno, E. S.Noack, E. Turner, A. Villaluenga, S. Gaudzinski-Windheuser (dir.), *Retouching the Palaeolithic: Becoming Human and the Origins of Bone Tool Technology*, actes du colloque international (Hanovre, 21-24 octobre 2015), p. 165-196.
- D'ERRICO F., LAROUHANDIE V. (2000) – Bone Technology at the Middle-Upper Palaeolithic Transition. The Case of the Worked Bone from Buran-Kaya III level C (Crimea, Ukraine), in J. Orschiedt et G. C. Weniger (dir.), *Neandertals and Modern Humans. Discussing the Transition: Central and Eastern Europe from 50.000–30.000 BP*, Mettmann, Neanderthal Museum (Wissenschaftliche Schriften des Neanderthal Museums, 2), p. 227-239.
- FLORI L. (2013) – *Exploitation des matières dures d'origine animale au Gravettien récent. Exemple de la couche 3 de l'abri Pataud (Dordogne)*, mémoire de master, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 109 p.
- FONTANA L., CHAUVIÈRE F.-X., BRIDAULT A. (2009) – In Search of Total Animal Exploitation: Introduction, in L. Fontana, F.-X. Chauvière et A. Bridault (dir.), *In Search of Total Animal Exploitation: Case Studies from the Upper Palaeolithic and Mesolithic*, actes du 15<sup>e</sup> Congrès de l'UISPP (Lisbonne, 4-9 septembre 2006), Oxford, Archaeopress (BAR, International Series 2040), p. 1-3.
- GIRYA E. Y., KHLOPACHEV G. A. (ce volume) – Experimental Data on the Splitting and Knapping Mammoth Tusk and Reindeer Antlers, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 325-340.
- GOUTAS N. (2003) – Identification de deux procédés de débitage inédits du bois de cervidés dans les niveaux gravettiens de Laugerie-Haute Est et Ouest, *Paleo*, 15, p. 255-262.
- GOUTAS N. (2004) – *Caractérisation et évolution du Gravettien en France par l'approche techno-économique des industries en matières dures animales (étude de six gisements du Sud-Ouest)*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 680 p.
- GOUTAS N., CHRISTENSEN M. avec la collaboration de TARTAR E., MALGARINI R., TEJERO J.-M., TREUILLOT J. (ce

- volume) – Extraction, partition, réduction ou fracturation ? De quoi parlons-nous ? Discussion sur la production de supports allongés (baguette, éclat baguettaire vs éclat), in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 55-97.
- GOUTAS N., LACARRIÈRE J. (2013) – L'exploitation des cervidés dans le Gravettien d'Isturitz. Une approche archéozoologique et technologique des ressources animales : de leur acquisition à leur utilisation = The Cervids Exploitation in the Gravettian Levels of Isturitz Cave. An Archaeozoological and Technological Approach of Animal Resources: from their Acquisition to their Use, in C. de las Heras, J. A. Lasheras, Á. Arrizabalaga et M. de las Rasilla (dir.), *Pensado el gravetiense: nuevos datos para la región Cantábrica en su contexto peninsular y pirenaico = Rethinking the Gravettian: New Approaches for the Cantabrian Region in its Peninsular and Pyrenean Contexts*, Altamira, Museo nacional y Centro de investigación de Altamira, p. 565-592.
- GOUTAS N., BODU P., HINGUANT S., AVERBOUH A., CHRISTENSEN M. (ce volume) – La « production baguettaire » au Gravettien : étude de cas et discussions à partir de l'industrie en bois de cervidé de Laugerie-Haute (Dordogne, France), in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 139-180.
- HENRI-MARTIN L. (1910) – La percussion osseuse et les esquilles qui en dérivent. Expérimentation, *Bulletin de la Société préhistorique de France*, 7, 5, p. 299-304.
- JOHNSON E. (1985) – Current Developments in Bone Technology, *Advances in Archaeological Method and Theory*, 8, p. 157-235.
- KNECHT H. (1991) – *Technological Innovation and Design during the Early Upper Paleolithic: A Study of Organic Projectile*, thèse de doctorat, New York University, 729 p.
- LEDUC C. (2010) – *Acquisition et exploitation des ressources animales au Maglémosien : essai de reconstitution des chaînes opératoires globales d'exploitation d'après l'analyse des vestiges osseux des sites de Mullerup et Lundby Mose (Sjælland – Danemark)*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 670 p.
- LEFEBVRE A., PÉTILLON J.-M. (ce volume) – Techniques de fracture pour la production de supports en bois de cervidé au Magdalénien moyen et supérieur (19-14 ka cal. BP) : premier inventaire et perspectives, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 213-230.
- LEMOINE G.-M. (2007) – Bone Tools and Bone Technology: A Brief History, in C. Gates St-Pierre et R. B. Walker, *Bones as Tools: Current Methods and Interpretations in Worked Bone Studies*, Oxford, Archaeopress (BAR, International Series 1622), p. 9-22.
- LETOURNEUX C. (2003) – *Devinez qui est venu dîner à Brassempouy ? Approche taphonomique pour une interprétation archéozoologique des vestiges osseux de l'Aurignacien ancien de la grotte des Hyènes (Brassempouy, Landes)*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 424 p.
- LIOLIOS D. (1999) – *Variabilité et caractéristiques du travail des matières osseuses au début de l'Aurignacien : approche technologique et économique*, thèse de doctorat, université Paris X, Nanterre, 359 p.
- MALGARINI R. (2014) – *Les gisements magdaléniens dans le jura et les Alpes du Nord et leurs industries osseuses*, thèse de doctorat, université de Franche-Comté, Besançon, 2 vol., 464 et 179 p.
- MANCA L. (ce volume a) – La fracturation et la fragmentation des coquilles : une problématique partagée entre archéozoologie, taphonomie et technologie, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 43-53.
- MANCA L. (ce volume b) – L'emploi de la percussion directe diffuse et de la méthode de débitage par fracturation dans l'exploitation des coquilles. Exemples du Néolithique final et du Chalcolithique ancien de Sardaigne (Italie), in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 283-310.
- MURRAY C. (1982) – *L'industrie osseuse d'Auvergnier-Port. Étude techno-morphologique d'un outillage néolithique et reconstitutions expérimentales des techniques de travail*, mémoire de diplôme, École des hautes études en sciences sociales, Paris, 220 p.
- PÉTILLON J.-M., LETOURNEUX C. (2006) – Des gibiers, des armes... et des questions. Les pratiques cynégétiques du Magdalénien supérieur à Isturitz (Paléolithique), in I. Sidéra, P. Erikson et E. Villa (dir.), *La chasse. Pratiques sociales et symboliques*, actes du colloque (Nanterre, 9-11 juin 2005), Paris, De Broccard (Colloques de la Maison René-Ginouvès), p. 14-26.
- PÉTILLON J.-M., AVERBOUH A. (2012) – Le travail du bois de renne dans les couches badegouliennes, in J. Clottes, J.-P. Giraud et P. Chalard (dir.), *Solutrénien et Badegoulien au Cuzoul de Vers : des chasseurs de Renne en Quercy*, Liège, université de Liège (ERAUL, 131), p. 359-386.
- PÉTILLON J.-M., DUCASSE S. (2012) – From Flakes to Grooves: a Technical Shift in Antlerworking during the Last Glacial

- Maximum in Southwest France, *Journal of Human Evolution*, 62, 4, p. 435-465.
- RÉMY D. (2013) – *Caractérisation techno-économique d'industries en bois de cervidés du Badegoulien et du Magdalénien. Le cas du Rond-du-Barry (Haute-Loire) et de Rochereil (Dordogne)*, thèse de doctorat, université Montpellier 3 – Paul-Valéry, 358 p.
- RIGAUD A. (2004) – Débitage du bois de renne dans les couches badegouliennes de l'abri Fritsch (Indre, France), in D. Ramseier (dir.), *Matières et techniques*, Paris, Société préhistorique française (Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique, cahier XI : matières et techniques), p. 75-78.
- SOULIER M.-C., GOUTAS N., NORMAND C., LEGRAND A., WHITE R. (2014) – Regards croisés de l'archéozoologue et du technologue sur l'exploitation des ressources animales à l'Aurignacien archaïque : l'exemple d'Isturitz (Pyrénées-Atlantiques, France), in J. Jaubert, N. Fourment et P. Depaepe (dir.), *Transitions, ruptures et continuité en Préhistoire, 2. Paléolithique et Mésolithique*, actes du 27<sup>e</sup> Congrès préhistorique de France (Bordeaux et Les Eyzies, 31 mai-5 juin 2010), Paris, Société préhistorique française, p. 315-332.
- TARTAR É. (2012) – The Recognition of a New Type of Bone Tools in Early Aurignacian Assemblages: Implications for Understanding the Appearance of Osseous Technology in Europe, *Journal of Archaeological Science*, 39, p. 2348-2360.
- TEJERO J.-M. (2010) – *La explotación de las materias duras animales en el Paleolítico superior inicial. Una aproximación tecno-económica a las producciones óseas aurignacienses en la Península Ibérica*, thèse de doctorat, Universidad de Madrid, 2 vol., 463 et 295 p.
- TEJERO J.-M., CHRISTENSEN M., BODU P. (2011) – La fabricación de soportes en asta de cérvido en el Auriñaciense. Una aproximación experimental para la comprensión del procedimiento de hendido en asta de ciervo, in A. Morgado, J. Baena Preysler et D. García González (dir.), *La investigación experimental aplicada a la Arqueología*, actes du congrès international (Malaga, 26-28 novembre 2008), Grenade, Universidad de Granada, p. 213-223.
- TEJERO J.-M., CHRISTENSEN M., BODU P. (2012) – Red Deer Antler Technology and Early Modern Humans in Southeast Europe: an Experimental Study, *Journal of Archaeological Science*, 39, 2, p. 332-346.
- TREUILLOT J. (2016) – *À l'Est quoi de nouveau ? L'exploitation technique de l'élan en Russie centrale au cours de la transition entre pêcheurs-chasseurs-cueilleurs sans céramique (« Mésolithique récent ») et avec céramique (« Néolithique ancien »)*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 390 p.
- VERCOUTÈRE C. (2004) – *Utilisation de l'animal comme ressource de matières premières non-alimentaires : industrie osseuse et parure, exemple de l'abri Pataud (Dordogne, France)*, thèse de doctorat, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 266 p.

**Marianne CHRISTENSEN**

UMR 7041 ArScAn

Université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne

Ethnologie préhistorique

3, rue Michelet

F-75006 Paris

marianne.christensen@univ-paris1.fr

**Nejma GOUTAS**

UMR 7041 ArScAn

Ethnologie préhistorique

MAE, 21, allée de l'Université

F-92023 Nanterre cedex

nejma.goutas@cnsr.fr



« À coup d'éclats ! »

*La fracturation des matières osseuses en Préhistoire :  
discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*  
Actes de la séance de la Société préhistorique française de Paris (25 avril 2017)

Textes publiés sous la direction de  
Marianne CHRISTENSEN et Nejma GOUTAS  
Paris, Société préhistorique française, 2018  
(Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 23-42  
www.prehistoire.org  
ISSN : 2263-3847 – ISBN : 2-913745-2-913745-74-1

## La fracturation *lato sensu* de l'os et du bois de cervidé

### Un bref historique des recherches

Marianne CHRISTENSEN, Nejma GOUTAS, Céline BEMILLI, Aude CHEVALLIER,  
Jessica LACARRIÈRE, Charlotte LEDUC, Olivier BIGNON-LAU, Pierre BODU,  
Tiphanie CHICA-LEFORT, Bénédicte KHAN, Siegfried LÉGLISE, Romain MALGARINI,  
Élise TARTAR, José-Miguel TEJERO, Julien TREUILLOT et Catherine SCHWAB

---

**Résumé :** Le présent article propose un bilan historiographique des recherches sur la fracturation de deux matières dures d'origine animale depuis les premières interrogations concernant sa reconnaissance à partir des restes osseux au XIX<sup>e</sup> siècle, l'identification de son origine anthropique ou taphonomique au début du XX<sup>e</sup> siècle, jusqu'aux recherches ciblées sur ses objectifs, technique et/ou alimentaire, au début du XXI<sup>e</sup> siècle. Dans ce but, l'axe de recherche « Ressources animales : acquisition, transformation et utilisation » de l'équipe Ethnologie préhistorique (UMR 7041, ArScAn) a développé, à partir des années 2010-2011, une nouvelle dynamique de recherche sur la fracturation. Les travaux menés ont bénéficié des recherches antérieures, mais en s'inscrivant plus spécifiquement dans une optique très technique. Cet article est ainsi orienté vers l'exploitation technique de l'os et du bois de cervidé et la production de supports potentiels pour des outils dits « peu élaborés ». Mais s'intéresser à cet objectif amène nécessairement à poser la question de la fracturation d'origine alimentaire des os puisqu'on considère souvent qu'ils étaient avant tout cassés dans le but de récupérer la moelle contenue dans les diaphyses.

Ce sont les différentes facettes de la fracturation *sensu lato* de l'os et du bois animal qui sont traitées ici (la coquille, le bois végétal et l'ivoire sont présentés plus loin dans ce volume). Ce bilan ne prétend pas à l'exhaustivité car la profusion des documents est telle, depuis le XIX<sup>e</sup> siècle jusqu'à nos jours, qu'un seul ouvrage n'y aurait pas suffi.

**Mots-clés :** technologie osseuse, expérimentation, fracturation, taphonomie, archéozoologie, os, bois animal.

**Abstract :** This article proposes a historiographical overview of research carried out on the fracturing of hard animal materials (bone, antler). It covers the observations of fracturing on skeletal remains as early as the 19th century and the identification of its anthropic or taphonomic origins at the beginning of the 20th century. It also looks at the latest research focusing on specific technical and/or alimentary objectives at the beginning of the 21st century. From 2010-2011 the research team 'Ethnologie préhistorique' (UMR 7041, ArScAn) developed a new dynamic relating to the fracturing of hard animal materials within the general programme 'Ressources animales: acquisition, transformation et utilisation'. This research benefited from previous studies, with a specific attention to the technical perspective. This article thus focuses on the technical exploitation of bone and antler and the production of potential blanks used for the manufacturing of 'expedient' tools. But inevitably it is necessary to consider the use of bone fracturing for alimentary purposes since it is often thought that bones were primarily fractured to extract the marrow.

The different issues regarding the fracturing *sensu lato* of bone and antler are discussed here (other materials such as shell, wood and ivory are discussed elsewhere in this volume). We do not intend to be exhaustive because the abundance of publications, from the 19th century to the present, is so great that a single book would not be enough.

**Keywords:** osseous technology, experimentation, fracturing, taphonomy, archaeozoology, bone, antler.

---



## LES ASSEMBLAGES OSSEUX : APPROCHES TAPHONOMIQUE, ARCHÉOZOOLOGIQUE ET TECHNOLOGIQUE

### De l'identification de la fracturation de l'os...

Des ensembles fossiles constitués d'éclats et de fragments d'os associés à des pierres ont été observés dès les premiers temps de la Préhistoire et de nombreux travaux ont été menés, à partir de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle selon des problématiques diverses et sur des périodes chrono-culturelles variées. Dès cette époque, ces os fragmentés font émerger l'idée de l'origine anthropique de la fracturation et parfois les préhistoriens les mettent en relation tantôt avec la fabrication d'outils, tantôt avec la récupération de la moelle (voir Fosse, 1999 pour une synthèse détaillée). Édouard Lartet (Lartet, 1861, p. 199), par exemple, décrit dans l'article « Nouvelles recherches sur la coexistence de l'homme et des grands mammifères fossiles réputés » comment les « aborigènes » d'Aquitaine réduisaient les os longs de ruminants « en éclats au moyen d'un choc contondant d'un outil » afin d'en consommer la moelle. Il comparait cette façon aléatoire d'éclater les os avec celle, jugée plus structurée, de les fendre en deux dans le sens de leur longueur, tel que cela fut observé dans les *køkkenmøding*<sup>(1)</sup> danois, plus tardifs. Selon Édouard Lartet, cette différence de traitement serait fonction des outils utilisés par les différents groupes humains, indépendamment des caractéristiques des os exploités (anatomie, âge, espèce, etc.).

Il faut néanmoins attendre le XX<sup>e</sup> siècle pour que cette origine anthropique soit discutée à la lueur de travaux précurseurs en Europe dans un domaine qui sera plus tard nommé la taphonomie (cf. *infra*; Efremov, 1940). Plusieurs types d'agents peuvent en effet être responsables de cette fracturation-fragmentation : l'homme, les animaux ou d'autres phénomènes naturels. L'objectif poursuivi est alors l'identification de l'origine anthropique des éclats et fragments d'os retrouvés sur les sites préhistoriques, et leur distinction des autres fragments d'apparence similaire, mais résultant de phénomènes naturels biotiques ou abiotiques. On soulignera à ce titre, les travaux incontournables de Léon Henri-Martin : « La question est assez délicate, parce que nous nous trouvons en présence d'un travail humain ; mais l'étude des esquilles en place nous permet d'établir une différence entre un accident de fracture et un procédé volontaire de taille » (Henri-Martin, 1907, p. 436). Plus tard, l'abbé Henri Breuil précise, à propos de l'industrie osseuse peu élaborée de Choukoutien (Chine) : « Je me suis assuré, par l'absence d'impressions dentaires résultant de morsures, qu'il ne s'agissait pas du travail de l'hyène » (Breuil, 1932, p. 11). Dans ces mêmes années, un anthropologue suisse, Eugène Pittard (Pittard, 1935a et 1935b), s'interroge sur la signification des nombreuses dents inférieures de bovinés et de chevaux aux fûts cassés découverts sur le site Paléolithique moyen des « Rébières I ». Selon cet auteur, il s'agit indubitablement d'une fracturation anthropique volontaire,

mais la motivation qui la sous-tend reste inconnue : peut-être la fabrication d'éléments de jeu... Cette interprétation est révisée soixante ans plus tard par François Poplin, qui considère que la cassure des dents résulte en réalité de la fracturation des mandibules dans le but de récupérer la moelle (Poplin 1994 ; Costamagno, 1999).

### ... à la caractérisation de son objectif

Au cours de la seconde moitié du XX<sup>e</sup> siècle, l'objectif technique de l'exploitation anthropique de l'os est abordé à partir d'une double approche croisant réflexions taphonomiques et compréhension des mécanismes physiques de la fracturation des os (Bonnichsen, 1979). Une littérature considérable émerge concernant l'approche taphonomique des restes osseux et la définition de critères de diagnose permettant d'identifier l'origine de leur fracture (Lyman, 1994 ; Denys et Patou-Mathis, 2014). Pour les os longs, on cherche à définir ces caractéristiques en établissant une « typologie » des bords ou pans de fracture selon l'agent responsable (humains, animaux, etc.), l'état de fraîcheur (frais, sec, congelé, etc.), et la structure osseuse (voir *infra* l'encart de C. Bemilli : « Petit rappel de taphonomie »). L'étude des assemblages osseux donne alors lieu à une grande diversité de scénarios interprétatifs dans des contextes aussi divers que l'Amérique du Nord, l'Afrique de l'Est, ou l'Europe. Certains évoquent une fracturation anthropique intentionnelle (Delpech et Rigaud, 1974 ; Bonnichsen, 1979 ; Morlan, 1984 ; Blumenshine et Selvaggio, 1988 et 1991 ; Outram, 1998, etc.) ; d'autres des processus de fragmentation naturels ou accidentels (Myers *et al.*, 1980 ; Haynes, 1983 ; Thorson et Guthrie, 1984 ; Villa et Mahieu, 1991, etc.) ; et d'autres encore les altérations causées par les animaux prédateurs (Bunn 1983 ; Blumenshine, 1995 ; Blumenshine *et al.*, 1996 ; Villa et Bertram, 1996, etc.).

La volonté de poser des critères de reconnaissance fiables pour l'identification de l'action anthropique lors de la fracturation *sensu lato* des os est à l'origine du développement de nombreuses approches expérimentales. L'une des premières, celle de Hind Sadek-Kooros, au début des années 1970, visait à définir des critères permettant d'identifier l'origine anthropique des pans de fracture (Sadek-Kooros, 1972). Ce travail a posé les fondements méthodologiques qui ont servi par la suite à la constitution de référentiels actualistes de critères de diagnose sur l'origine, naturelle ou anthropique, des fractures en spirale (Bonnichsen, 1977 et 1979 ; Binford, 1981 ; Morlan, 1984 ; Thorson et Guthrie, 1984 ; Olson et Shipman, 1988 ; Todd et Rapson, 1988 ; Brugal et Defleur, 1989 ; Villa et Mahieu, 1991, etc.). Mais force est de constater que ces critères reposent souvent sur une description qui ne prend pas toujours en compte la structure de l'os (Letourneux, 2003). D'autres recherches, parfois récentes, ont concerné la caractérisation des stigmates d'impact comme les encoches, les enfoncements, les cupules et les pans (Blumenshine et Selvaggio, 1988 et 1991 ; Capaldo et Blumenshine, 1994 ; Pickering et Egeland, 2006 ; Galán *et al.*, 2009, etc.).

## PETIT RAPPEL DE TAPHONOMIE

### La caractérisation des altérations taphonomiques : fracturation vs fragmentation

Travailler sur la fracturation des matières osseuses requiert la prise en compte des recherches et des acquis en taphonomie, qui, dans le cadre des analyses archéozoologiques, a préoccupé les chercheurs depuis plusieurs décennies (Behrensmeyer et Hill, 1980 ; Lyman, 1994, etc.). Le terme de taphonomie a été proposé pour définir initialement l'étude (dans tous ses détails) de la transition des restes d'animaux de la biosphère vers la lithosphère par le paléontologue russe Ivan A. Efremov (Efremov, 1940). Il l'a ensuite étendu à l'ensemble de la biosphère, en y incorporant également les restes de plantes. Cette « science » des lois de l'enfouissement a donc pour but de démêler l'histoire d'un assemblage osseux, de son origine à sa découverte, lors de la fouille. Si depuis, ce terme a couramment été détourné de son sens originel, pour la description, par exemple, de processus liés à la formation des sites (Lyman, 2010), il est au contraire tout à fait légitime concernant les études des industries en matières dures d'origine animale.

De fait, l'analyse taphonomique préliminaire à tout examen sur les interventions anthropiques s'avère incontournable afin de bien évaluer d'une part, l'état de conservation d'un ensemble (ou assemblage) et d'autre part, l'origine des stigmates étudiés (Patou-Mathis, 1994 ; Costamagno *et al.*, 2008 ; Averbouh *et al.*, 2010 ; Thiébaud *et al.*, 2009 ; Denys et Patou-Mathis, 2014 ; Brugal *et al.*, 2017).

L'os et les autres matières dures d'origine animale sont des matériaux organiques assujettis à des processus de dégradations qui prennent place depuis la mort de l'animal – ou, dans le cas des bois ou des dents de laits, depuis leur chute. Cette dégradation se fait dans des proportions et selon un rythme qui dépendent de multiples facteurs, qu'ils soient intrinsèques à l'os (dont certains aspects varient d'une partie squelettique à l'autre) ou extrinsèques (actions climato-édaphiques et biologiques). La dégradation de la part organique de l'os et son remplacement par des minéraux caractérisent le processus de fossilisation qui dépend principalement de facteurs climatiques et édaphiques, qu'ils soient contemporains du dépôt ou post-dépositionnels (cf. Auguste, 1994). Ils participent à la fragmentation du matériel. Ces caractères extrinsèques sont définis selon deux groupes : les facteurs d'origine climato-édaphique et les facteurs d'origine biologique.

Les facteurs d'origine climato-édaphique génèrent des altérations de surfaces et contribuent à la dégradation, voire à la disparition des tissus osseux. La nature et la composition physico-chimique des sédiments encaissants peut avoir des répercussions dramatiques sur la matière osseuse jusqu'à la faire totalement disparaître. Des processus d'origine physico-chimique de type « concrétionnement, dissolution ou encore fissuration » peuvent également avoir, s'ils

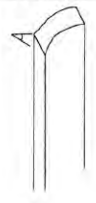
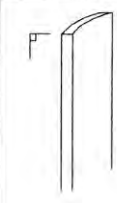
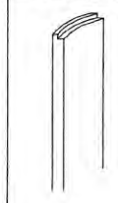


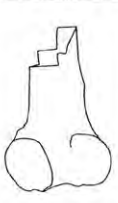
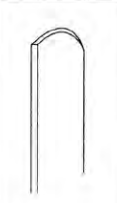
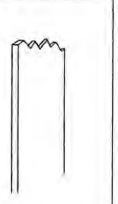
sont envahissants, des conséquences non négligeables sur la qualité de la lecture des surfaces osseuses.

L'une des principales actions climato-édaphiques est l'intempérisation (ou *weathering* : Brain, 1967 ; Behrensmeyer, 1978). Elle correspond au « processus dans lequel les composants organiques et inorganiques microscopiques d'un os sont séparés les uns des autres et détruits par des agents physiques et chimiques agissant *in situ*, soit à la surface, soit à l'intérieur du sol » (Behrensmeyer, 1978, cité par Auguste, 1994, p. 23). Elle s'observe sur la surface des ossements sur lesquels elle provoque des altérations de plus en plus marquées : desquamations, craquelures, fissures, etc. jusqu'à provoquer une fragmentation et enfin une dislocation naturelle de l'os. Cette fragmentation s'opère de manière constante selon l'organisation des cellules osseuses de chaque partie squelettique. Les études menées sur les os ont permis de constituer des référentiels et des descriptifs précis des pans de fractures associés à ce processus. Mais force est de constater qu'il n'en existe pas encore pour le bois animal.

L'alternance prononcée de cycles de gel-dégel est un autre type d'action qui affecte la surface de l'os en formant des fissures qui s'aggravent au fur et à mesure des cycles (Guadelli, 2008). Cette surface présente alors des caractéristiques macroscopiques comparables à celles provoquées par le *weathering* (Mallye *et al.*, 2009).

Les facteurs d'altération d'origine biologique sont quant à eux très divers et concernent probablement les six règnes qui divisent le monde vivant ! Ils se partagent néanmoins principalement entre les règnes végétal et animal. Les altérations d'origine végétale les plus fréquentes sont les vermiculations (résultant de la dissolution de l'os par les acides humiques des radicelles des herbacées), tandis que celles d'origine animales sont plus variées. Elles résultent de l'action à la fois chimique et mécanique de toutes les classes animales (rongeurs, insectes, mollusques, oiseaux, herbivores, carnivores, homme, etc.) et ont donné lieu à une littérature abondante et détaillée en ce qui concerne l'os (voir Miller, 1994). Les grands carnivores constituent ainsi les principaux pourvoyeurs de stigmates concurrençant l'action anthropique (Binford, 1981 ; Brain, 1981). Les traces de crocs ou de mâchonnement dues à ces animaux sont aisément identifiables, en revanche, les encoches et les fracturations qu'ils provoquent peuvent s'avérer très proches de celles faites par l'homme (Blumenshine et Selvaggio, 1991 ; Capaldo et Blumenshine, 1994 ; Galán *et al.*, 2009).

Il apparaît que la fragmentation, que nous réservons aux facteurs taphonomiques, et la fracturation (d'origine anthropique) de l'os peuvent procéder de phénomènes et d'agents hétérogènes. Toutefois, les types de fractures changent en fonction de l'état de l'os au moment de sa fracturation-fragmentation (frais ou sec) et du type de force exercée (dynamique ou statique). La densité des os est différente selon les taxons de même que leur composition minérale varie selon l'âge de l'animal, ce qui induit des propriétés structurelles et mécaniques différentes. Il en résulte des com-

Angle de la fracture			Profil de la fracture			Bord de la fracture	
Oblique	Droit	Variable	Transverse	Courbe	Intermédiaire	Lisse	Dentelé
							

**Fig. 1** – Description des critères de morphologie des fractures sur diaphyse, d’après la typologie de Paola Villa et Éric Mahieu (Villa et Mahieu, 1991).

**Fig. 1** – Description of the morphological criteria of diaphysis fracturing according to the typology of Paola Villa and Éric Mahieu (Villa and Mahieu, 1991).

portements différents lors de la fracturation (Marean, 1991), qui produisent des morphologies de fracture distinctes. Par exemple, les animaux de petite taille ou les jeunes présenteront plus de fractures en spirale que les animaux plus grands (Alhaique, 1997). Certains travaux ont, en revanche, mis en évidence l’absence de différences au niveau des fractures entre os cuits et non cuits (*ibid.*).

On doit à Paola Villa et Éric Mahieu (Villa et Mahieu, 1991), la mise en place de trois critères qualitatifs des pans de fractures, pour lesquels plusieurs variables sont observées. La morphologie des pans de fracture est, en effet, un critère important dans l’analyse puisqu’elle dépend directement du type de force exercée sur l’os ainsi que de son état au moment de sa rupture transversale ou longitudinale. Ces critères sont :

- l’angle, c’est à dire l’angle formé entre la surface externe de l’os et le bord de la fracture. Il peut être oblique, droit ou variable ;

- le profil, qui désigne l’orientation du pan de fracture par rapport à l’axe des fibres de l’os. Il peut être transverse, courbe ou intermédiaire. Le profil courbe par exemple correspond à ce que l’on nomme également fracture en spirale ou hélicoïdale ;

- le bord, qui renvoie à l’aspect du bord de la fracture. Il peut être défini comme dentelé ou lisse. Pour le bois animal, la caractérisation de cette surface de fracture est plus

délicate à lire, compte tenu du caractère moins élastique, plus fibreux de cette matière (voir Goutas *et al.*, ce volume).

Les fractures en « spirales » (angle oblique à variable, profil courbe et bord lisse) procèdent d’une force dynamique sur os frais, alors que les fractures en baguette ou en escalier (angle droit, profil transverse et bord dentelé) correspondent à des forces dynamiques sur os sec (Haynes, 1983 ; Villa et Mahieu, 1991 ; Bridault, 1994 ; Valensi, 1994). Il existe toutefois des phases intermédiaires qui ne sont pas aussi clairement définies.

C’est généralement l’analyse, au sein d’un échantillon statistiquement valide, de la morphologie de ces fractures qui permet d’orienter l’interprétation et le rattachement de ces fractures à un agent en particulier. C’est dans la continuité de ces analyses taphonomiques que les études sur la fracturation sur bois d’animal se placent, car force est de constater une absence quasi-totale de référentiels sur ce matériau. Si la « fracturation *lato sensu* » (c’est-à-dire d’origine anthropique, voir Goutas et Christensen, ce volume) commence seulement à être documentée, la morphologie des pans de fracture d’origine naturelle ne l’est, pour l’heure, que sur la base de déductions supposées logiques, et non établie sur des référentiels expérimentaux et paléontologiques.

**Céline BEMILLI**

Une fois identifiée l’origine anthropique de la fracturation apparaît la question de l’intention technique. C’est particulièrement le cas, dans les années 1970-1980, en Amérique du Nord où les archéozoologues s’intéressent à la reconnaissance des outils « expédients » (*e. g.* Bonnichsen, 1977 ; voir Lemoine, 2001 et 2007 pour une synthèse). En Europe, on évoque plus volontiers des outils « peu élaborés » et ce, dès le premier colloque sur l’industrie en os préhistorique où la question de l’identification de l’action anthropique technique à partir des restes d’os fracturés est clairement posée (Camps-Fabrer dir., 1974). En 1979, un groupe de travail est créé dans le cadre de la

Commission de nomenclature de l’industrie de l’os pré- et protohistorique, sur « l’outillage peu élaboré »<sup>(2)</sup>. Il est dirigé par le paléontologue Emiliano Aguirre et une jeune docteure en paléontologie humaine, Marylène Patou.

Plus tard, plusieurs tables-rondes sont organisées, centrées sur la distinction entre fracturation et fragmentation des os (Aguirre et Patou, 1985 et 1986 ; Patou-Mathis, 1994 ; Brugal, 1994 ; voir définitions dans Goutas et Christensen, ce volume). Il s’agit désormais de distinguer l’intention technique grâce aux critères descriptifs d’un stigmate principal, le pan de fracture, et de ses caractéristiques secondaires (bulbe, lancette, etc.), tout en prenant

en compte les états de surface et la fraîcheur du matériau (Christensen, 2016). Démontrer l'intention technique de la fracturation, c'est-à-dire la volonté de produire un support destiné à la fabrication d'un futur outil, implique de mettre en évidence une récurrence dans les façons de faire, la localisation sur l'os du support prélevé, et la morphologie des produits obtenus, etc.

En France, plusieurs groupes de recherche s'emparent progressivement de cette question de la fracturation. Le groupe ETTOS (Expérimentation, Technologie, Traces, Os), créé à l'initiative de Danièle Stordeur en 1983, explore notamment les techniques de percussion appliquées à l'os, en privilégiant des collaborations avec des technologues lithiciens, qui apportent alors leurs connaissances sur la fracturation/taille de la pierre (ETTOS, 1985). À la même époque, plusieurs expérimentations importantes sont aussi menées dans le cadre de recherches universitaires. On signalera ainsi les recherches doctorales de Curt Murray (Murray, 1982) sur les industries osseuses néolithiques d'Auvergnier-Port, et celles d'Anne Vincent (Vincent, 1993) qui, dès son mémoire de maîtrise en 1984, aborde ces questions pour le Paléolithique inférieur et moyen. Par la suite, on constate un certain désintérêt pour la fracturation en technologie osseuse, alors que les recherches continuent dans le domaine de l'archéozoologie, comme on le verra plus loin.

Les analyses technologiques des années 2000 apportent un nouvel élan aux recherches sur la fracturation grâce à l'étude détaillée de l'ensemble des composantes de l'industrie. Ce nouveau regard, plus global, sur la chaîne technique, permet de découvrir de nombreux produits de statuts variés (déchets, supports, outils bruts) présentant des pans de fracture. Ceci provoque un regain d'intérêt quant à la compréhension des modalités de transformation de la matière osseuse responsable de leur production : l'éclatement (par percussion diffuse directe ou percussion indirecte), le fendage (par percussion linéaire directe ou indirecte) ou la retouche en percussion diffuse. Dans ce contexte, l'os est d'abord délaissé au profit du bois animal car l'intention technique y est plus difficile à déterminer. En effet, la moelle contenue dans les os est une ressource alimentaire importante pour de nombreux groupes humains et la fracturation des os est, avant tout, expliquée par sa récupération. Ce n'est pas le cas pour le bois, dont la fracturation est considérée sous les deux angles : soit technique, soit taphonomique.

## LA FRACTURATION ANTHROPIQUE : OBJECTIFS ET APPROCHES

### La sphère alimentaire

La fracturation est une constante dans les ensembles de faune d'origine anthropique des sites du Pléistocène et les éclats et fragments d'os sont généralement mis en relation avec une pratique bouchère de récupération de la moelle, une fois les processus post-dépositionnels écartés (Enloe,

1993). Cependant, l'important potentiel nutritif des os varie en fonction de l'espèce et de la saison d'abattage (Binford, 1978; Speth et Spielmann, 1983; Morin, 2007; Leduc, 2010).

Un travail pionnier sur la fracturation de l'os a été effectué par Francine David sur la faune de la section 36 du site magdalénien de Pincevent (David, 1972). Par l'étude systématique de la fracturation des os de renne, elle met en évidence la production de modules d'os récurrents. Elle donne également une description très précise du point d'impact, qui se reconnaît par « ...la trace d'enlèvement d'une ou plusieurs écailles dans l'épaisseur de l'os sur la face médullaire », tandis que « la zone environnante se fend ou se casse en esquilles plus ou moins stéréotypées de taille variable... » (David, 1972, p. 305).

D'autres travaux ont permis, depuis, de renouveler les connaissances sur la variabilité des comportements humains concernant la fracturation alimentaire des os. Ces travaux sont particulièrement féconds pour la deuxième partie du Paléolithique supérieur (Villa et Mahieu, 1991; Delpech et Villa, 1993; Costamagno, 1999; Castel, 1999; Mateos Cachorro, 2000-2001 et 2005; Müller, 2013, etc.). Ces recherches et d'autres plus récentes ont permis de dégager des récurrences significatives dans les pratiques bouchères, éclairées par les données ethnographiques qui illustrent la grande variabilité des comportements relevant à la fois des domaines culturels, techniques, et environnementaux. Concrètement, on a pu observer des façons différentes d'extraire la moelle ou de confectionner des bouillons gras, etc. (voir aussi Enloe, 1993; David et Farizy, 1994; Costamagno, 1999 et 2013; Outram, 2001 et 2005; Stiner, 2003; Costamagno et Rigaud, 2014; Manne, 2014; Soulier *et al.*, 2014; Chevallier, 2015; Lacarrière, 2015; Morin et Soulier, 2017). Concernant les traces d'impact, un récent article « La fracturation osseuse : du fait technique à l'essai d'interprétation sociétale. L'exemple de l'antilope saïga du gisement magdalénien de Saint-Germain-la-Rivière (Gironde) » (Masset *et al.*, 2016) démontre qu'il existe des zones récurrentes de percussion témoignant de choix préférentiels selon l'anatomie et la structure de l'os. La place laissée au hasard est alors très restreinte. Ainsi des traces d'impacts répétées et proches peuvent témoigner « de l'acharnement »; ce dernier pose la question d'une mauvaise « ...maîtrise du geste et pourrait évoquer des os fracturés par des novices » (Masset *et al.*, 2016, p. 708).

Les notions de savoir-faire et d'apprentissage sont également évoquées pour des périodes plus anciennes. Ainsi, sur deux sites espagnols du Pléistocène moyen (Gran Dolina TD10-1 et grotte de Bolomor), la position des points d'impact sur des zones spécifiques des os est expliquée par des comportements récurrents. Les auteurs mettent ainsi en relation la durée ou la régularité des séjours et le temps nécessaire à l'apprentissage de la fracturation (Blasco *et al.*, 2013). Ces conclusions très intéressantes sur les comportements humains demanderont toutefois à être démontrées sur des cas plus nombreux et en tenant compte des différents paramètres intervenants lors de la fracturation des os (Masset *et al.*, 2016).

## La sphère technique et l'outillage peu élaboré

Le débat sur l'outillage osseux peu élaboré s'installe dans les échanges scientifiques dès la fin du XIX<sup>e</sup> siècle (voir Fosse, 1999 pour une présentation détaillée). Suite aux observations systématiques de Léon Henri-Martin sur des éclats d'os de la Quina (Charente), les préhistoriens vont rechercher, parmi les restes de faune, ces outils dits « de fortune », peu normés, souvent bruts de débitage, et identifiables seulement à partir de leurs traces d'utilisation. Cet auteur est aussi le premier à procéder à une reconstitution expérimentale de l'éclatement d'os longs d'équidés « [...] afin de rechercher les conditions de fractures » (Henri-Martin, 1910, p. 299). À la suite de ces premiers travaux, plusieurs « cultures osseuses » préhistoriques (Vincent, 1988, p. 185) ont été définies au cours du temps, mais leurs composantes ne résistent pas à l'analyse taphonomique détaillée. Aussi toutes ces « cultures » ont-elles finalement été réfutées *a posteriori*. C'est le cas du « Alpine Paläolithikum » ou de la « Wildkirchli-Kultur », proposés par Emil Bächler dans les années 1910, de la « protolithische Knochenkultur » d'Oswald Menghin, vingt ans plus tard, ou encore de l'industrie « ostéodontokeratique » identifiée par Raymond Dart dès les années 1920 (publiée plus tard), et de celle des sinanthropes de Choukoutien défendue par l'abbé Henri Breuil dans les années 1930, pour ne mentionner que les plus connues (voir Patou-Mathis, 1999 pour une liste détaillée). S'agissant d'éclats osseux généralement utilisés tels quels, sans façonnage préalable ou avec un façonnage très restreint par retouche, ce sont souvent leurs traces d'utilisation et parfois une certaine récurrence morphologique qui permettent de les identifier, et de les différencier des autres éclats ou fragments. C'est donc le tri minutieux des restes de faune qui a permis de découvrir une part non négligeable de l'industrie osseuse (Tartar, 2009). Cette partie de l'équipement, jusqu'alors peu reconnue par les préhistoriens (technologues ou archéozoologues), a profondément modifié notre perception de certains ensembles archéologiques, car elle s'avère être parfois la composante dominante des industries (Tartar, 2012). D'autres outils en os, très anciens et très rares, sont plus faciles à identifier car ils présentent une morphologie et des caractéristiques techniques déjà connues, tels que les bifaces en os, notamment d'éléphantidés, trouvés à partir des années 1980 sur plusieurs sites italiens du Paléolithique inférieur (Biddittu et Segre, 1982; Villa, 1991; Gaudzinski *et al.*, 2005).

Les outils en os, bruts ou peu transformés, sont de plus en plus pris en compte, comme en témoignent de nombreux articles publiés ces dernières années présentant des analyses interdisciplinaires et des reconstitutions expérimentales d'outils, souvent des retouchoirs. Ces petits percuteurs en os ont en effet bénéficié d'un regain d'intérêt<sup>(3)</sup>, en raison de leur valeur informative sur la gestion de l'outillage lithique. Mais seul l'outil et sa partie active sont minutieusement étudiés. Les stigmates techniques, dont les pans de fracture observés sur les bords des supports sont rarement confrontés aux traces d'origine tapho-

nomique. En fait, les déchets issus de la production par fracturation de l'ensemble des outils peu élaborés restent encore peu étudiés, alors même qu'ils pourraient fournir de précieuses informations sur la variabilité diachronique des comportements humains en matière de fracturation des matières osseuses. Ce travail, difficile et dispendieux en temps, est pourtant le seul moyen de dépasser l'anecdote scientifique pour tendre à une compréhension globale des systèmes économiques préhistoriques. Malgré de nombreux référentiels sur les pans de fracture (cf. *supra*), il est encore difficile de distinguer la fracturation d'os destinée à récupérer la moelle, de celle, technique, destinée à produire un support, ce qui rend difficile la distinction entre support-éclat et éclat-déchet (Tartar, 2009). L'identification d'un débitage par éclatement technique, c'est-à-dire la production de supports de morphologie déterminée, ne peut se faire que par la comparaison systématique des produits choisis pour les industries et des produits abandonnés sans modification : morphologie, dimensions, régularité des stigmates d'impact, nombre, localisation, etc. Malheureusement, les besoins en supports d'outils n'ont pas été nécessairement anticipés au moment de la fracturation des os, et certains outils sont fabriqués sur des éclats choisis postérieurement parmi les restes de boucherie restés à disposition, selon les critères morpho-techniques de l'outil souhaité, comme la forme, l'épaisseur, l'état de fraîcheur, la dimension, etc. (Mozota Holgueras, 2009; Costamagno *et al.*, 2018). Discriminer les différentes intentions (sélection opportuniste parmi les éclats-déchets ou production intentionnelle de supports-éclats) nécessite en fait un regard croisé entre les données archéozoologiques et les données technologiques, dans une approche dite « globale » *sensu* Charlotte Leduc (Leduc, 2010). Lorsque ce type d'approche est tenté, les deux objectifs, alimentaire et technique, ont souvent tendance à se rejoindre (*e. g.* Yesner et Bonnichsen, 1979; Lyman, 1984; Castel *et al.*, 1998; Liolios, 1999; Treuillot, 2016; Christensen et Legoupil, 2016; Bignon-Lau *et al.*, ce volume; Christensen, Legoupil *et al.*, ce volume, etc.). Cependant, l'obtention de supports par un débitage « de première intention technique » est rarement démontrée, et les quelques cas qui l'évoquent plus ou moins directement (Mozota Holgueras, 2012; Abrams *et al.*, 2014; Soulier, 2014) demandent à être solidement démontrés.

## Entre alimentaire et technique : des approches expérimentales nécessaires

Les programmes expérimentaux menés sur la fracturation des os ont souvent été centrés sur les points de frappe ou les pans de fracture (cf. *supra*). En 2006, le programme collectif de recherche (PCR) « Des traces et des hommes » de Céline Thiébaud propose plusieurs thèmes de recherches entrecroisés sur la question de la fracturation et l'identification et l'utilisation des produits obtenus (Thiébaud *et al.*, 2007 et 2009). Un axe coordonné par Magali Gerbe concerne la « caractérisation des activités de fracturation de l'os ». Il est principalement

centré sur des objectifs alimentaires, mais des observations sont également réalisées sur le rôle de l'état des os (frais ou congelés) au moment de la fracturation et le lien entre l'anatomie de l'os et la position des impacts. Ce programme se trouve à l'interface avec un autre axe de recherche orienté sur les « retouchoirs et autres os à impressions et éraillures » coordonné par Jean-Baptiste Mallye et Vincent Mourre. Ces recherches ont aussi été discutées dans le cadre de l'axe de recherche PROMDA (Apparition et diffusion des inventions techniques au sein des productions en matières dures animales, du Paléolithique à la fin du Néolithique) et du GDRE PREHISTOS (*Prehistoric exploitation of osseous materials*), créés en 2007 et dirigé par Aline Averbouh au sein de l'UMR 6636 LAMPEA à Aix-en Provence.

Des tests exploratoires de fracturation, surtout d'os longs, sont aussi effectués lors des sessions de l'école thématique du CNRS TECHNOS (Technologie de la matière osseuse travaillée en Préhistoire, coordination Aline Averbouh et Marianne Christensen), de 2003 à 2012. Une partie des travaux pratiques est alors consacrée à la fracturation de l'os, et vise à tester différents procédés et outils afin de rendre compte de la grande variabilité morphologique des éclats et des fragments obtenus, mais aussi des pans de fracture. Ce lieu de partage des connaissances, où de nombreuses expérimentations ont été réalisées, a été un laboratoire très structurant pour le renouvellement des connaissances sur la fracturation des matières osseuses<sup>(4)</sup>. Il a permis, notamment, de constituer une « ostéo-technothèque » enregistrée dans une base de données consultable sur demande, et bientôt en ligne via le portail de l'UFR 03 de l'université de Paris 1 – Panthéon-Sorbonne.

Ces travaux expérimentaux, individuels ou collectifs, ont concerné principalement l'éclatement transversal des ossements, en particulier des os longs. Parmi ceux-ci, les métapodes qui, par leur rectitude, leur longueur, leur régularité et leur structure, représentent des blocs de matière première très prisés par les chasseurs-cueilleurs du Paléolithique supérieur (Goutas, 2004; Tartar, 2009 et 2015); par les groupes agropastoraux du Néolithique (Maigrot, 2003; Le Dosseur, 2006); ainsi que par les sociétés urbanisées gallo-romaines ou médiévales (Rodet-Belarbi, 2018; Chaoui-Derieux et Goret, 2018). Le débitage des métapodes fait souvent l'objet d'une organisation très normée, en particulier sur les sites mésolithiques (David, 1998; Zhilin, 2001; Leduc, 2010 et 2013; Luik et Piliciauskiene, 2016; Treuillot, 2016), ainsi que chez les Indiens d'Amérique (Yesner et Bonnichsen, 1979; Gates St-Pierre et Boisvert, 2015; Gates St-Pierre *et al.*, 2016; Christensen, Legoupil *et al.*, ce volume).

Les expérimentations sur métapodes ont souvent été centrées sur les périodes post-paléolithiques et avaient pour objectif de tester la partition longitudinale de l'os, le plus souvent depuis les faces crâniale et caudale, en association avec l'installation préalable de lignes de faiblesse par rainurage ou sciage (Camps-Fabrer et d'Anna, 1977; Newcomer, 1977; Murray, 1977; Campana, 1987; David et Johansen, 1997; Choi, 1999,

etc.). La fracture longitudinale seule, depuis les faces latérale et médiale, a été testée sur métapodes de cerf par Éva David (David, 1998) et Julien Treuillot (Treuillot, 2016), dans le cadre de leurs recherches sur le Mésolithique d'Europe de l'Est. Pour effectuer le débitage longitudinal latéral, plusieurs procédés peuvent être mis en œuvre. Lors d'expérimentations, Éva David a ainsi privilégié le recours à des éclats de silex en percussion indirecte, tandis que Julien Treuillot testait, tour à tour, un éclatement par percussion diffuse directe avec un galet, puis par percussion tranchante indirecte avec une hache polie. Ces débitages expérimentaux ont permis d'illustrer la variabilité des stigmates associés aux techniques de fracture (*sensu* Christensen, 2015), en fonction du mode de percussion et des outils employés (voir notamment Treuillot, ce volume; Goutas et Christensen *et al.*, ce volume). Différents procédés de partition longitudinale des métapodes de cerf ont aussi été testés chaque année depuis 2013, dans le cadre du stage de master de l'université Paris 1 (« Transformation des matières dures animales : pratiques et théories »). L'objectif était de tester certains procédés de débitage par partition longitudinale à partir des différentes faces de l'os tels qu'identifiés sur des restes fauniques et d'industrie (sur métapodes) des indiens de Patagonie australe (Christensen, 2016).

### **Dialogue entre archéozoologues et technologues : vers une approche globale de la fracturation**

Étudier l'interface entre systèmes alimentaires et techniques permet d'identifier les relations qui pourraient exister entre les activités de boucherie et la fabrication de l'équipement osseux, et de situer la place des différentes espèces exploitées au sein des systèmes économiques. Cette approche croisée, prenant en compte les restes de faune et d'industrie, commence à faire apparaître les objectifs différenciés de la fracturation des matières osseuses, alimentaires et techniques (Castel *et al.*, 1998; d'Errico et Laroulandie, 2000; Chiotti *et al.*, 2003; Vercoûtère, 2004; Chauvière et Fontana, 2005; Pétilion et Letourneux 2006; Fontana et Chauvière, 2009; Fontana *et al.*, 2009; Bignon-Lau et Christensen, 2009; Leduc, 2010; Goutas et Lacarrière, 2013; Soulier, 2013; Soulier *et al.*, 2014; Goutas et Lacarrière, 2018). Mais force est de constater que la synergie entre technologues de « l'os » et archéozoologues n'en est encore qu'à ses débuts et que les résultats obtenus répondent souvent, pour le moment à une juxtaposition d'éléments plus qu'à un réel dialogue. Faute de pouvoir parfaitement démêler les objectifs ou les choix techniques et/ou alimentaires, il est souvent difficile d'atteindre une réelle symbiose interprétative permettant la reconstitution d'une chaîne opératoire globale d'exploitation, avec ses moments de ruptures, à la fois temporelles et spatiales, selon les choix opérés.

Cette démarche conjointe de l'étude des ressources animales permettra une compréhension plus fine de la fracturation de l'os lorsque les critères d'analyse seront

mieux définis, à l'image des avancées fournies par l'étude de la fracturation *lato sensu* des bois de cervidés.

Finalement, la fracturation représente une constante chez les chasseurs-cueilleurs du Paléo-Mésolithique, et au-delà. Omniprésente, y compris sur des os aux cavités médullaires des plus réduites, elle est attestée tout au long du traitement des carcasses et répond probablement à des besoins alimentaires (récupération systématique de graisse et de moelle), à des impératifs climato-environnementaux exigeant une utilisation en combustible (Speth et Spielmann, 1983 ; Speth, 1991 ; Costamagno *et al.*, 2010), ou à des besoins techniques (Yesner et Bonnichsen, 1979).

### **LA FRACTURATION *SENSU LATO* DES BOIS DE CERVIDÉS : ENTRE TECHNIQUE ET TAPHONOMIE**

La production de supports en bois de cervidé par fracturation n'a été envisagée que très tardivement car les pans de fractures ont été longtemps attribués à des altérations strictement post-dépositionnelles. Pourtant, depuis quelques années, ce mode de transformation est devenu un sujet fréquent d'étude et de publication, notamment pour les séries badegouliennes ou aurignaciennes et, de façon plus générale, pour les industries osseuses ante-magdaléniennes.

Au Badegoulien, les travaux de Jacques Allain et d'André Rigaud sur le site de l'abri Fritsch (Indre), connu pour avoir livré des centaines d'éclats de bois de renne, ont été pionniers dans ce domaine. L'article de ces deux auteurs, publié au milieu des années 1970, a joué un rôle majeur dans la reconnaissance d'un procédé de fracturation du bois de cervidé par percussion. Toutefois, l'objectif de ce débitage par percussion diffuse directe sur enclume n'était pas de produire des éclats<sup>(6)</sup>, à l'image de la fracturation de l'os, mais de « dégager une longue lame de cortex » (Allain *et al.*, 1974, p. 67), procédé considéré par ces auteurs comme dispendieux en matière première, puisque réalisé « au prix d'un gaspillage considérable » (*ibid.*, p. 67). Dès cette époque, les éclats sont donc interprétés comme des déchets de fabrication. André Rigaud mène quelques années plus tard, en 1990, une reconstitution expérimentale de cette production d'un support par détachement d'éclats, présentée dans un film traitant plus généralement de la fabrication des pointes de sagaies au Paléolithique supérieur. Plus tard, en 2004, il publie un très court article, dans le n° 11 des *Cahiers de nomenclature de l'industrie de l'os préhistorique*, réaffirmant la spécificité de ce débitage. Des éclats identiques sont par la suite signalés dans d'autres contextes badegouliens à l'abri Casserole, au Petit Cloup Barrat, à Badegoule et au Jamblanc (Castel et Chauvière, 2007).

Une dizaine d'années plus tard, d'autres tests expérimentaux sont réalisés, dans le cadre de l'école thématique TECHNOS, par Aline Averbouh en collaboration

avec trois spécialistes de la pierre taillée : Miguel Biard, Pierre Bodu et Stéphane Renault (tests inédits). C'est ainsi que, entre 2003 et 2010, plusieurs tests de « fracturation » sont réalisés sur bois animal (voir Malgarini et Bodu, ce volume). Les procédés expérimentés ont été induits à partir des stigmates observés sur le mobilier archéologique badegoulien du site du Mont-Saint-Aubin à Oisy dans la Nièvre (Averbouh *in* Bodu et Sennée, 2001) et des premières observations faites à l'époque sur le matériel du Cuzoul-de-Vers (Lot) et qui seront publiés plus tard (Averbouh et Pétillon, 2011). Ces tests ont été réalisés sur des bois de renne de moyen ou gros module provenant d'élevages suédois, norvégiens et du sud-est français : les premiers, effectués par une percussion tranchante parallèle aux fibres du bois à l'aide d'un gros galet aménagé (environ 500 g), se sont révélés inefficaces ; d'autres, réalisés par percussion directe diffuse (percuteur d'environ 600 g), ont montré que le percuteur accroche difficilement le plan de frappe, lisse et généralement convexe, des perches ou des andouillers. Pour y remédier une petite préparation du plan de frappe a été réalisée par raclage ou par entaillage. Les derniers tests ont été effectués par percussion indirecte avec un nucléus utilisé en pièce intermédiaire et un morceau de buis comme percuteur (d'environ 350 g). Les éclats obtenus présentent les stigmates caractéristiques d'une fracture conchoïdale (bulbe, talon, lancettes) et les portions de perche ou d'andouiller obtenues présentent un aspect irrégulier avec une juxtaposition, ou parfois une superposition partielle de négatifs d'enlèvements.

Ainsi, les années 2000-2012 ont marqué un tournant dans l'analyse des industries badegouliennes. D'abord par la publication détaillée de la riche série du Cuzoul-de-Vers, constituée de plus de 1000 restes en bois de renne non façonnés, ayant bénéficié d'une lecture détaillée des stigmates techniques présents sur les éclats et autres produits (Averbouh et Pétillon, 2011 ; Pétillon et Averbouh, 2012 ; Pétillon et Ducasse, 2012). De plus, quelques remontages physiques ont pu être réalisés entre éclats permettant la reconstitution de certaines séquences des chaînes opératoires. Ces travaux ont permis de préciser la proposition issue des analyses du matériel de l'abri Fritsch (Allain *et al.*, 1974 ; Rigaud, 2004) : les éclats seraient des déchets de débitage et non pas l'objectif du débitage. Les supports obtenus par l'enlèvement de ces éclats sont nommés différemment selon les auteurs : « lames de cortex » (Allain *et al.*, 1974, p. 67), « rod » (Averbouh et Pétillon, 2011, p. 48), « bandes corticales » (Pétillon et Averbouh, 2012, p. 376), « bandes de tissu compact » (Pétillon *in* Ducasse *et al.*, 2014, p. 44) ou encore « splinter », terme défini comme suit : « [...] elongated elements with an approximately straight outline, a 20-30 mm width, a more or less semicircular cross-section » (Pétillon et Ducasse, 2012, p. 442). Bien que la traduction littérale du terme anglais *splinter* soit celle d'éclat (ou esquille), c'est une baguette que désignent ces auteurs, reprenant en cela le vocabulaire utilisé par les préhistoriens anglophones pour désigner le support produit par double rainurage longitudinal (comm. pers. Jean-Marc Pétillon ; Clark et

Thompson, 1953). Cette diversité des appellations illustre une réelle difficulté de dénomination de ce type de supports, qui ne sont à proprement parler ni des éclats, ni des baguettes *stricto sensu*, raison pour laquelle, nous proposons l'emploi du terme « éclat baguettaire » (voir Goutas et Christensen, ce volume). Quant aux éclats-déchets, ils sont désignés comme « des éclats de percussion liés au façonnage de la perche » (Ducasse *et al.*, 2014, p. 44).

Depuis ces premiers travaux, de nouvelles recherches doctorales sont venues enrichir nos connaissances sur la fracturation du bois de cervidé (Rémy, 2013 ; Malgarini, 2014 ; Lefebvre, 2016). Delphine Rémy s'interroge sur la possibilité d'une perdurance d'un débitage par fracturation *sensu lato* au Magdalénien, mais les contextes étudiés ne permettent pas de trancher. En effet, le Rond-du-Barry (Haute-Loire), fouillé dans les années 1920, a livré à la fois des niveaux badegouliens et magdaléniens, mais stratigraphiquement perturbés (Raynal *et al.*, 2014 ; Rémy, 2013). Romain Malgarini a identifié, dans des contextes magdaléniens jurassiens et nord-alpins, des industries osseuses qui contiennent des éléments marginaux intégrant un débitage par fracturation (Malgarini, 2014). Ce matériel issu de fouilles anciennes est détaillé dans le présent volume (Malgarini et Bodu, ce volume), ainsi que les pièces provenant de la fouille récente du gisement de plein air de Solutré « route de la Roche » (Lajoux *et al.*, 2016). Enfin, Alexandre Lefebvre a récemment étudié une série de pièces en bois de cerf provenant d'un niveau magdalénien supérieur de la grotte de Bora Gran (Catalogne), mettant en évidence différents procédés de « fracturation » (Lefebvre, 2016 ; Lefebvre et Pétilion, ce volume). À ces recherches, s'ajoute l'étude des séries magdaléniennes du Petit Cloup Barrat (Lot), où des éclats ont été signalés dans des niveaux attribués au Magdalénien inférieur, sans qu'il soit possible de resituer ces pièces dans un schéma d'exploitation globale des blocs (Chauvière *in* Ducasse *et al.*, 2011).

À l'Aurignacien, le recours à la percussion pour le débitage du bois de cervidé est aussi attesté mais, cette fois, par une percussion linéaire ou punctiforme indirecte. Dès les années 1990, Heidi Knecht (Knecht, 1993) l'évoque de façon théorique. Puis Despina Liolios lors de ses recherches doctorales, centrées principalement, sur les objets et supports de l'abri Geißenklösterle (Allemagne) et de l'abri Castanet (France), propose une reconstitution expérimentale du débitage aurignacien, menée en collaboration avec Claude Sestier. Son objectif est la production de baguettes par « refend » de tronçons de bois de cervidé (Liolios, 1999). Depuis, de nouvelles analyses ont été menées à la fois sur de nombreux déchets et objets de plusieurs séries espagnoles (Conde, Cierro, El Castillo, Covalejos, Cueva Morín et Labeko Cova et Reclau Viver), couplées à un protocole expérimental (Tejero, 2010 ; Tejero *et al.*, 2011, 2012 et ce volume). Cette reconstitution du procédé aurignacien de fendage a été un point de départ important dans la caractérisation des pans de fractures longitudinaux sur bois de cervidé (apparence, angles, délinéation, etc.), mais aussi une source d'inspiration pour d'autres expérimentations

réalisées dans divers contextes paléolithiques (Baumann et Maury, 2013 ; Goutas *et al.*, ce volume). Contrairement aux conclusions de Despina Liolios, il est démontré dans ces travaux que la morphométrie des supports peut être contrôlée efficacement, à la fois en longueur, par le choix du bloc secondaire, mais aussi en largeur, par la position du point d'insertion de la pièce intermédiaire. Une autre caractéristique de ce débitage aurignacien tient à la quasi absence de formation de déchets lors des opérations de refend, permettant ainsi une exploitation presque complète des blocs de matière première. Les déchets sont alors limités aux andouillers et aux épois élagués au moment de la préparation du bloc secondaire, sous réserve qu'ils n'aient pas été transformés en pièces intermédiaires ou en manches (Tejero *et al.*, 2012). Ces résultats ont été confirmés sur des séries françaises comme celles de la Quina-Aval, l'abri Poisson et Isturitz, mais aussi italiennes, à Riparo Mochi (Tejero, 2014). Cependant, d'autres recherches menées sur les industries aurignaciennes de la grotte des Hyènes (Pétilion, à paraître), de l'abri Castanet et de Gatzarria (Tartar, 2012 et 2015), tendent à nuancer le caractère exclusif du refend dans le débitage du bois de cervidé à l'Aurignacien. Un autre procédé de débitage impliquant une autre technique de fracture, la percussion directe diffuse ou l'éclatement, a ainsi été identifié pour la production d'éclats baguettaires à l'abri Castanet, mais l'état de conservation du matériel ne permet pas sa caractérisation fine pour le moment (Tartar, ce volume).

Pour le Gravettien, les recherches de Nejma Goutas, initiées au début des années 2000 sur des sites français, ont permis de caractériser trois procédés de production de baguettes *lato sensu* sur bois de cervidé, intégrant principalement un schéma de transformation par extraction. Outre le classique double rainurage longitudinal, les deux autres sont inédits pour ces contextes et font appel, partiellement ou totalement, à la percussion linéaire indirecte (fendage), à l'aide de pièces intermédiaires en matières osseuses, vraisemblablement en bois de cervidé (Goutas, 2003 et 2004). Il s'agit de procédés de tronçonnage-fendage et de tronçonnage-rainurage-fendage, qui se substituent désormais aux termes anciens de « refend » (initialement défini pour le procédé aurignacien de débitage) et de « rainurage-fendage », employés dans les publications antérieures et sujets à confusions (Goutas, 2004). En effet, le terme de « refend », tel qu'employé par Despina Liolios pour le matériel aurignacien se réfère à la fois à une méthode de débitage (la partition) et aux moyens de la mettre en œuvre (par une pression radiale ou une percussion indirecte). Or, si les groupes gravettiens utilisent comme ceux de l'Aurignacien la technique du fendage pour la production d'éclats baguettaires, ces derniers sont généralement beaucoup plus longs et plus larges, et offrent des morphologies et des sections différentes. Ceci tient principalement à des différences dans l'exploitation volumétrique du bloc. Sur les séries gravettiennes d'Europe occidentale, le recours au fendage a vocation, à quelques exceptions près, à prélever de manière sélective la portion désirée. Cette technique intègre donc ici un débitage qualifié de débitage par extraction de baguette qui génère la



formation de déchets de type « matrice d'extraction » aux pans de fracture parallèles, pour l'heure absents des séries aurignaciennes. Ces procédés sont désormais attestés dans différents contextes chronologiques et géographiques du Gravettien français (Goutas, 2004 et 2009; Flori, 2013; Prade, 2016; synthèse bibliographique *in* Goutas et Christensen, ce volume).

Depuis 2007, des débitages relevant de la fracturation *sensu lato* sont aussi identifiés dans des sites gravettiens de la République tchèque (Pavlov 1), et depuis 2015, de Roumanie (Poiania Cireşului-Piatra Nemt, direction Elena-Cristina Nitu et Marin Cârciumar). En 2008, Nejma Goutas et Michaela Rašková Zelinková ont exploré expérimentalement des procédés d'extraction et de bipartition par fendage. Bien que peu concluants, ces expériences furent néanmoins utiles, notamment pour démontrer le caractère inapproprié d'un bois détrempe pour un débitage par fendage. En 2012, dans le cadre de TECHNOS d'autres tests expérimentaux de « tronçonnage-fendage » et de « tronçonnage-rainurage-fendage » ont été réalisés avec succès sur du bois de renne sec (voir Goutas *et al.*, ce volume).

Enfin, au Solutrén, le débitage par fracturation *lato sensu* des bois de cervidé est signalé dans de nombreux sites. Il est très tôt envisagé sous la forme d'un procédé de fendage à Laugerie-Haute (Peyrony et Peyrony, 1938). Celui-ci est également signalé dans les niveaux moyen et supérieur du site de Badegoule (Indre) où une série d'outils peu modifiés sur éclats pourrait relever d'un débitage faisant appel cette fois à la percussion diffuse (Cheynier, 1949). Des éclats similaires sont présents aussi à l'abri Fritsch (Rigaud, 2004). Ce type de débitage (fracturation *stricto sensu* ou production baguettaire<sup>(6)</sup> par percussion diffuse), bien que très peu caractérisé, est également observé de longue date sur des bois de cerf dans des contextes solutréens du Portugal, dans les grottes de Buraca Grande et à Caldeiro (cf. synthèse *in* Chauvière, 2002). Sophie André (André, 2000) évoque dans un mémoire de master un débitage par « fracturation » pour les sites de Badegoule et Jean-Blancs, sans toutefois le détailler, tandis qu'Assia Agoudjil dans ses mémoires universitaires (Agoudjil, 2004 et 2005) décrit des opérations de débitage du bois de cervidé par fracturation *stricto sensu* à Laugerie-Haute-Ouest, et par bipartition (par « rainurage-fendage ») au Roc-de-Sers. Enfin, en 2005, dans un article dédié à l'industrie osseuse solutréenne de l'abri des Harpons (Haute-Garonne), Cristina San Juan évoque aussi le recours à « [...] des techniques d'éclatement par percussion directe et indirecte et par flexion, autant pour détacher les andouillers de la perche que pour l'obtention de baguettes-support » (San Juan, 2005, p. 171).

D'autres informations sur la fracturation *sensu lato* du bois de cervidé par les groupes solutréens sont fournies par les recherches universitaires de Malvina Baumann (Baumann, 2007 et 2014), à partir de l'étude de séries anciennes de Laugerie-Haute, Badegoule, Roc de Sers et Fourneau du Diable. À partir de quelques dizaines de fragments et d'outils présentant des pans de fracture sur une face, est identifiée une percussion directe diffuse

(éclatement) sur tronçons de bois, procédé de débitage aboutissant à la division successive de blocs secondaires. Des expérimentations conduites en 2011, en collaboration avec Serge Maury (Baumann et Maury, 2013), soulignent le caractère contrôlable de ce type de débitage longitudinal de blocs osseux à l'aide de cette technique et contribuent à une meilleure caractérisation des stigmates produits (arrachement, fissure, écrasement, lèvres, etc.), quoique l'état de conservation du matériel archéologique rende la comparaison expérimentale difficile (Baumann, 2014, p. 385). Pour la même raison, il est difficile de distinguer les déchets des produits recherchés, et de reconstituer, en l'état actuel des connaissances, l'exploitation globale des bois (*ibid.*, p. 386).

## CONCLUSION

Cette synthèse, non exhaustive, souligne la richesse des travaux réalisés sur la fracturation *sensu lato* des matières osseuses depuis plus d'un siècle, et montre la grande diversité des approches, depuis son identification (d'origine anthropique ou naturelle) jusqu'aux tentatives d'interprétations de ses objectifs (alimentaires ou techniques). Si toutes les périodes de la Préhistoire sont concernées par ces questionnements qui sont souvent au cœur de la compréhension des assemblages osseux et des groupes humains qui les ont accumulés, on constate toutefois un déséquilibre entre nos connaissances sur la fracturation de l'os et celle du bois animal. Ce dernier n'est exploité qu'à partir du Paléolithique supérieur ancien, et dans un but clairement technique. L'hypothèse d'un usage alimentaire est en effet exclu puisque les bois ne contiennent pas de moelle et ne peuvent être consommés (sauf exception, comme par exemple en Chine où des bois de renne provenant de Sibérie sont utilisés à l'état de poudre pour leur vertu supposée aphrodisiaque – comm. pers. de Sandrine Costamagno).

Depuis les années 2000, le dialogue croissant entre archéozoologues et technologues de l'os a entraîné un foisonnement des problématiques et offert des avancées notables sur la fracturation-fragmentation, tandis que les aspects taphonomiques étaient, de leur côté, de mieux en mieux maîtrisés par les acteurs des deux disciplines. L'étude de la fracturation des restes osseux et du bois de cervidé a ainsi été peu à peu axée sur la distinction fondamentale entre les deux objectifs, alimentaire et technique, longtemps indissociés.

Les préhistoriens ont longtemps considérés que l'extraction par double rainurage longitudinal était, à quelques exceptions près, « LE » principal procédé pour la production de supports allongés de type baguette *sensu lato* (baguette vraie *vs* éclat baguettaire), toutes époques du Paléolithique supérieur confondues (voir Goutas et Christensen, ce volume). L'application systématique de l'approche technologique aux industries osseuses, depuis la fin de années 1990, a amené un nouveau regard sur les industries osseuses. Les études archéologiques et les

expérimentations ont permis d'importantes avancées sur le débitage des bois de cervidé mais aussi sur l'os au Paléolithique supérieur et au Mésolithique. Ces travaux montrent une variabilité insoupçonnée des débitages liés à une ou plusieurs techniques de fracture, renouvelant ainsi fondamentalement nos connaissances de ces industries et leurs différentes composantes. La lecture technologique de ces pans de fracture sur bois de cervidés et sur os a notamment montré que des pratiques techniques, en apparence peu significatives, présentaient en réalité un potentiel de questionnements socio-économiques majeurs.

**Remerciements :** Nous remercions ici Aline Averbouh, François-Xavier Chauvière et Jean-Marc Pétillon pour les informations, parfois inédites, qu'ils ont accepté de nous transmettre pour cet article ainsi que pour les échanges scientifiques partagés avec eux. Nos remerciements aussi à Sandrine Costamagno pour sa relecture des plus enrichissantes.

### NOTES

- (1) Amas coquiller en français.
- (2) L'expression « outillage peu élaboré » désigne un élément osseux dont l'aspect immédiat demeure celui de l'os initial, sur lequel on peut discerner des modifications simples révélées par l'analyse, provenant d'un choix ou d'une utilisation humaine (Aguirre et Patou, 1986). L'emploi de ce terme ne revêt donc en rien une appréciation de jugement

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABRAMS G., BELLO S. M., DI MODICA K., PIRSON S., BONJEAN D. (2014) – When Neanderthals Used Cave Bear (*Ursus spelaeus*) Remains: Bone Retouchers from Unit 5 of Scladina Cave (Belgium), *Quaternary International*, 326-327, p. 274-287.
- AGOUDJIL A. (2004) – *L'industrie en matières dures animales du site solutréen du Roc-de-Sers (Sers, Charente). Exploitation du bois de renne : contribution d'une approche technologique et typologique à la reconnaissance d'une période chronoculturelle*, mémoire de maîtrise, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 111 p.
- AGOUDJIL A. (2005) – *Essai de caractérisation des industries en matières dures animales solutréennes. Apport de l'étude du niveau solutréen moyen (couche H « à feuilles de laurier ») de Laugerie-Haute Ouest à la connaissance des modalités de débitage du bois de cervidé*, mémoire de DEA, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 62 p.
- AGUIRRE E., PATOU M. (1985) – *Outillage peu élaboré en os et bois de cervidés*, I, Treignes, Cédarc (Artefacts, 1), 62 p.
- AGUIRRE E., PATOU M. (1986) – *Outillage peu élaboré en os et en bois de cervidés*, III, Treignes, Cédarc (Artefacts, 3), 108 p.
- ALHAIQUE F. (1997) – Do Patterns of Bone Breakage Differ between Cooked and Uncooked Bones? An Experimental Approach, *Anthropozoologica*, 25-26, p. 49-55.
- sur les capacités cognitives des Néandertaliens, comme cela est parfois envisagé (Mozota Holgueras, 2012). Savoir admettre qu'au cours de la Préhistoire, la culture matérielle a connu des évolutions conceptuelles et techniques donnant lieu à des progrès dans les compétences acquises et dans les savoir-faire mis en œuvre par les groupes préhistoriques n'a pas pour corollaire une perception dépréciative des groupes prémodernes (voir Goutas et Christensen, ce volume).
- (3) Cet intérêt croissant s'illustre, depuis les années 2000, par une multiplication du nombre des publications consacrées à ces outils (voir détails in Bello *et al.*, 2013), notamment en comparaison avec les études dédiées aux percuteurs tendres organiques (par exemple Averbouh et Bodu, 2002; Baumann, 2014; Goutas, 2015). Cet accroissement tient cependant en grande part aux contextes chrono-culturels sur lesquels portent ces études (principalement le Paléolithique inférieur et moyen), et est porté par la recherche des « plus anciens outils » en matières osseuses.
  - (4) En parallèle, des tests de fracturation inédits de bois de cervidé étaient couramment menés au cours de ces sessions, depuis 2003, pour tenter de répondre à des problématiques en lien avec l'étude des industries badegouliennes, notamment des sites de Oisy (A. Averbouh, P. Bodu, M. Biard) et du Cuzoul-de-Vers (*ibid.*), mais aussi aurignaciennes (J.-M. Tejero, M. Christensen, P. Bodu) et gravettiennes (N. Goutas, P. Bodu, S. Hinguant).
  - (5) Un débitage par éclatement longitudinal, plus marginal en l'état de nos connaissances, est aussi évoqué pour ces contextes (Allain *et al.*, 1974).
  - (6) Voir définition in Goutas et Christensen, ce volume.
- ALLAIN J., FRITSCH R., RIGAUD A., TROTIGNON F. (1974) – Le débitage du bois de renne dans les niveaux à raclettes du Badegoulien de l'abri Fritsch et sa signification, in H. Camps-Fabrer (dir.), *Premier colloque international sur l'industrie de l'os dans la Préhistoire* (abbaye de Sénanque, 18-20 avril, 1974), Aix-en-Provence, université de Provence, p. 67-71.
- ANDRÉ S. (2000) – *L'industrie en matière dure animale solutréenne : un état de la question. Synthèse bibliographique et étude des gisements des Jean-Blancs et de Badegoule*, mémoire de maîtrise, université d'Aix-Marseille 1, 2 vol., 197 p. et 217 p.
- AUGUSTE P. (1994) – Actions climatique et édaphiques. Synthèse générale, in M. Patou-Mathis (dir.), *Outillage peu élaboré en os et en bois de cervidés*, IV, actes de la 6<sup>e</sup> Table ronde du Groupe de travail n° 1 sur l'industrie de l'os préhistorique (Paris, 11 septembre 1991), Treignes, Cédarc (Artefacts, 9), p. 17-27.
- AVERBOUH A., BODU P. (2002) – Fiche percuteur sur partie basilaire de bois de cervidé, in M. Patou-Mathis (dir.), *Compresseurs, percuteurs, retouchoirs*, Paris, Société préhistorique française (Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique, X), p. 117-131.
- AVERBOUH A., PÉTILLON J.-M. (2011) – Identification of 'Debitage by Fracturation' on Reindeer Antler: Case Study of the Badegoulian Levels at the Cuzoul de Vers (Lot, France), in

- J. Baron et B. Kufel-Diakowska (dir.), *Written in Bones, Studies on Technological and Social Contexts of Past Faunal Skeletal Remains*, actes des 7<sup>es</sup> Rencontres du Groupe de recherche sur le travail des matières osseuses (Wrocław, 7-11 septembre 2009), Wrocław, université de Wrocław, p. 41-52.
- AVERBOUH A., CHRISTENSEN M., LETOURNEUX C. (2010) – Taphonomie et technologie osseuse : une approche combinée et interactive illustrée par trois cas d'altération par dissolution de déchets de débitage en bois de renne, in C. Thiébaud, M.-P. Coumont et A. Averbough (dir.), *Mise en commun des approches en taphonomie = Sharing Taphonomic Approaches*, actes du 15<sup>e</sup> Congrès international de l'UISPP, atelier 16 (Lisbonne, 4-9 septembre 2006), Les Eyzies-de-Tayac, SAMRA (supplément à *Paleo*, 3), p. 65-74.
- BAUMANN M. (2007) – *Nouvelles observations sur l'industrie osseuse du Roc-de-Sers (Charente). Essai de caractérisation technologique d'un assemblage solutréen*, mémoire de master 2, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 2 vol., 58 et 54 p.
- BAUMANN M. (2014) – *À l'ombre des feuilles de Laurier, les équipements osseux solutréens du Sud-Ouest de la France. Apports et limites des collections anciennes*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 593 p.
- BAUMANN M., MAURY S. (2013) – Ideas no Longer Written in Antler, *Journal of Archaeological Science*, 40, 1, p. 601-614.
- BEHRENSMEYER A. K. (1978) – Taphonomic and Economic Information from Bone Weathering, *Paleobiology*, 4, 2, p. 150-162.
- BEHRENSMEYER A. K., HILL A. P. (1980) – *Fossils in the Making: Vertebrate Taphonomy and Paleocology*, Chicago, University of Chicago Press, 321 p.
- BELLO S. M., PARFITT S. A., DE GROOTE I., KENNAWAY G. (2013) – Investigating Experimental Knapping Damage on an Antler Hammer: a Pilot-Study Using High-Resolution Imaging and Analytical Techniques, *Journal of Archaeological Science*, 40, 12, p. 4528-4537.
- BIDDITTU L., SEGRE A. G. (1982) – Utilizzazione dell'osso nel Paleolitico inferiore italiano, in *Atti della XXIII Reunione Scientifica dell'Istituto italiano di Preistoria e Protostoria nel Lazio*, actes du colloque international (Florence, 7-9 mai 1980), Florence, Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, p. 89-105.
- BIGNON-LAU O., CHRISTENSEN M. (2009) – Exploitation des ressources animales : objectifs techniques et alimentaires, in M. Olive (dir.), *Étiolles. rapport triennal 2007-2009* inédit, ministère de la Culture, Paris, p. 56-84.
- BIGNON-LAU O., MALGARINI R., BONZOM-CHAPELLE S. (ce volume) – Fracturation osseuse *lato sensu* et intégration des chaînes opératoires alimentaire et non alimentaire : quelques exemples du Magdalénien supérieur, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 231-241.
- BINFORD L. R. (1978) – *Nunamiut Ethnoarchaeology*, New York, Academic Press (Studies in Archaeology, 5), 509 p.
- BINFORD L. R. (1981) – *Bones. Ancient Man and Modern Myths*, New York, Academic Press (Studies in Archaeology, 5), 320 p.
- BLASCO R., ROSELL J., DOMÍNGUEZ-RODRIGO M., LOZANO S., PASTÓ I., RIBA D., VAQUERO M., FERNÁNDEZ PERIS J., ARSUAGA J. L., BERMÚDEZ DE CASTRO J. M., CARBONELL E. (2013) – Learning by Heart: Cultural Patterns in the Faunal Processing Sequence during the Middle Pleistocene, *PLoS ONE*, 8, 2, doi: 10.1371/journal.pone.005586 [en ligne].
- BLUMENSHINE R. J. (1995) – Percussion Marks, Tooth Marks, and Experimental Determinations of the Timing of Hominid and Carnivore Access to Long Bones at FLK Zinjanthropus, Olduvai Gorge, Tanzania, *Journal of Human Evolution*, 1995, 29, 1, p. 21-51.
- BLUMENSHINE R. J., SELVAGGIO M. M. (1988) – Percussion Marks on Bone Surfaces as a New Diagnostic of Hominid Behaviour, *Nature*, 333, 6175, p. 763-765.
- BLUMENSHINE R. J., SELVAGGIO M. M. (1991) – On the Marks of Marrow Bone Processing by Hammerstones and Hyenas: their Anatomical Patterning and Archaeological Implications, in J. D. Clark (dir.), *Cultural Beginnings. Approaches to Understanding Early Hominid Life-Ways in the African Savannah*, Bonn, R. Habelt (Monographien des Römisch-Germanischen Zentralmuseums, 19), p. 17-32.
- BLUMENSHINE R. J., MAREAN C. W., CAPALDO S. D. (1996) – Blind Tests of Inter-Analyst Correspondence and Accuracy in the Identification of Cut Marks, Percussion Marks, and Carnivore Tooth Marks on Bone Surfaces, *Journal of Archaeological Science*, 23, 4, p. 493-507.
- BODU P., SENÉE A. (2001) – Le gisement « badegoulien » du Mont-Saint-Aubin à Oisy (Nièvre, 58), *Archéologie en Haut-Nivernais*, 19, p. 3-59.
- BONNICHSEN R. (1977) – Critical Arguments for Pleistocene Artefacts from the Old Crow Basin, Yukon: A Preliminary Statement, in L. A. Bryan (dir.), *Early Man in America from a Circum-Pacific Perspective*, actes du 13<sup>e</sup> Pacific Science Congress (Vancouver, 26-28 août 1975), Edmonton, University of Alberta (Occasional Papers of the Department of Anthropology, 1), p. 102-118.
- BONNICHSEN R. (1979) – *Pleistocene Bone Technology in the Beringian Refugium*, National Museum of Man, Mercury Service, Ottawa (Archaeological Survey of Canada, 89), 297 p.
- BRAIN C. K. (1967) – Bone Weathering and the Problem of Bone Pseudo-Tools, *South African Journal of Science*, 63, 3, p. 97-99.
- BRAIN C. K. (1981) – *The Hunters or the Hunted? An Introduction to African Cave Taphonomy*, Chicago, University of Chicago Press, 365 p.
- BREUIL H. (1932) – Le feu et l'industrie de pierre et d'os dans le gisement du Sinanthropus à Chou-Kou-Tien, *L'Anthropologie*, 42, p. 1-77.
- BRIDAULT A. (1994) – La fragmentation osseuse : modèle d'analyse pour les séries mésolithiques, in M. Patou-Mathis (dir.), *Outillage peu élaboré en os et en bois de cervidés*, IV, actes de la 6<sup>e</sup> Table ronde du Groupe de travail n° 1 sur l'industrie de l'os préhistorique (Paris, 11 septembre 1991), Treignes, Cédarc (Artefacts, 9), p. 155-166.

- BRUGAL J.-P. (1994) – Introduction générale à l'action de l'eau sur les ossements et les assemblages fossiles, in M. Patou-Mathis (dir.), *Outillage peu élaboré en os et en bois de cervidés*, IV, actes de la 6<sup>e</sup> Table ronde du Groupe de travail n° 1 sur l'industrie de l'os préhistorique (Paris, 11 septembre 1991), Treignes, Cédarc (Artefacts, 9), p. 121-129.
- BRUGAL J.-P. (2017) – *Taphonomies, ouvrage du Groupement de recherches 3591 « Taphonomie, Environnement et Archéologie »*, CNRS-INEE, Paris, Éditions des archives contemporaines (Sciences Archéologiques), 544 p.
- BRUGAL J.-P., DEFLEUR A. (1989) – Approche expérimentale de la fracturation des os des membres de grands mammifères, in M. Patou-Mathis, P. Cattelain et D. Ramseyer (dir.), *Outillage peu élaboré en os et bois de cervidés*, III, actes de la 4<sup>e</sup> Table ronde du Groupe de travail n° 1 sur l'industrie de l'os préhistorique (Treignes, 2-5 septembre 1986), Treignes, Cédarc (Artefacts, 7), p. 14-20.
- BUNN H. T. (1983) – Comparative Analysis of Modern Bone Assemblages from a San Hunter-Gatherer Camp in the Kalahari Desert, Botswana, and from a Spotted Hyena Den near Nairobi, Kenya, in J. Clutton-Brock et C. Grigson (dir.), *Animals and Archaeology*, 1. *Hunters and their Prey*, Oxford, Anthony Hands & David Walker (BAR, International Series 163), p. 143-148.
- CAMPANA D. V. (1987) – The Manufacture of Bone Tools in the Zagros and Levant, *MASCA Journal*, 4, 3, p. 110-123.
- CAMPS-FABRER H. (1974) – *Premier colloque international sur l'industrie de l'os dans la Préhistoire* (abbaye de Sénanque, 18-20 avril 1974), Aix-en-Provence, université de Provence, 232 p.
- CAMPS-FABRER H., D'ANNA A. (1977) – Fabrication expérimentale d'outils à partir de métapodes de mouton et de tibias de lapin, in H. Camps-Fabrer (dir.), *Méthodologie appliquée à l'industrie de l'os préhistorique*, actes du 2<sup>e</sup> Colloque international sur l'industrie de l'os dans la Préhistoire (abbaye de Sénanque, 9-12 juin, 1976), Paris, CNRS (Colloques internationaux, 568), p. 311-323.
- CAPALDO S. D., BLUMENSHINE R. J. (1994) – A Quantitative Diagnosis of Notches made by Hammerstone Percussion and Carnivore Gnawing on Bovid Long Bones, *American Antiquity*, 59, p. 724-748.
- CASTEL J.-C. (1999) – *Comportements de subsistance au Solutréen et au Badegoulien d'après les faunes de Combe Saunière (Dordogne) et du Cuzoul de Vers (Lot)*, thèse de troisième cycle, université Bordeaux 1, 619 p.
- CASTEL J.-C., LIOLIOS D., CHADELLE J.-P., GENESTE J.-M. (1998) – De l'alimentaire et du technique : la consommation du renne dans le Solutréen de la grotte de Combe-Saunière, in J.-P. Brugal, L. Meignen et M. Patou-Mathis (dir.), *Économie préhistorique : les comportements de subsistance au Paléolithique*, actes des Rencontres d'archéologie et d'histoire (Antibes, 23-25 octobre 1997), Antibes, APDCA, p. 433-450.
- CASTEL J.-C., CHAUVIÈRE F.-X. (2007) – Y a-t-il exploitation spécifique du renne au Badegoulien entre Charente et Quercy?, in S. Beyries et V. Vaté (dir.), *Les civilisations du renne d'hier et d'aujourd'hui : approches ethnohistoriques, archéologiques et anthropologiques*, actes des Rencontres d'archéologie et d'histoire (Antibes, 19-21 octobre 2006), Antibes, APDCA, p. 279-293.
- CHAOUÏ-DERIEUX D., GORET J.-F. (2018) – De la campagne à la ville : évolution de l'artisanat des matières dures animales au Moyen Âge d'après les données archéologiques et les sources écrites, in M. Christensen, N. Goutas et F.-X. Chauvière (dir.), *Os, bois, ivoire et corne : l'exploitation des matières dures d'origine animale*, Rennes, PUR (Artefact. Techniques, histoire et sciences humaines, 7), p. 95-106.
- CHAUVIÈRE F.-X. (2002) – Industries et parures sur matières dures animales du Paléolithique supérieur de la grotte de Caldeirão (Tomar, Portugal), *Revista Portuguesa de Arqueologia*, 5, 1, p. 5-28.
- CHAUVIÈRE F.-X., FONTANA L. (2005) – L'exploitation des rennes du Blot (Haute-Loire) : entre subsistance, technique et symbolique, in V. Dujardin (dir.), *Industrie osseuse et parure du Solutréen au Magdalénien en Europe*, actes de la table ronde sur le Paléolithique supérieur récent (Angoulême, 28-30 mars 2003), Paris, Société préhistorique française (Mémoire, 39), p. 137-147.
- CHEVALLIER A. (2015) – *Chasse et traitement des mammifères durant le Magdalénien et l'Azilien. La place particulière du cerf*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 743 p.
- CHEYNIER A. (1949) – *Badegoule, station solutréenne et proto-magdalénienne*, Paris, Masson (Archives de l'Institut de paléontologie humaine, 23), 230 p.
- CHIOTTI L., PATOU-MATHIS M., VERCOUTÈRE C. (2003) – Comportements techniques et de subsistance à l'Aurignacien ancien : la couche 11 de l'abri Pataud (Dordogne), *Gallia Préhistoire*, 45, p. 157-203.
- CHOÏ S. Y. (1999) – *Outillages en matière dure animale du Néolithique ancien au Chalcolithique dans le Midi de la France. Étude technique et morphologique*, thèse de doctorat, université Aix-Marseille 1, Aix-en-provence, 3 vol., 656 p.
- CHRISTENSEN M. (2015) – *L'exploitation des matières dures animales chez les chasseurs-cueilleurs : le cas des nomades marins de Patagonie et de Terre de Feu*, thèse d'habilitation à diriger des recherches, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 245 p.
- CHRISTENSEN M. (2016) – *L'industrie osseuse des chasseurs-cueilleurs : le cas des nomades marins de Patagonie et Terre de Feu*, Punta Arenas, Universidad de Magallanes (Colección poblamiento humano de Fuego-Patagonia), 308 p.
- CHRISTENSEN M., LEGOUPIL D. (2016) – Tecnología ósea en Patagonia austral : la cadena operativa del trabajo sobre huesos de guanaco en el sitio Offing 2 (Estrecho de Magallanes), in F. Mena (dir.), *Arqueología de la Patagonia, de mar a mar*, actes des 9<sup>es</sup> Journées de Patagonie (Coihayque, 20-25 octobre 2014), Santiago, Ñire Negro-CIEP, p. 155-165.
- CHRISTENSEN M., LEGOUPIL D., SAN ROMÁN M. (ce volume) – L'exploitation des métapodes d'artiodactyles par les nomades marins de Patagonie australe : le cas du site d'Offing, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 311-322.
- CLARK J. G. D., THOMPSON M. W. (1953) – The Groove and Splinter Technique of Working Antler in Upper Palaeolithic

- and Mesolithic Europe, *Proceedings of the Prehistoric Society*, 19, 2, p. 148-160.
- COSTAMAGNO S. (1999) – *Stratégies de chasse et fonction des sites au Magdalénien dans le Sud de la France*, thèse de doctorat, université Bordeaux 1, 760 p.
- COSTAMAGNO S. (2013) – Bone Grease Rendering in Mousterian Contexts: the Case of Noisetier Cave (Fréchet-Aure, Hautes-Pyrénées, France), in J. L. Clark et J. D. Speth (dir.), *Zooarchaeology and Modern Human Origins: Human Hunting Behavior during the Later Pleistocene, Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology*, Dordrecht et New York, Springer, (Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology Series), p. 209-225.
- COSTAMAGNO S., COCHARD D., FERRIÉ J. G., LAROULANDIE V., CAZALS N., LANGLAIS M., VALDEYRON N., DACHARY M., BARBAZA M., GALOP D., MARTIN H., PHILIBERT S. (2008) – Nouveaux milieux, nouveaux gibiers, nouveaux chasseurs ? Évolution des pratiques cynégétiques dans les Pyrénées du Tardiglaciaire au début du Postglaciaire, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 105, 1, p. 17-27.
- COSTAMAGNO S., RIGAUD J.-P. (2014) – L'exploitation de la graisse au Paléolithique, in S. Costamagno (dir.), *Histoire de l'alimentation humaine : entre choix et contraintes*, actes du 138<sup>e</sup> Congrès du CTHS (Rennes, 22-27 avril 2013), Paris, CTHS, p. 134-152.
- COSTAMAGNO S., THÉRY-PARISOT I., KUNTZ D., BON F., MENSAN R. (2010) – Impact taphonomique d'une combustion prolongée sur des ossements utilisés comme combustible, in I. Théry-Parisot, L. Chabal et S. Costamagno (dir.), *Taphonomie des résidus organiques brûlés et des structures de combustion en milieu archéologique*, actes de la table ronde (Valbonne, 27-29 mai 2008), Toulouse, PUM (*P@lethnologie*, 2), p. 173-187.
- COSTAMAGNO S., BOURGUIGNON L., SOULIER M.C., MEIGNEN L., BEAUVAL C., RENDU W., MUSSINI C., MANN A., MAUREILLE B. (2018) – Bone Retouchers and Site Function in the Quina Mousterian: the case of Les Pradelles (Marillac-le-Franc, France), in J.M. Hutson, A. García-Moreno, E. S. Noack, E. Turner, A. Villaluenga, S. Gaudzinski-Windheuser (dir.), *Retouching the Palaeolithic: Becoming Human and the Origins of Bone Tool Technology*, actes du colloque international (Hanovre, 21-24 octobre 2015), p. 165-196 [en ligne].
- DAVID É. (1998) – Étude technologique de l'industrie en matières dures animales du site mésolithique de Zamostje 2 : fouille 1991 (Russie), *Archéo-Situla*, 26, p. 5-62.
- DAVID É., JOHANSEN L. (1997) – *Maglemosian Barbed Points Made of Metapodials: Reconstructing the Chaine Operatoire by Experiments*, rapport scientifique d'étude expérimentale Haf 07/97, Centre expérimental, Lejre (Danemark) 39 p.
- DAVID F. (1972) – Annexe III. Témoins osseux, in A. Leroi-Gourhan et M. Brézillon (dir.), *Fouilles de Pincent : essai d'analyse ethnographique d'un habitat magdalénien (la section 36)*, Paris, CNRS (supplément à *Gallia Préhistoire*, 7), p. 295-320.
- DAVID F., FARIZY C. (1994) – Les vestiges osseux : étude archéozoologique, in C. Farizy, F. David et J. Jaubert (dir.), *Hommes et bisons du Paléolithique moyen à Mauran (Haute-Garonne)*, Paris, CNRS (supplément à *Gallia Préhistoire*, 30), p. 177-234.
- DELPECH F., RIGAUD J.-P. (1974) – Étude de la fragmentation et de la répartition des restes osseux dans un habitat paléolithique, in H. Camps-Fabrer (dir.), *Premier colloque international sur l'industrie de l'os dans la Préhistoire* (abbaye de Sénanque, 18-20 avril, 1974), Aix-en-Provence, université de Provence, p. 47-55.
- DELPECH F., VILLA P. (1993) – Activité de chasse et de boucherie dans la grotte des Églises, in J. Desse et F. Audouin-Rouze (dir.), *Exploitation des animaux sauvages à travers le temps*, actes des 13<sup>es</sup> Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes et du 4<sup>e</sup> Colloque de l'homme et l'animal (Antibes, 15-17 octobre 1992), Antibes, APDCA, Antibes, p. 79-102.
- DENYS C., PATOU-MATHIS M. (2014) – Histoire de la taphonomie et des concepts associés, in C. Denys et M. Patou-Mathis (dir.), *Manuel de Taphonomie*, Paris, Errance, p. 13-30.
- DUCASSE S., CASTEL J.-C., CHAUVIÈRE F.-X., LANGLAIS M., CAMUS H., MORALA A., TURQ A. (2011) – Le Quercy au cœur du Dernier Maximum Glaciaire : la couche 4 du Petit Cloup Barrat et la question de la transition badegoulo-magdalénienne, *Paleo*, 22, p. 101-154.
- DUCASSE S., PÉTILLON J.-M., RENARD C. (2014) – Le cadre radiométrique de la séquence solutréo-badegoulienne du Cuzoul de Vers (Lot) : lecture critique et compléments, *Paléo*, 25, p. 37-58.
- EFREMOV I. A. (1940) – Taphonomy: a New Branch of Paleontology, *Pan-American Geologist*, 74, p. 81-83.
- ENLOE J. G. (1993) – Ethnoarchaeology of Marrow Cracking: Implications for the Recognition of Prehistoric Subsistence Organization, in J. Hudson (dir.), *From Bones to Behavior: Ethnoarchaeological and Experimental Contributions to the Interpretation of Faunal Remains*, Carbondale, Southern Illinois University (Occasional Paper, 21), p. 82-97.
- D'ERRICO F., LAROULANDIE V. (2000) – Bone Technology at the Middle-Upper Palaeolithic Transition. The Case of the Worked Bone from Buran-Kaya III level C (Crimea, Ukraine), in J. Orschiedt et G. C. Weniger (dir.), *Neanderthals and Modern Humans. Discussing the Transition: Central and Eastern Europe from 50.000-30.000 BP*, Mettmann, Neanderthal Museum (Wissenschaftliche Schriften des Neanderthal Museums, 2), p. 227-239.
- ETTOS (1985) – Techniques de percussion appliquées au matériau osseux : premières expériences, *Cahiers de l'Euphrate*, 4, p. 373-381.
- FLORI L. (2013) – *Exploitation des matières dures d'origine animale au Gravettien récent. Exemple de la couche 3 de l'abri Pataud (Dordogne)*, mémoire de master, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 109 p.
- FONTANA L., CHAUVIÈRE F.-X. (2009) – The Total Exploitation of Reindeer at the Site of Les Petits Guinards: What's New about the Annual Cycle of Nomadism of Magdalenian Groups in the French Massif Central?, in L. Fontana, F.-X. Chauvière et A. Bridault (dir.), *In Search of Total Animal Exploitation: Case Studies from the Upper Palaeolithic and Mesolithic*, actes du 15<sup>e</sup> Congrès de l'UISPP (Lisbonne, 4-9 septembre 2006), Oxford, Archaeopress (BAR, International Series 2040), p. 101-111.
- FONTANA L., CHAUVIÈRE F.-X., BRIDAULT A. (2009) – Introduction, in L. Fontana, F.-X. Chauvière et A. Bridault (dir.), *In Search of Total Animal Exploitation: Case Studies from the*

- Upper Palaeolithic and Mesolithic*, actes du 15<sup>e</sup> Congrès de l'UISPP (Lisbonne, 4-9 septembre 2006), Oxford, Archaeopress (BAR, International Series 2040), p. 1-3.
- FOSSE P. (1999) – L'industrie osseuse au Paléolithique inférieur : approche historique et taphonomique, in M. Julien, A. Averbouh, D. Ramseyer, C. Bellier, D. Buisson, P. Catelain, M. Patou-Mathis et N. Provenzano (dir.), *Préhistoire d'os. Recueil d'études sur l'industrie osseuse préhistorique offert à Henriette Camps-Fabrer*, Aix-en-Provence, université de Provence (Publications de l'université de Provence), p. 59-72.
- GÁLÁN A. B., RODRIGUEZ S. J., DOMINGUEZ R. (2009) – A New Experimental Study on Percussion Marks and Notches and their Bearing on the Interpretation of Hammerstone-Broken Faunal Assemblages, *Journal of Archaeological Science*, 6, 3, p. 776-784.
- GATES ST-PIERRE C., BOISVERT M.-È. (2015) – L'industrie osseuse, in C. Chapdelaine (dir.), *Mailhot-Curran : un village iroquoien du XVI<sup>e</sup> siècle*, Montréal, Recherches amérindiennes au Québec (Paléo-Québec, 35), p. 261-290.
- GATES ST-PIERRE C., BOISVERT M.-È., CHAPDELAIN M. (2016) – L'étude des maisonnées iroquoiennes à travers l'analyse de leur industrie osseuse : le cas des Iroquoiens du Saint-Laurent de la région de Saint-Anicet, au Québec, in C. Chapdelaine, A. Burke et K. Gernigon (dir.), *L'archéologie des maisonnées : pour une approche comparative transatlantique*, actes du colloque international (Montréal, 24-25 octobre 2014), Toulouse, PUM (*P@lethnologie*, 8), p. 100-114.
- GAUDZINSKI S., TURNER E., ANZIDEI A. P., ÁLVAREZ-FERNÁNDEZ E., ARROYO-CABRALES J., CINQ-MARS J., DOBOSI V. T., HANNUS L. A., JOHNSON E., MÜNDEL S. C., SCHEER A., VILLA P. (2005) – The Use of Proboscidean Remains in Every Day Palaeolithic Life, *Quaternary International*, 126-128, p. 179-194.
- GOUTAS N. (2003) – Identification de deux procédés de débitage inédits du bois de cervidés dans les niveaux gravettiens de Laugerie-Haute Est et Ouest, *Paleo*, 15, p. 255-262.
- GOUTAS N. (2004) – *Caractérisation et évolution du Gravettien en France par l'approche techno-économique des industries en matières dures animales (étude de six gisements du Sud-Ouest)*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 680 p.
- GOUTAS N. (2009) – Réflexions sur une innovation technique gravettienne importante : le double rainurage, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 106, 3, p. 437-456.
- GOUTAS N. (2015) – From Stone Flaking to Grinding: Three Original Pavlovian Antler Tools from Moravia (Pavlov I, Czech Republic), *Quaternary International*, 359-360, p. 240-260.
- GOUTAS N., LACARRIÈRE J. (2013) – L'exploitation des cervidés dans le Gravettien d'Isturitz. Une approche archéozoologique et technologique des ressources animales: de leur acquisition à leur utilisation = The Cervids Exploitation in the Gravettian Levels of Isturitz Cave. An Archaeozoological and Technological Approach of Animal Resources: from their Acquisition to their Use, in C. de las Heras, J. A. Lasheras, Á. Arrizabalaga et M. de las Rasilla (dir.), *Pensado el gravetiense: nuevos datos para la región Cantábrica en su contexto peninsular y pirenaico = Rethinking the Gravettian: New Approaches for the Cantabrian Region in its Peninsular and Pyrenean Contexts*, Altamira, Museo nacional y Centro de investigación de Altamira, p. 565-592.
- GOUTAS N., LACARRIÈRE J. (2018) – Quelle place pour le Mammouth dans l'économie des Gravettiens d'Arcy-sur-Cure (Yonne, France) il y a environ 27000 ans cal. BP?, in S. Costamagno L. Gourichon, C. Dupont, O. Dutour, D. Vialou (dir.), *Animal symbolisé, animal exploité : du Paléolithique à la Protohistoire*, Paris, Édition électronique du CTHS (Actes des congrès des sociétés historiques et scientifiques), 2018, p. 28-69.
- GOUTAS N., BODU P., HINGUANT S., AVERBOUH A., CHRISTENSEN M. (ce volume) – La « production baguettaire » au Gravettien : étude de cas et discussions à partir de l'industrie en bois de cervidé de Laugerie-Haute (Dordogne, France), in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 139-180.
- GOUTAS N., CHRISTENSEN M. avec la collaboration de TARTAR E., MALGARINI R., TEJERO J.M., TREUILLOT J. (ce volume) – Extraction, partition, réduction ou fracturation? De quoi parlons-nous? Discussion sur la production de supports allongés (baguette, éclat baguettaire vs éclat), in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 55-97.
- GUADELLI J.-L. (2008) – La gélifraction des restes fauniques. Expérimentation et transfert au fossile, *Annales de Paléontologie*, 94, 3, p. 121-165.
- HAYNES G. (1983) – Frequencies of Spiral and Green-Bone Fractures on Ungulate Limb Bones in Modern Assemblages, *American Antiquity*, 48, 1, p. 102-114.
- HENRI-MARTIN L. (1907) – Similitude de certains os naturels et de quelques pièces osseuses préhistoriques, *Bulletin de la Société préhistorique de France*, 4, 8, p. 432-436.
- HENRI-MARTIN L. (1910) – La percussion osseuse et les esquilles qui en dérivent. Expérimentation, *Bulletin de la Société préhistorique de France*, 7, 5, p. 299-304.
- KNECHT H. (1993) – Split and Wedges: The Techniques and Technology of Early Aurignacian Antler Working, in H. Knecht, A. Pike-Tay et R. White (dir.), *Before Lascaux. The Complex Record of the Early Upper Palaeolithic*, Boca Raton (Flo.), CRC Press, p. 137-162.
- LACARRIÈRE J. (2015) – *Les ressources cynégétiques au Gravettien en France. Acquisition et modalités d'exploitation des animaux durant la phase d'instabilité précédant le Maximum Glaciaire*, thèse de doctorat, université Toulouse – Jean-Jaurès, 467 p.
- LAJOUX J.-B., MALGARINI R., BEMILLI C., BAYLE G. (2016) – Retour à Solutré Route de la Roche : fouille préventive d'un gisement de plein air magdalénien, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 113, 4, p. 824-828.
- LARTET É. (1861) – Nouvelles recherches sur la coexistence de l'homme et des grands mammifères fossiles réputés carac-

- téristique de la dernière période géologique, *Annales des sciences naturelles II. Zoologie*, 15, p. 177-253.
- LE DOSSEUR G. (2006) – *La néolithisation au Levant sud à travers l'exploitation des matières osseuses : étude techno-économique de onze séries d'industries osseuses du Natoufien au Néolithique précéramique B récent*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 884 p.
- LE DUC C. (2010) – *Acquisition et exploitation des ressources animales au Maglémiosien : essai de reconstitution des chaînes opératoires globales d'exploitation d'après l'analyse des vestiges osseux des sites de Mullerup et Lundby Mose (Sjælland, Danemark)*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 670 p.
- LE DUC C. (2012) – Ungulates Exploitation for Subsistence and Raw Material, during the Maglemose culture in Denmark: the Example of Mullerup site (Sarauw's Island) in Sjælland, *Danish Journal of Archaeology*, 1, 1, p. 62-81.
- LEFEBVRE A. (2016) – *Les stratégies d'adaptation des sociétés pyrénéennes entre 19-14 ka cal. BP. Étude biométrique et techno-économique comparée sur l'exploitation du bois de cerf et du bois de renne autour des Pyrénées au Magdalénien moyen et supérieur*, thèse de doctorat, université de Bordeaux, 416 p.
- LEFEBVRE A., PÉTILLON J.-M. (ce volume) – Techniques de fracture pour la production de supports en bois de cervidé au Magdalénien moyen et supérieur (19-14 ka cal. BP) : premier inventaire et perspectives, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 213-230.
- LEMOINE G. M. (2001) – Skeletal Technology in Context: An Optimistic Overview, in A. M. Choyke et L. Bartosiewicz (dir.), *Crafting Bone: Skeletal Technologies through Time and Space*, actes du 2<sup>e</sup> Colloque de l'ICAZ Worked Bone Research Group (Budapest, 31 août-5 septembre 1999), Oxford, Archaeopress (BAR, International Series 937), p. 1 - 8.
- LEMOINE G. M. (2007) – Bone Tools and Bone Technology: A Brief History, in C. Gates St-Pierre et R. B. Walker (dir.), *Bones as Tools: Current Methods and Interpretations in Worked Bone Studies*, Oxford, Archaeopress (BAR, International Series 1622), p. 9-22.
- LETOURNEUX C. (2003) – *Devinez qui est venu dîner à Brassempouy ? Approche taphonomique pour une interprétation archéozoologique des vestiges osseux de l'Aurignacien ancien de la grotte des Hyènes (Brassempouy, Landes)*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 424 p.
- LIOLIOS D. (1999) – *Variabilité et caractéristique du travail des matières osseuses au début de l'Aurignacien, approche technologique et économique*, thèse de doctorat, université Paris X, Nanterre, 360 p.
- LUIK H., PILIČIAUSKIENĖ G. (2016) – Bone Tools at the Neolithic sites of Sventoji, Lituanie : Raw Materials and Working Methods, in S. Vitezović (dir.), *Close to the Bone: Current Studies in Bone Technologies*, Belgrade, Institute of Archaeology, p. 188-200.
- LYMAN R. L. (1984) – Broken Bones, Bone Expediency, and Bone Pseudotools: Lessons from the Blast Zone around Mount St. Helens, Washington, *American Antiquity*, 49, 2, p. 315-333.
- LYMAN R. L. (1994) – *Vertebrate Taphonomy*, Cambridge, Cambridge University Press (Cambridge Manuals in Archaeology), 524 p.
- LYMAN R. L. (2010) – What Taphonomy Is, What it Isn't, and Why Taphonomists Should Care about the Difference, *Journal of Taphonomy*, 8, 1, p. 1-16.
- MAIGROT Y. (2003) – *Étude technologique et fonctionnelle de l'outillage en matières dures animales. La station 4 de Chalain (Néolithique final, Jura, France)*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 232 p.
- MALGARINI R. (2014) – *Les gisements magdaléniens dans le Jura et les Alpes du Nord et leurs industries osseuses*, thèse de doctorat, université de Franche-Comté, Besançon, 2 vol., 484 et 182 p.
- MALGARINI R., BODU P. (ce volume) – Des tests expérimentaux aux cas archéologiques : le débitage par percussion du bois de renne au Magdalénien moyen dans l'Est de la France, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 187-211.
- MALLYE J.-B., COSTAMAGNO S., LAROLANDIE V., BEAUVAL C. (2009) – Impacts des processus périglaciaires sur la préservation des ossements, *Les Nouvelles de l'archéologie*, 118, p. 26-31.
- MANNE T. (2014) – Early Upper Paleolithic Bone Processing and Insights into Small-Scale Storage of Fats at Vale Boi, Southern Iberia, *Journal of Archaeological Science*, 43, p. 111-123.
- MAREAN C. W. (1991) – Measuring the Post-Depositional Destruction of Bone in Archaeological Assemblage, *Journal of Archaeological Science*, 18, p. 677-694.
- MASSET C., COCHARD D., COSTAMAGNO S., LAROLANDIE V. (2016) – La fracturation osseuse : du fait technique à l'essai d'interprétation sociétale. L'exemple de l'antilope saïga du gisement magdalénien de Saint-Germain-la-Rivière (Gironde), *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 113, 4, p. 691-712.
- MATEOS CACHORRO A. (2001-2002) – Fracturation anthropique intentionnelle sur mandibules et phalanges dans le niveau VIII de la grotte de Las Caldas (Asturies, Espagne), *Préhistoire européenne*, 16-17, p. 255-270.
- MATEOS CACHORRO A. (2005) – Meat and Fat: Intensive Exploitation Strategies in the Upper Palaeolithic Approached from Bone Fracturing Analysis, in J. Mulville et A. K. Outram (dir.), *The Zooarchaeology of Fats, Oils, Milk and Dairying*, actes du 9<sup>e</sup> Colloque de l'ICAZ (Durham, 23-28 août 2002), Oxford, Oxbow Books, p. 150-159.
- MILLER S. J. (1994) – Biological Agents of Bone Modification, in M. Patou-Mathis (dir.), *Outillage peu élaboré en os et en bois de cervidés*, IV, actes de la 6<sup>e</sup> Table ronde du Groupe de travail n° 1 sur l'industrie de l'os préhistorique (Paris, 11 septembre 1991), Treignes, Cédarc (Artefacts, 9), p. 67-76.

- MORIN E. (2007) – Fat Composition and Nunamiut Decision-Making: a New Look at the Marrow and Bone Grease Indicators, *Journal of Archaeological Science*, 34, 1, p. 69-82.
- MORIN E., SOULIER M.-C. (2017) – New Criteria for the Archaeological Identification of Bone Grease Processing, *American Antiquity*, 82, 1, p. 96-122.
- MORLAN R. E. (1984) – Oxbow Bison Procurement as Seen from the Harder Site, Saskatchewan, *Journal of Archaeological Science*, 21, p. 757-777.
- MOZOTA HOLGUERAS M. (2009) – El utillaje óseo musteriense del nivel « D » de Axlor (Dima, Vizcaya): análisis de la cadena operativa, *Trabajos de Prehistoria*, 66, 1, p. 27-46.
- MOZOTA HOLGUERAS M. (2012) – *El hueso como materia prima: el utillaje óseo del final del Musteriense en el sector central del norte de la Península Ibérica*, thèse de doctorat, université de Cantabrie, Santander, 361 p.
- MÜLLER W. (2013) – *Le site magdalénien de Monruz 3. Acquisition, traitement et consommation des ressources animales*, Hauterive, office du Patrimoine et d'Archéologie de Neuchâtel (Archéologie neuchâteloise, 49), 309 p.
- MURRAY C. (1977) – Les techniques de débitage de métapodes de petits ruminants à Auvernier-Port, in H. Camps-Fabrer (dir.), *Méthodologie appliquée à l'industrie de l'os préhistorique*, actes du 2<sup>e</sup> Colloque international sur l'industrie de l'os dans la Préhistoire (abbaye de Sénanque, 9-12 juin, 1976), Paris, CNRS (Colloques internationaux, 568), p. 27-31.
- MURRAY C. (1982) – *L'industrie osseuse d'Auvernier-Port. Étude techno-morphologique d'un outillage néolithique et reconstitutions expérimentales des techniques de travail*, mémoire de diplôme, École des hautes études en sciences sociales, Paris, 220 p.
- MYERS T. P., VOORHIES M. R., CORNER R. G. (1980) – Spiral Fractures and Bone Pseudotools at Paleontological Sites, *American Antiquity*, 45, 3, p. 483-490.
- NEWCOMER M. H. (1977) – Experiments in Upper Palaeolithic Bone Work, in H. Camps-Fabrer (dir.), *Méthodologie appliquée à l'industrie de l'os préhistorique*, actes du 2<sup>e</sup> Colloque international sur l'industrie de l'os dans la Préhistoire (abbaye de Sénanque, 9-12 juin, 1976), Paris, CNRS (Colloques internationaux, 568), p. 293-301.
- OLSON S. L., SHIPMAN P. (1988) – Modification on Bone: Trampling versus Butchery, *Journal of Archaeological Science*, 15, p. 535-553.
- OUTRAM A. K. (1998) – *The Identification and Palaeoeconomic Context of Prehistoric Bone Marrow and Grease Exploitation*, thèse de doctorat, université de Durham, 443 p.
- OUTRAM A. K. (2001) – A New Approach to Identifying Bone Marrow and Grease Exploitation: Why the 'Indeterminate' Fragments Should not be Ignored, *Journal of Archaeological Science*, 28, 4, p. 401-410.
- OUTRAM A. K. (2005) – Distinguishing Bone Fat Exploitation from other Taphonomic Processes: What Caused the High Level of Bone Fragmentation at the Middle Neolithic Site of Ajvide, Gotland?, in J. Mulville et A. K. Outram (dir.), *The Zooarchaeology of Fats, Oils, Milk and Dairying*, actes du 9<sup>e</sup> Colloque de l'ICAZ (Durham, 23-28 août 2002), Oxford, Oxbow Books, p. 32-43.
- PATOU-MATHIS M. (1994) – *Outillage peu élaboré en os et en bois de cervidés*, IV, actes de la 6<sup>e</sup> Table ronde du Groupe de travail n° 1 sur l'industrie de l'os préhistorique (Paris, 11 septembre 1991), Treignes, Cédarc (Artefacts, 9), 232 p.
- PATOU-MATHIS M. (1999) – Les outils osseux du Paléolithique inférieur moyen. problèmes, méthodes et résultats préliminaires, in M. Julien, A. Averbouh, D. Ramseyer, C. Bellier, D. Buisson, P. Cattelain, M. Patou-Mathis et N. Provenzano (dir.), *Préhistoire d'os. Recueil d'études sur l'industrie osseuse préhistorique offert à Henriette Camps-Fabrer*, Aix-en-Provence, université de Provence (Publications de l'université de Provence), p. 49-57.
- PICKERING T. R., EGELAND C. P. (2006) – Experimental Patterns of Hammerstone Percussion Damage on Bones: Implications for Inferences of Carcass Processing by Humans, *Journal of Archaeological Science*, 33, 4, p. 459-469.
- PÉTILLON J.-M. (à paraître) – L'industrie en bois de cervidé de l'Aurignacien ancien de la grotte des Hyènes, in D. Henry-Gambier et F. Bon (dir.), *L'Aurignacien de la grotte des Hyènes (Brassempouy, Landes)*, 25 p.
- PÉTILLON J.-M., LETOURNEUX C. (2006) – Des gibiers, des armes... et des questions. Les pratiques cynégétiques du Magdalénien supérieur à Isturitz (Paléolithique), in I. Sidéra, P. Erikson et E. Villa (dir.), *La chasse. Pratiques sociales et symboliques*, actes du colloque (Nanterre, 9-11 juin 2005), Paris, De Brocard (Colloques de la Maison René-Ginouès), p. 14-26.
- PÉTILLON J.-M., AVERBOUH A. (2012) – Le travail du bois de renne dans les couches badegouliennes, in J. Clottes, J.-P. Giraud et P. Chalard (dir.), *Solutrénien et Badegoulien au Cuzoul de Vers : des chasseurs de Renne en Quercy*, Liège, université de Liège (ERAUL, 131), p. 359-386.
- PÉTILLON J.-M., DUCASSE S. (2012) – From Flakes to Grooves: A Technical Shift in Antlerworking during the Last Glacial Maximum in Southwest France, *Journal of Human Evolution*, 62, 4, p. 435-465.
- PEYRONY D., PEYRONY É (1938) – *Laugerie-Haute près des Eyzies (Dordogne)*, Paris, Masson (Archives de l'Institut de paléontologie humaine, 19), 86 p.
- PITTARD E. (1935a) – Dents de *Bos* intentionnellement fracturées (et sectionnées) de la période moustérienne provenant de la station « les Rebières 1 » (Dordogne), *Bulletin de la Société préhistorique de France*, 32, 11, p. 554-558.
- PITTARD E. (1935b) – Dents d'*Equus* intentionnellement brisées (et sectionnées) de la période moustérienne, provenant de la station : les Rebières I (Dordogne), in *XVI<sup>e</sup> Congrès international d'Anthropologie et d'archéologie préhistorique*, actes du colloque international (Bruxelles, 1-8 septembre 1935), p. 376-383.
- POPLIN F. (1994) – La faune d'Étiolles : milieu animal, milieu taphonomique, milieu humain, in Y. Taborin (dir.), *Environnements et habitats magdaléniens dans le centre du Bassin parisien*, Paris, MSH (Documents d'archéologie française, 43), p. 94-104.
- PRADE M. (2016) – *Analyse technologique de l'industrie en matières dures animales du niveau moyen de la grotte de la Ferrassie (Dordogne)*, mémoire de master 1, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 212 p.
- RAYNAL J.-P., LAFARGE A., RÉMY D., DELVIGNE V., GUADELLI J.-L., COSTAMAGNO S., LE GALL O., DAUJEARD C., VIVENT D., FERNANDES P., LE CORRE-LE BEUX M., VERNET G., BAZILE F., LEFEVRE D. (2014) – Datations SMA et nouveaux regards sur l'archéo-séquence du Rond-du-Barry



- (Polignac, Haute-Loire), *Comptes rendus Paleovol*, 13, 7, p. 623-636.
- RÉMY D. (2013) – *Caractérisation technoeconomique d'industries en bois de cervidés du Badegoulien et du Magdalénien. Le cas du Rond-du-Barry (Haute-Loire) et de Rochereil (Dordogne)*, thèse de doctorat, université Montpellier 3 – Paul-Valéry, 358 p.
- RIGAUD A. (2004) – Fiche transformation du bois de renne au Badegoulien. L'exemple de l'abri Frisch (Indre, France), in D. Ramseyer (dir.), *Matières et techniques*, Paris, Société préhistorique française (Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique, XI), p. 75-78.
- RODET-BELARBI I. (2018) – La transformation de la matière dure d'origine animale en Gaule romaine : ateliers urbains et artisans itinérants, in M. Christensen, N. Goutas et F.-X. Chauvière (dir.), *Os, bois, ivoire et corne : l'exploitation des matières dures d'origine animale*, Rennes, PUR (Artefact. Techniques, histoire et sciences humaines, 7), p. 65-78.
- SADEK-KOOROS H. (1972) – Archaeology Primitive Bone Fracturing: a Method of Research, *American Antiquity*, 37, 3, p. 369-382.
- SAN JUAN-FOUCHER C. (2005) – Aiguilles, sagaies et pendeloques : l'industrie solutréenne sur matière dure animale de l'abri des Harpons (Lespugue, Haute-Garonne), in V. Dujardin (dir.), *Industrie osseuse et parure du Solutrén au Magdalénien en Europe*, actes de la table ronde sur le Paléolithique supérieur récent (Angoulême, 28-30 mars 2003), Paris, Société Préhistorique française (Mémoire, 39), p. 161-176.
- SOULIER M.-C. (2013) – *Entre alimentaire et technique : l'exploitation animale aux débuts du Paléolithique supérieur. Stratégies de subsistance et chaînes opératoires de traitement du gibier à Isturitz, la Quina aval, Roc-de-Combe et les Abeilles*, thèse de doctorat, université Toulouse 2 – Le Mirail, 548 p. et 2196 p.
- SOULIER M.-C. (2014) – L'exploitation alimentaire et technique du gibier au début du Paléolithique supérieur aux Abeilles (Haute-Garonne, France), *Paléo*, 25, p. 287-307.
- SOULIER M.-C., KUNTZ D., LACARRIÈRE J., CASTEL J.-C. (2014) – Le renne comme ressource alimentaire : discussion entre pratiques actuelles et paléolithiques, in S. Costamagno (dir.), *Histoire de l'alimentation humaine : entre choix et contraintes*, actes du 138<sup>e</sup> Congrès du CTHS (Rennes, 22-27 avril 2013), Paris, CTHS, p. 153-69.
- SPETH J. D. (1991) – Nutritional Constraints and Late Glacial Adaptive Transformations: the Importance of Non-Protein Energy Sources, in N. Barton, A. J. Roberts et D. A. Roe (dir.), *The Late Glacial in North-West Europe: Human Adaptation and Environmental Change at the End of the Pleistocene*, Londres, Council for British Archaeology (CBA Research Report, 77), p. 169-178.
- SPETH J. D., SPIELMANN K. A. (1983) – Energy Source, Protein Metabolism, and Hunter-Gatherer Subsistence Strategies, *Journal of Anthropological Archaeology*, 2 p. 1-31.
- STINER M. C., (2003) – Zooarchaeological Evidence for Resource Intensification in Algarve, Southern Portugal, *Promontoria*, 1, p. 27-61.
- TARTAR É. (2009) – *De l'os à l'outil : caractérisation technique, économique et sociale de l'utilisation de l'os à l'Aurignacien ancien. Étude de trois sites : l'abri Castanet (secteurs nord et sud), Brassemouy (grotte des Hyènes et abri Dubalen) et Gatzarria*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 300 p.
- TARTAR É. (2012) – The Recognition of a New Type of Bone Tools in Early Aurignacian Assemblages: Implications for Understanding the Appearance of Osseous Technology in Europe, *Journal of Archaeological Science*, 39, p. 2348-2360.
- TARTAR É. (2015) – Origine et développement de la technologie osseuse aurignacienne en Europe occidentale : bilan des connaissances actuelles, in R. White et R. Bourrillon (dir.), *Aurignacian Genius : art, technologie et société des premiers hommes modernes en Europe*, actes du symposium international (New York, 8-10 avril, 2013), Toulouse, PUM (*P@lethnologie*, 7), p. 34-56.
- TARTAR É. (ce volume) – La fracturation du bois de renne à l'Aurignacien : mise en évidence d'une nouvelle modalité de débitage impliquant la percussion directe, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 119-138.
- TEJERO J.-M. (2010) – *La explotación de las materias duras animales en el Paleolítico superior inicial. Una aproximación tecno-económica a las producciones óseas aurignacienses en la Península Ibérica*, thèse de doctorat, université de Madrid (UNED), 2 vol., 463 p. et 295 p.
- TEJERO J.-M. (2014) – Towards Complexity in Osseous Raw Material Exploitation by the First Anatomically Modern Humans in Europe: Aurignacian Antler Working, *Journal of Anthropological Archaeology*, 36, p. 72-92.
- TEJERO J.-M., CHRISTENSEN M., BODU P. (2011) – La fabricación de soportes en asta de cérvido en el Auriñaciense. Una aproximación experimental para la comprensión del procedimiento de hendido en asta de ciervo, in A. Morgado, J. Baena Preysle et D. García González (dir.), *La investigación experimental aplicada a la Arqueología, actes du colloque international (Ronda, 26-28 novembre 2008)*, Grenade, Universidad de Granada, p. 213-223.
- TEJERO J.-M., CHRISTENSEN M., BODU P. (2012) – Red Deer Antler Technology and Early Modern Humans in Southeast Europe: an Experimental Study, *Journal of Archaeological Science*, 39, 2, p. 332-346.
- TEJERO J.-M., CHRISTENSEN M., BODU P. (ce volume) – Exploitation du bois de cervidé et comportements techniques durant l'Aurignacien en Europe occidentale. Caractérisation du débitage par fendage, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 101-118.
- THIÉBAUT C., CLAUD E., COUDENNEAU A., COUMONT M.-P., ASSELIN G., BEAUVAL C., CHACÓN G., COSTAMAGNO S., DAULNY L., GERBE M., MALLYE J.-B., MAURY S., MOURRE V., PLISSON H., PROVENZANO N., STREIT L. (2007) – *Des traces et des hommes : projet de recherche interdisciplinaire sur l'identification des modalités d'acquisition et de traitement des matières végétales et animales au*

- Paléolithique moyen en Europe occidentale*, rapport annuel du PCR, inédit, 172 p.
- THIÉBAUT C., CLAUD É., COSTAMAGNO S., COUDENNEAU A., COUMONT M.-P., DESCHAMPS M., GERBE M., MALLYE J.-B., MOURRE V., ASSELIN G., BEAUVAL C., BRENET M., GEMA CHACÓN M., MAURY S., PARAVAL B., PROVENZANO N., SOULIER M.-C. (2009) – Des traces et des hommes. Projet interdisciplinaire pour interpréter les comportements techno-économiques des Néandertaliens, *Les Nouvelles de l'archéologie*, 118, p. 49-55.
- THORSON R. M., GUTHRIE D. R. (1984) – River Ice as a Taphonomic Agent: An Alternative Hypothesis for Bone 'Artifacts', *Quaternary Research*, 22, 2, p. 172-188.
- TODD L. C., RAPSON D. J. (1988) – Long Bone Fragmentation and Interpretation of Faunal Assemblages: Approach to Comparative Analysis, *Journal of Archaeological Science*, 15, p. 207-325.
- TREUILLOT J. (2016) – À l'Est quoi de nouveau ? L'exploitation technique de l'élan en Russie centrale au cours de la transition entre pêcheurs-chasseurs-cueilleurs sans céramique (« Mésolithique récent ») et avec céramique (« Néolithique ancien »), thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 390 p.
- TREUILLOT J. (ce volume) – L'apport de l'expérimentation à l'étude des techniques de fracture : le cas de la bipartition des métapodes au Mésolithique à Zamostje 2 (région de Moscou, Russie), in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 261-282.
- VALENSI P. (1994) – *Les grands mammifères de la grotte du Lazaret, Nice. Étude paléontologique et biostratigraphique des carnivores. Archéozoologie des grandes faunes*, thèse de doctorat, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 500 p.
- VERCOUTÈRE C. (2004) – *Utilisation de l'animal comme ressource de matières premières non-alimentaires : industrie osseuse et parure, exemple de l'abri Pataud (Dordogne, France)*, thèse de doctorat, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 266 p.
- VILLA P. (1991) – Middle Pleistocene Prehistory in Southwestern Europe: the State of our Knowledge and Ignorance, *Journal of Anthropological Research*, 47, 2, p. 193-218.
- VILLA P., MAHIEU E. (1991) – Breakage Patterns of Human Long Bones, *Journal of Human Evolution*, 21, 1, p. 27-48.
- VILLA P., BERTRAM L. (1996) – Flaked Bone from a Hyena Den, *Paléo*, 8, p. 143-159.
- VINCENT A. (1988) – L'os comme artefact au Paléolithique moyen : principe d'étude et premiers résultats, in L. R. Binford et J.-P. Rigaud (dir.), *L'homme de Neandertal*, 4, *La technique*, Liège, université de Liège (ERAUL, 31), p. 185-196.
- VINCENT A. (1993) – *L'outillage osseux au Paléolithique moyen : une nouvelle approche*, thèse de doctorat, université Paris X, Nanterre, 331 p.
- YESNER D., BONNICHSEN R. (1979) – Caribou Metapodial Shaft Splinter Technology, *Journal of Archaeological Science*, 5, 4, p. 303-308.
- ZHILIN M. G. (2001) – Technology of the Manufacture of Mesolithic Bone and Antler Daggers on Upper Volga, in A. M. Choyke et L. Bartosiewicz (dir.), *Crafting Bone: Skeletal Technologies through Time and Space*, actes du 2<sup>e</sup> Colloque de l'ICAZ Worked Bone Research Group (Budapest, 31 août-5 septembre 1999), Oxford, Archaeopress (BAR, International Series 937), p. 149-156.

**Marianne CHRISTENSEN**

Université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne  
et UMR 7041 ArScAn  
Ethnologie préhistorique  
3, rue Michelet  
F-75006 Paris  
marianne.christensen@univ-paris1.fr

**Nejma GOUTAS**

UMR 7041 ArScAn  
Ethnologie préhistorique  
MAE, 21, allée de l'Université  
F-92023 Nanterre cedex  
nejma.goutas@cnrs.fr

**Céline BEMILLI**

INRAP, centre de recherches archéologiques  
30, boulevard de Verdun  
F-76120 Le Grand-Quevilly  
et UMR 7209 Archéozoologie, Archéobotanique  
Sociétés, pratiques et environnements  
Muséum national d'histoire naturelle, CNRS  
CP55 ou 56, 55 rue Buffon, 75005 Paris  
celine.bemilli@inrap.fr

**Aude CHEVALLIER**

UMR 7041 ArScAn  
Ethnologie préhistorique  
MAE, 21, allée de l'Université  
F-92023 Nanterre cedex  
aude.chevallier@gmail.com

**Jessica LACARRIÈRE**

UMR 7041 ArScAn  
Ethnologie préhistorique  
MAE, 21, allée de l'Université  
F-92023 Nanterre cedex  
jessic.laca@gmail.com

**Charlotte LEDUC**  
 INRAP Grand-Est  
 12, rue de Méric  
 F-57063 Metz  
 UMR 8215 Trajectoires  
 MAE, 21, allée de l'Université  
 F-92023 Nanterre cedex  
 charlotte.leduc@inrap.fr

**Olivier BIGNON-LAU**  
 UMR 7041 ArScAn  
 Ethnologie préhistorique  
 MAE, 21, allée de l'Université  
 F-92023 Nanterre cedex  
 olivier.bignon-lau@cnrs.fr

**Pierre BODU**  
 UMR 7041 ArScAn,  
 Ethnologie préhistorique  
 MAE, 21, allée de l'Université  
 F-92023 Nanterre cedex  
 pierre.bodu@cnrs.fr

**Tiphanie CHICA-LEFORT**  
 Université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne  
 UMR 7041 ArScAn  
 Ethnologie préhistorique  
 MAE, 21, allée de l'Université  
 F-92023 Nanterre cedex  
 Tiphanie.Chica-Lefort@malix.univ-paris1.fr

**Bénédicte KHAN**  
 Université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne  
 UMR 7041 ArScAn  
 APOHR  
 MAE, 21, allée de l'Université  
 F-92023 Nanterre cedex  
 benedicte.khan@gmail.com

**Siegfried LÉGLISE**  
 Université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne  
 UMR 7041 ArScAn  
 Ethnologie préhistorique  
 MAE, 21, allée de l'Université  
 F-92023 Nanterre cedex  
 siegfried.leglise@gmail.com

**Romain MALGARINI**  
 UMR 7041 ArScAn  
 Ethnologie préhistorique  
 MAE, 21, allée de l'Université  
 F-92023 Nanterre cedex  
 romain.malgarini@gmail.com

**Élise TARTAR**  
 UMR 7041 ArScAn  
 Ethnologie préhistorique  
 MAE, 21, allée de l'Université  
 F-92023 Nanterre cedex  
 elise.tartar@cnrs.fr

**José-Miguel TEJERO**  
 UMR 7041 ArScAn  
 Ethnologie préhistorique  
 MAE, 21, allée de l'Université,  
 92023 F-Nanterre cedex  
 et Seminari d'Estudis  
 i Recerques Prehistoriques (SERP)  
 Université de Barcelone  
 C/ Montalegre 6-8, E-08001 Barcelona  
 jose-miguel.tejero@mae.cnrs.fr

**Julien TREUILLOT**  
 UMR 7041 ArScAn  
 Ethnologie préhistorique  
 MAE, 21, allée de l'Université  
 F-92023 Nanterre cedex  
 4, avenue de Champagne  
 F-69410 Champagne-au-Mont-d'Or  
 julien.treuilhot@me.com

**Catherine SCHWAB**  
 Musée d'Archéologie nationale  
 Château, place Charles-de-Gaulle  
 F-78105 Saint-Germain-en-Laye cedex  
 et UMR 7041 ArScAn  
 Ethnologie préhistorique  
 MAE, 21, allée de l'Université  
 F-92023 Nanterre cedex  
 catherine.schwab@culture.gouv.fr



« À coup d'éclats! »

*La fracturation des matières osseuses en Préhistoire :*

*discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*

Actes de la séance de la Société préhistorique française de Paris (25 avril 2017)

Textes publiés sous la direction de Marianne CHRISTENSEN et Nejma GOUTAS

Paris, Société préhistorique française, 2018

(Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 43-53

www.prehistoire.org

ISSN : 2263-3847 – ISBN : 2-913745-74-1

## La fracturation et la fragmentation des coquilles

### Une problématique partagée entre archéozoologie, taphonomie et technologie

Laura MANCA

**Résumé :** Ce travail présente un panorama très synthétique des recherches concernant la fragmentation (taphonomique) et la fracturation (anthropique) des vestiges malacofauniques, sans toutefois prétendre à l'exhaustivité. Les problématiques relatives à l'identification des agents naturels et anthropiques causant la fragmentation et la fracturation ont longtemps été abordés séparément dans le cadre des études taphonomiques, archéozoologiques et technologiques. Ce sujet n'est affronté que récemment avec la prise en compte de plusieurs critères relevant à la fois de ces trois champs de recherche. Le développement de cette approche plus « globale » est néanmoins ancré dans la longue tradition des études taphonomiques et archéozoologiques. Nées à partir du XIX<sup>e</sup> siècle, ces dernières comptent un large éventail de travaux expérimentaux visant la définition des divers processus qui portent à la fragmentation et à la fracturation des coquilles. Les recherches plus proprement technologiques ne se sont en revanche développées qu'à partir des dernières décennies et ne fournissent que depuis peu des données relatives à l'emploi de la méthode par fracturation dans le cadre de la transformation des coquilles.

**Mots-clés :** malacofaune, fragmentation, fracturation, taphonomie, archéozoologie, technologie.

**Abstract:** This paper presents a very synthetic overview of the investigations concerning the (taphonomic) fragmentation and the (anthropic) fracturing of the malacofauna remains, without pretending to be exhaustive. The problems related to the identification of natural and anthropic agents causing fragmentation and fracturing have long been discussed separately in taphonomic, archaeozoological and technological studies. This subject has only recently been tackled taking into consideration several criteria relating to these three research fields. The development of this more 'global' approach is nonetheless rooted in the long tradition of taphonomic and zooarchaeological studies, which started as early as the 19th century and included a wide range of experimental works that aimed to define the different processes leading to the fragmentation and fracturing of shells. On the other hand, technological studies have developed only over the last few decades and have only recently provided data on the use of the fracturing method in the context of shell processing.

**Keywords:** malacofauna remains, fragmentation, fracturing, taphonomy, zooarchaeology, technology.

**L'**ÉTUDE COMPARATIVE des stigmates causés par la fracturation et de ceux provoqués par la fragmentation des vestiges malacologiques n'a pas été, à l'heure actuelle, un sujet largement traité par les spécialistes. Ce sujet a longtemps été abordé séparément. Ainsi, l'identification et la caractérisation des dynamiques de fragmentation étaient essentiellement discutées par les spécialistes de l'archéozoologie et de la taphonomie. *A contrario*, les questions relatives aux modalités de fracturation des coquilles dans un objectif de transformation étaient abordées presque exclusivement dans le cadre

d'études technologiques. Cette scission arbitraire n'est toutefois pas en mesure de rendre compte de la complexité et de la difficulté de discrimination des processus naturels ou anthropiques engagés dans la formation des pans de fracture sur le matériau coquille. En effet, l'identification et la distinction des divers facteurs conduisant à la fragmentation ou à la fracturation des coquilles n'est possible que par la prise en compte de plusieurs critères relevant à la fois de l'archéozoologie, de la taphonomie et de la technologie. Si la morphologie des pans de fracture peut indiquer l'état de la matière lors de la fracturation

de la coquille, l'agent à l'origine de tels stigmates ne peut être identifié qu'avec une certaine marge d'incertitude. En effet, la consommation du mollusque et l'exploitation de la matière dure animale peuvent toutes deux être à l'origine de la fracturation des coquilles à l'état frais (Dupont, 2006). De même, certains facteurs biologiques, géologiques, physiques ou chimiques peuvent conduire à la formation de pans de fractures tout à fait semblables à ceux produits par l'homme (Gutiérrez-Zugasti, 2011, p. 627). Pour ces raisons, « l'interaction entre approche taphonomique et approche technologique devient essentielle pour limiter la perte d'information » (Averbouh *et al.*, 2010, p. 67). Si les modifications taphonomiques et anthropiques font partie des actions qui déterminent la préservation dite « différentielle » des assemblages archéomalacologiques (Chenorkian, 1990; Dupont, 2006), ils fournissent aujourd'hui des informations précieuses pour la reconstitution des aspects technico-économiques des sociétés étudiées.

### PROBLÉMATIQUES TAPHONOMIQUES ET ARCHÉOZOLOGIQUES

L'intérêt des spécialistes pour l'étude des processus taphonomiques susceptibles d'affecter les coquilles s'est développé à partir du XIX<sup>e</sup> siècle, sous l'impulsion de recherches pionnières sur les amas coquilliers danois (Worsaae, 1849; Steenstrup, 1872). Ces études ont été réalisées par un groupe de recherche multidisciplinaire, appelé dans un premier temps « commission Lejre », puis dans un second temps « première commission *shell middens* ». Elles visaient la datation relative de ces accumulations et la compréhension des processus impliqués dans leur formation en relation avec les nombreux éléments de la culture matérielle associés (pour plus de détails, voir Kristiansen, 2002; Borrello, 2006; Biagi, 2015).

Ces recherches prennent de l'ampleur au cours de la première moitié du XX<sup>e</sup> siècle avec les études sur les *shell mounds* du Nord de l'Amérique (Trigger, 1986). Dans ce cadre, les chercheurs commencent à classer et à décrire, en signalant l'état de fragmentation différentielle des coquilles par rapport à leur position au sein de l'accumulation et par rapport aux autres composantes archéologiques, notamment les charbons, les cendres, les industries lithiques et osseuses (Nelson, 1910; Gifford, 1916; Marte et Péquignot, 2013). D'autres travaux se développent et deviennent précurseurs des études taphonomiques sur les coquilles, dans les domaines de la paléocologie, de l'écologie et de la sédimentologie. Les chercheurs s'interrogent alors sur les modalités de fragmentation des coquilles, donnant lieu aux premières expérimentations sur les phénomènes d'origine mécanique et chimique (Klähn, 1931; Hecht, 1933; Papp *et al.*, 1946; voir Revelle et Fairbridge, 1957; Cadée, 1968; Zuschin *et al.*, 2003 pour plus de détails). Dans ce domaine, il faut mentionner les expérimentations de Hans Klähn (Klähn, 1931), concernant la fragmentation mécanique des tests

en milieu marin, mais aussi de Franz Hecht (Hecht, 1933) qui relie la quantité de matière organique et la porosité du sédiment à l'intensité de la dissolution des coquilles. Enfin, les premières expérimentations de fracturation parviennent à révéler la relation entre la résistance à la fracturation des coquilles et la structure des tests, ainsi que leurs caractéristiques mécaniques et physiques (Papp *et al.*, 1946).

Durant cette période, se développent également des réflexions sur l'origine des perforations observées sur les coquilles, donnant lieu à une première comparaison entre les traces en lien avec des processus naturels et les stigmates découlant d'une action anthropique technique. Les stigmates techniques caractérisant parfois les perforations des objets de parure archéologiques (pans de rainurage, pans de fracture et enlèvements) sont distingués de ceux causés par l'action de nombreux animaux prédateurs qui en percent la surface pour se nourrir du calcium ou pour manger le mollusque (Martin, 1932).

Dès la deuxième moitié du XX<sup>e</sup> siècle, les recherches sur les agents taphonomiques liés à la fragmentation des coquilles s'intensifient. Ces études touchent alors divers champs d'analyse relevant de la taphonomie (Powell *et al.*, 1989, p. 562-564; Parsons et Brett, 1991; Martin, 1999) et de la paléocologie (Dodd et Stanton, 1990, p. 235-238; Brenchley et Harper, 1998). Plusieurs agents taphonomiques, directement ou indirectement liés à la fragmentation, font alors l'objet d'études. Ces nombreux travaux concernent les modifications d'origine biologique, causées par certains animaux durophages (Arnold et Arnold, 1969; Wodinsky, 1969; Claassen, 1998, p. 54), la dissolution du carbonate qui compose les tests, causée par des dynamiques intervenant dans un environnement marin sous-saturé en Ca<sup>2+</sup> ou CO<sup>3-</sup> (Walter et Burton, 1990), ou encore l'action abrasive de la mer, avec son mouvement de ressac, qui peut conduire à l'écaillage des bords des tests et à la fragmentation et à l'émoussé des surfaces brisées (Driscoll, 1967; Driscoll et Weltin, 1973; Parsons et Brett, 1991). Les chercheurs tentent aussi d'établir une définition du terme de « fragment » dans le cadre des analyses des taphofaciès, définition qui reste cependant très variée. À ce sujet, et parmi d'autres travaux, nous rappellerons ceux de David J. Davies (Davies *et al.*, 1990), qui propose de définir comme « fragment » tout test constitué d'au moins 90% de la surface d'origine, de Bretton W. Kent (cité in Claassen, 1998, p. 114), qui classe les valves en trois groupes (valve intacte, valve cassée mais dotée de l'umbo et fragments), de Danita S. Brandt (Brandt, 1989) qui suggère une évaluation des degrés de fragmentation selon les spécimens, ou encore de Susan M. Kidwell (Kidwell *et al.*, 2001) qui distingue trois degrés de fragmentation sur les bivalves (bivalve entier composé des deux valves, valve unique, grand ou petit fragment).

Parallèlement à ces recherches, des questionnements d'ordre archéozoologique concernent la fragmentation *versus* fracturation, ses origines (alimentaire ou taphonomique) et le rôle de la fragmentation dans la représentation

des espèces au sein des ensembles archéologiques (Gruet, 1991; Hesse et Prieur, 1999; Chaix et Méniel, 1996; Dupont, 2006). La bibliographie est à ce sujet particulièrement riche dans les pays anglophones où plusieurs travaux jettent les fondements des futures études, et restent, encore aujourd'hui, de grande actualité (Casteel et Grayson, 1977; Grayson, 1984; Waselkov, 1987; Claassen, 1998). Ces études sont liées à un intérêt accru pour la caractérisation de la microstructure des coquilles dans le champ de la biologie. Celle-ci est directement impliquée dans les dynamiques de fracturation et fragmentation (voir entre autres : Currey et Kohn, 1976; Currey et Taylor, 1974; Popov, 1986) et joue un rôle dans l'analyse des industries sur coquille, et donc dans la caractérisation techno-économique des groupes anciens (Manca, 2013 et ce volume b; Romagnoli *et al.*, 2017). En outre, plusieurs travaux fournissent des données sur la résistance de diverses espèces de gastéropodes et de bivalves, dans l'objectif de mesurer la force nécessaire pour atteindre le point de rupture des coquilles (Labarbera et Merz, 1992; Roy *et al.*, 1994; Vasconcelos *et al.*, 2011), tout en tenant compte des divers agents susceptibles de provoquer la fragmentation des tests durant la vie et après la mort des mollusques (Buschbaum *et al.*, 2007).

Au cours de la deuxième moitié du xx<sup>e</sup> siècle, les recherches s'enrichissent de travaux expérimentaux ciblant l'identification des « signatures taphonomiques » caractérisant la fragmentation des coquilles, et dont nous citerons ici quelques exemples. L'effet du piétinement a ainsi été testé par Robert Muckle (cité in Claassen, 1998, p. 81). L'expérimentation visait à caractériser la fragmentation de trois espèces de bivalves et leur degré de pénétration dans le sédiment après une pression exercée par le piétinement. Dans le cadre des recherches menées en Amérique du Sud, et plus particulièrement dans le golfe du Mexique, le groupe SSETI (Shelf and Slope Experimental Taphonomy Initiative) met en place en 1993 des expérimentations en contexte de pente, et visant l'enregistrement des changements intervenant sur diverses espèces de coquillages à la suite d'un enfouissement prolongé de deux, huit, onze et treize ans (Powell *et al.*, 2002, 2008 et 2011). Une fragmentation des différentes espèces a été enregistrée, mais dans l'ensemble, seul le *Mytilus edulis*, l'espèce la plus fragile, enregistre un haut degré de fragmentation qui augmente proportionnellement au temps d'enfouissement.

Les processus biostratinomiques et diagénétiques, ainsi que la bioturbation sont aussi explorés (Zuschin *et al.*, 2003).

Au xxi<sup>e</sup> siècle, les problématiques concernant la fragmentation des coquilles continuent à se développer. Elles s'insèrent dans l'axe de recherche lié plus proprement aux aspects taphonomiques (Zuschin *et al.*, 2003; Salamon *et al.*, 2014; Gutiérrez-Zugasti, 2011) et aux problématiques archéozoologiques et technologiques (voir entre autres Dupont, 2006, 2013 et 2017; Lyman, 2008; Gutiérrez-Zugasti, 2011; Harris *et al.*, 2015; Dupont et Doyen, 2017; Müller *et al.*, 2017). Ces dernières recherches offrent une réflexion méthodologique

de grande ampleur, mettant au point des techniques de fouille et de traitement des vestiges post-fouille visant à améliorer l'acquisition et l'interprétation des données, incluant les fragments de valves, souvent délaissés lors des études malacofauniques (Dupont, 2006, 2012 et 2017).

L'étude des vestiges archéomalacologiques prend actuellement de plus en plus d'importance dans le panorama des recherches archéologiques. Divers travaux s'enrichissent de l'application de plusieurs approches relevant de disciplines variées, dans l'objectif d'exploiter pleinement le potentiel d'information de cette catégorie de vestiges (Borrello, 2006; Szabó *et al.*, 2014; Kenneth, 2015; Jerardino *et al.*, 2017; Allen, 2017). Des groupes de recherche internationaux se forment. Dès 2002, le groupe ICAZ Archaeomalacology Working Group, qui réunit actuellement plus de 130 membres, organise des colloques avec une cadence quadriennale (pour plus d'information : <http://www.archaeomalacology.com/index.html>).

Un intérêt accru des archéozoologues et des paléontologues pour la fragmentation permet de mettre en place diverses expérimentations ciblant la différenciation des stigmates causés par des facteurs biologiques (organismes durophages, c'est-à-dire à denture broyeuse) et ceux obtenus par l'action des agents physiques (ressac marin). Ces recherches ont montré que les fragments de coquilles avec des pans de fracture à bords vifs peuvent être le résultat de la prédation des durophages au cours de la vie du mollusque. Au contraire, les fragments ayant des pans de fracture arrondis sont issus des processus physiques de ressac qui fragmentent et abrasent les tests (Oji *et al.*, 2003; Cintra-Buenrostro, 2007; Salamon *et al.*, 2014). D'autres expérimentations sont mises en place afin de déterminer quelles propriétés macroscopiques sont les plus importantes dans la fragmentation et la préservation des coquilles. L'expérimentation de Martin Zuschin et Robert J. Stanton (Zuschin et Stanton, 2001) porte sur diverses variables morphologiques et taphonomiques qui affectent la fragmentation chez trois espèces marines (*Mercenaria mercenaria* Linné 1758, *Mytilus edulis* Linné 1758 et *Anadara ovali* Bruguière 1789) : l'épaisseur, la microstructure des coquilles, la présence de trous causés par les prédateurs et les parasites. Cette étude met également l'accent sur les propriétés de la coquille liées à la fragmentation provoquée par la pression des sédiments (plus les coquilles ont des points de contact entre elles, plus le taux de fragmentation augmente). Une autre expérimentation sur les valves de moules cible les mêmes questionnements mais avec la prise en compte d'autres caractéristiques morphologiques et structurelles des coquilles, notamment l'indice de concavité des valves et la densité de la matière (Wolverton *et al.*, 2010).

La grande richesse des travaux menés ces dernières décennies apporte un extraordinaire lot d'informations utiles pour l'identification des agents taphonomiques susceptibles de provoquer la fragmentation des coquilles. Parallèlement, l'intérêt croissant pour les aspects économiques, domaine de l'archéomalacologie, a permis de

mieux cerner les modalités de consommation des tests coquilliers et d'identifier les espèces qui plus que d'autres peuvent être l'objet d'une fracturation d'origine humaine à but alimentaire. Cet ensemble de données est aussi susceptible de contribuer à l'identification des activités techno-économiques liées aux ressources malacologiques.

## PROBLÉMATIQUES TECHNOLOGIQUES

Les questionnements plus strictement technologiques se développent beaucoup plus tardivement que ceux d'ordre taphonomique ou archéozoologique. Il faudra attendre la deuxième moitié du xx<sup>e</sup> siècle pour concevoir que les pans de fracture présents sur les coquilles retrouvées dans les gisements archéologiques puissent être dus à une action technique volontaire. L'identification de ces stigmates techniques reste dans la plupart des cas limitée aux objets finis, lorsque l'analyse microscopique des surfaces permet l'identification des traces d'utilisation. De ce fait, l'identification de certains produits (déchets, supports et ébauches) reste encore difficile, également en raison des données comparatives limitées. En effet, il est très rare de reconnaître tous les éléments d'une chaîne opératoire parce que ce résultat n'est possible que dans le cas d'un état de conservation optimale des produits mais également lorsque tous les éléments de la chaîne opératoire sont susceptibles d'être retrouvés au même endroit (biais de conservation et biais des contextes archéologiques). La modalité de sélection des vestiges destinés à l'étude technologique peut constituer un autre facteur susceptible de limiter l'identification des divers types de produits. Si cette sélection n'a pas été réalisée en prenant en compte tous les vestiges fauniques – en l'absence de communication entre le technologue et l'archéozoologue durant l'étude – l'industrie analysée peut être incomplète. Ainsi, la méconnaissance des types de déchets, des supports et des ébauches peut être imputée aux méthodes d'analyse employées. Les recherches qui mobilisent le remontage physique ou le remontage mental pour la reconstitution de la chaîne opératoire (Averbouh, 2000; Goutas et Christensen, ce volume) ne sont pas encore nombreuses, alors même que ces outils analytiques sont indispensables pour discriminer les ébauches des supports et des déchets. Pour ces raisons, des objets peuvent rester dans la catégorie des « produits techniques » ou « produits techniques potentiels » car ils présentent certes des traces de travail, mais leur position dans la chaîne opératoire de transformation ne peut être clairement identifiée.

Parmi les premières recherches sur l'industrie en coquille, les travaux réalisés sur les industries préhispaniques américaines sont précurseurs. C'est dans ce cadre que sont posées les bases analytiques de l'identification et de la caractérisation des stigmates techniques de transformation sur le matériel malacologique (Suárez Díez, 1977 et 1981). Dans ce contexte géographique, en raison de l'abondance des vestiges malacologiques, le terrain a été très fertile pour la mise en place des premières réflexions

méthodologiques sur l'identification et les modalités de production des divers produits de fabrication dans une perspective technologique (Mayo et Cooke, 2005; Mas, 2015). Parallèlement, en France, les travaux précurseurs d'Yvette Taborin permettent une première mise au point sur les coquilles exploitées pour la fabrication des objets de parure, jusqu'alors uniquement connus au travers de travaux dispersés et de données très hétérogènes (Taborin, 1974 et 1977). Cette évolution des approches a permis de développer une voie de recherche consacrées aux objets de parure en coquille, stimulant aussi des réflexions très fructueuses dans le cadre de l'identification des traces naturelles et anthropiques (D'Errico *et al.*, 1993; Gruet, 1993; Serrand et Vigne, 2011; Gorzelak *et al.*, 2013; Manca, 2013; Kubicka *et al.*, 2017).

Dès la deuxième partie du xx<sup>e</sup> siècle, quelques études sporadiques sur l'industrie en coquille attestent de l'emploi du schéma de transformation par fracturation<sup>(1)</sup>. Au cours de la fin du II<sup>e</sup> millénaire av. J.-C., les habitants d'une île au large du Brésil ont transformé plusieurs espèces de bivalves afin de produire par éclatement des supports, pour la plupart utilisés bruts de débitage (Andrade-Lima *et al.*, 1986, fig. 8, 10-14, 24-28 et 32). La finalité de cette production était l'obtention de racloirs-lissoirs et de perçoirs. En France, bien qu'un nombre accru de travaux traite de l'exploitation des coquilles (Vigié, 1987 et 1995; Vigié et Courtin, 1986 et 1987), aucun d'entre eux n'a, à ce jour, permis d'identifier clairement l'emploi de la méthode de débitage par fracturation.

Depuis le XXI<sup>e</sup> siècle, les recherches sur les industries sur coquilles s'intensifient. Parallèlement aux études technologiques et fonctionnelles sur les objets de parure, l'approche fonctionnelle de l'outillage devient de plus en plus fréquente, permettant de mettre en évidence une large exploitation de cette matière première au cours de la Préhistoire (voir entre autres : Cuenca-Solana *et al.*, 2010, 2011, 2013, 2014, 2015 et 2016; Manca, 2013, 2016 et ce volume b). L'analyse des traces d'utilisation, parfois unique moyen d'identification des objets finis, a permis de distinguer les microtraces taphonomiques des microtraces anthropiques. Elle contribue ainsi à caractériser les séquences de transformation (Manca, 2016 et ce volume b). En revanche, les études visant l'identification des produits techniques (déchets, supports, ébauches et blocs de matière première), sur la base de démonstrations clairement argumentées, restent encore très marginales. L'application du schéma de transformation par fracturation a néanmoins pu être détecté sur diverses espèces de coquilles à partir de périodes très anciennes. Au cours du Moustérien, en Méditerranée, ce schéma a été mis en œuvre pour la confection de racloirs sur *Callista Chione* Linné 1758 (Douka et Spinapolice, 2012, p. 65 et 67; Romagnoli *et al.*, 2015, 2016 et 2017). L'intentionnalité de la production des supports par percussion directe diffuse a été mise en évidence sur une partie de ces industries, tout particulièrement à travers l'identification des points d'impact qui témoignent d'une percussion effectuée sur les faces externe et surtout interne des coquilles (Cristiani et Spinapolice, 2009; Douka et Spinapolice,

2012). Les supports ainsi obtenus ne sont pas de morphologie standardisée et sont utilisés parfois bruts, ou retouchés. En Australie, au lac de Mungo, des plaquettes sub-rectangulaires et sub-elliptiques en coquilles, datées entre 40 et 30 ka BP, ont été récemment découvertes (Weston *et al.*, 2017). Ces vestiges sont pour la plupart définis comme des outils expédients en raison de leur utilisation à l'état naturel, sans modification des bords. Dans ce cas précis, tout comme pour de nombreux exemples de la littérature scientifique, nous manquons de données sur les modalités de fabrication de cet outillage, car l'identification des outils se fonde le plus souvent exclusivement sur leur analyse fonctionnelle, les modalités de production des supports n'étant que rarement prises en considération.

En France, l'application des principes du remontage mental a essentiellement concerné l'identification des schémas de transformation par fracturation en lien avec la production d'objets de parure, façonnés à partir de supports plats (ex : une valve). Le travail de Sandrine Bonnardin (Bonnardin, 2009), concernant les objets de parure au Néolithique ancien dans les bassins parisien et rhénan, identifie plusieurs séquences de transformation dans lesquelles la percussion directe diffuse intervient dans la phase de débitage. Ces séquences permettent la production de supports géométriques (rectangulaires) pour la création de perles tubulaires en *Spondylus gaederopus* (Bonnardin, 2009, p. 89, fig. 39) et de perles discoïdales en *Cardiidae* (Bonnardin, 2009, p. 91-92, fig. 43). Ce schéma de transformation, avec des variations liées aux modalités de façonnage, a été identifié dans d'autres régions européennes et extra européennes pour la production de perles discoïdales (Ricou et Esnard, 2000; Borrello et Rossi, 2006; Laporte *et al.*, 2009; Manca, 2010; Heit, 2014).

Plusieurs travaux majeurs sont nés dans le cadre des études sur les populations des îles des Caraïbes et de l'Amérique centrale, dont l'économie est souvent basée sur l'exploitation des ressources marines. Pour ces contextes, l'emploi d'un débitage par fracturation est fréquent. Ce dernier est aussi attesté par des recherches ethnographiques dans le Nord-Est de l'Inde chez des sociétés caribéennes produisant fréquemment des supports par percussion directe diffuse, utilisés bruts de débitage (O'Day et Keegan, 2001). Cette pratique – concomitante à l'emploi de procédés de débitage et de schémas de transformation plus complexes – est associée à la production de divers outils : pics, couteaux, hoes, raboteuses mais aussi cuillères, godets et racloirs (O'Day et Keegan, 2001, p. 282-288). En 2007, le travail d'Yvonne Lammers-Keijsers (Lammers-Keijsers, 2007) montre que la percussion directe diffuse intervient dans plusieurs séquences de transformation au cours des opérations de débitage. Les supports, produits sur deux espèces, *Chama sarda* et *Strombus gigas*, sont par la suite régularisés par abrasion (Lammers-Keijsers, 2007, p. 46).

La thèse d'Émilie Mas (Mas, 2015) concerne le matériel malacologique du bassin de Sayula (Jalisco, Mexique), daté entre 450 et 1000 apr. J.-C. Dans ce cadre, un débitage par fracturation a été identifié sur des bivalves (*Spondylus calcifer*, *Anadara* sp., *Pinctada mazatlanica*) et des gastéropodes (*Strombus galeatus*). L'objectif est une production de pendentifs et de divers petits objets utilitaires ou non utilitaires. L'identification de plusieurs produits techniques (ébauches, déchets et supports) a été possible grâce à la mise en place d'expérimentations (Mas, 2015, p. 80).

Parallèlement à ces travaux, se développe une réflexion sur les propriétés mécaniques et micro-structurelles des coquilles exploitées et leurs implications : la première, dans les gestes techniques de transformation et, en conséquence, dans le choix des espèces; la deuxième, à la fois technique et taphonomique, concerne la distinction des modifications anthropiques et naturelles. Ces sujets sont traités en tenant compte non seulement des propriétés mécaniques et micro-structurelles des coquilles, mais aussi de leurs caractéristiques morphologiques et du degré de modification diagénétique ayant affecté les tests. Sur le plan technique, il convient de citer, entre autres, le travail de Katherine Szabó (Szabó, 2008) qui caractérise d'un point de vue micro-structurel trois espèces de gastéropodes – *Tectus niloticus* Linné 1767, *Turbo marmoratus* Linné 1758 et *Conus leopardus* (Röding) 1798 –, et observe leurs variations dans la séquence de transformation, ce qui permet de mieux expliquer les choix techniques. Ainsi, le même auteur met en relation les aspects techniques et taphonomiques à travers l'étude conduite sur une espèce de Patellidae, *Scutellastra flexuosa* (Quoy et Gaimard) 1834 (Szabó et Koppel, 2015).

Un certain nombre de travaux expérimentaux concernant la fracturation des coquilles a été publié à ce jour (Pauc, 1997; Ricou et Esnard, 2000; Choi et Driwantoro, 2007; Cristiani et Spinapolice, 2009; Douka et Spinapolice, 2012; Manca, 2014; Mas, 2015; Szabó et Koppel, 2015). Leur principal objectif était de mettre en évidence le comportement de la matière première coquille face à la percussion (Cristiani et Spinapolice, 2009; Manca, 2014; Mas, 2015) et, lorsque cela est possible, de caractériser les pans de fracture à travers la description des cônes de percussion (ou points d'impact), de la morphologie des pans de fracture ou de l'encoche due à la percussion (Manca, 2013, 2014 et ce volume b). Les espèces prises en considération par ces travaux appartiennent aux familles de bivalves : *Anadara* sp., *Callista chione* Linné 1758, *Cerastoderma edule* Linné 1758, *Ostrea edulis* Linné 1758, *Spondylus calcifer* (Carpenter) 1857, *Pinctada mazatlanica* (Hanley) 1856, et de gastéropodes : *Strombus galeatus* (Swainson) 1823 et *Scutellastra flexuosa* (Quoy et Gaimard) 1834.

Les expérimentations réalisées par Kildo Choi et Dubel Driwantoro (Choi et Driwantoro, 2007) avaient pour objectif d'utiliser la percussion directe diffuse pour dégager une partie active sur des bivalves (façonnage sur masse; voir Goutas et Christensen, ce volume), visant l'obtention d'un tranchant transversal sur la partie active. Les résultats permettent de conclure que « Because each layer fractures in its own orientation, this fracture process is uncontrollable. Deliberate replication of a specific cross-section is impossible. » (Choi et Driwantoro, 2007, p. 52). Si pour une grande partie des coquilles il a été



démontré par l'expérimentation que l'emploi de la percussion directe diffuse au sein du débitage conduit à la production de supports de morphologie et de dimensions aléatoires (Cristiani et Spinapolice, 2009 ; Douka et Spinapolice, 2012), cela n'est pas la règle. Des expérimentations conduites sur les *Ostrea edulis* montrent que si l'on prend en considération les attributs de la matière première, les blocs réagissent de façon très différente face à la percussion directe diffuse (Manca, 2013 et 2014). Dans ce cas, pour l'obtention d'un ou de plusieurs supports à partir d'un même bloc de matière première, un temps très court est nécessaire (quelques secondes) et le résultat est toujours satisfaisant. Lors d'une percussion trop importante ou ratée, le support peut encore être modifié pour lui donner la morphologie recherchée car la matière première, bien que résistante, réagit très bien à la percussion. De plus, d'autres aspects plus strictement liés au savoir-faire, comme le choix d'un outil bien adapté, la maîtrise de la force et de l'inclinaison au moment de l'impact, peuvent permettre à l'opérateur de mieux contrôler les résultats obtenus. Ces observations portent à réfléchir sur la définition des produits issus d'une fracturation, parfois définis comme expédients, c'est-à-dire des objets finis à faible investissement technique (O'Day et Keegan, 2001 ; Weston *et al.*, 2017). Si l'emploi de la fracturation permet un gain de temps non négligeable dans les chaînes opératoires de transformation associées au traitement des coquilles, cela n'est pas toujours systématique, et cette méthode de débitage peut dans certains cas s'avérer parfois particulièrement chronophage (Manca, 2013). Il est dès lors nécessaire de prendre aussi en considération les « aspects temporels » de la phase d'acquisition d'un bloc de matière première, évaluer selon l'accessibilité et la disponibilité de ces ressources (distance des lieux potentiels d'approvisionnement, modalités de collecte, éventuelle saisonnalité de la collecte), et l'état de la matière première lors de la transformation (nécessité de stockage, gestion des blocs de matière première).

La prise en considération de ces éléments permet de mieux définir les séquences de production dans lesquelles le débitage par fracturation a été employé et de l'intégrer à une dynamique économique globale souvent négligée.

## CONCLUSION

Ce panorama très synthétique des travaux concernant la fragmentation (taphonomique) et la fracturation (anthropique) des vestiges malacofauniques visait à dres-

ser un cadre global de la problématique et des principales étapes de la recherche, sans toutefois prétendre à l'exhaustivité. Dans l'ensemble, il découle que, pour bien identifier la présence du débitage par fracturation et pour interpréter le rôle socio-économique qu'il a joué au sein des sociétés anciennes, il est nécessaire de puiser dans diverses disciplines et approches. Si plusieurs travaux ont une longue tradition dans l'étude des vestiges malacologiques, notamment dans le champ de la taphonomie, de la paléontologie et de la biologie, c'est seulement assez récemment que les recherches sur les aspects plus proprement archéomalacologiques et technologiques ont commencé à se développer. Cette approche est pourtant encore loin d'être systématiquement appliquée en archéologie, nonobstant son grand potentiel (voir par exemple : Gruet, 1993 ; Dupont, 2006 ; Szabó *et al.*, 2014 ; Girod, 2015). Néanmoins, de récentes initiatives scientifiques concernant l'exploitation des ressources malacologiques (ateliers, groupes de recherche, sessions de colloques internationaux)<sup>(2)</sup> marquent un intérêt croissant pour ce sujet et permettront un net développement de nos connaissances sur les modalités d'exploitation des coquilles dans une vaste perspective d'ordre géographique et chronologique.

**Remerciements.** Je tiens à remercier Patrizia Manca pour la correction du résumé en anglais. Je remercie également les rapporteurs pour leurs conseils qui ont permis d'améliorer le présent article.

## NOTES

- (1) Nous citons toutes les recherches qui ont permis aux divers auteurs d'identifier des objets finis sur des supports issus d'une fracturation volontaire des blocs de matières première en coquille. Ces auteurs ne parlent qu'exceptionnellement de débitage par fracturation.
- (2) On se réfère plus particulièrement à l'*international workshop* « Human and Mollusc Interactions : From Prehistory to Present », organisé au Muséum national d'histoire naturelle par Ariadna Burgos, Philippe Bahuchet et Jeff Kinch ; au groupe de recherche international AMWG (Archaeomalacology Working Group) de l'ICAZ et aux diverses sessions prévues dans le cadre du 18<sup>e</sup> Colloque international de l'ICAZ qui se déroulera à Ankara en septembre 2018.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ALLEN M. J. (2017) – *Molluscs in Archaeology: Methods, Approaches and Applications*, Oxford, Oxbow Books, 448 p.

ANDRADE-LIMA T., BOTELHO DE MELLO E. M., COELHO-PINHEIRO DA SILVA R. (1986) – Analysis of Molluscan

Remains from the Ilha de Santana Site, Macaé, Brazil, *Journal of Field Archaeology*, 13, p. 85-97.

ARNOLD M. J., ARNOLD K. O. (1969) – Some Aspects of Hole-Boring Predation by *Octopus vulgaris*, *Integrative and Comparative Biology*, 9, 3, p. 991-996.

- AVERBOUH A. (2000) – *Technologie de la matière osseuse travaillée et implications paléolithiques : l'exemple des chaînes d'exploitation du bois de cervidé chez les Magdaléniens des Pyrénées*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 2 vol., 253 et 247 p.
- AVERBOUH A., CHRISTENSEN M., LETOURNEUX C. (2010) – Altérations taphonomiques et industrie osseuse : quelle approche pour quel objectif? Le cas de la dissolution et de son action sur les vestiges en matière osseuse travaillée, in C. Thiébaud, M.-P. Coumont et A. Averbough (dir.), *Mise en commun des approches en taphonomie = Sharing Taphonomic Approaches*, actes du 15<sup>e</sup> Congrès international de l'UISPP, session 16 (Lisbonne, 4-9 septembre 2006), Les Eyzies-de-Tayac, SAMRA (supplément à *Paléo*, 3), p. 65-74.
- BIAGI P. (2015) – Shell Middens/Kitchen Middens (Køkkenmøddinger): da Worsaae ad oggi, in A. Girod (dir.), *Appunti di archeomalacologia*, Florence, All'Insegna del Giglio, p. 129-135.
- BONNARDIN S. (2009) – *La parure funéraire des premières sociétés agro-pastorales des bassins parisiens et rhénans : Rubané, Hinkelstein et Villeneuve-Saint-Germain*, Paris, Société préhistorique française (Mémoire, 49), 324 p.
- BORRELLO M. A. (2006) – *Conchiglie e archeologia, contributi scientifici in occasione della mostra Dentro la Conchiglia: sezione archeologica*, Trente, Museo tridentino di Scienze Naturali (supplément 1 à *Preistoria Alpina*, 40), 182 p.
- BORRELLO M. A., ROSSI G. (2006) – La lavorazione di ornamenti in *Spondylus gaederopus* nel Neolitico della caverna delle Arene Candide (Savona, Italia). Nota preliminare, in M. A. Borrello (dir.), *Conchiglie e archeologia: contributi scientifici in occasione della mostra Dentro la Conchiglia: sezione archeologica*, Trente, Museo Tridentino di Scienze Naturali (supplément 1 à *Preistoria Alpina*, 40), p. 83-90.
- BRANDT D. S. (1989) – Taphonomic Grades as a Classification for Fossiliferous Assemblages and Implications for Paleocology, *Palaïos*, 4, p. 303-309.
- BRENCHLEY P. J., HARPER D. A. T. (1998) – *Palaeoecology. Ecosystems, Environments and Evolution*, Londres, Chapman and Hall, 407 p.
- BUSCHBAUM C., BUSCHBAUM G., SCHREY I., THIELTGES D. W. (2007) – Shell-Boring Polychaetes Affect Gastropod Shell Strength and Crab Predation, *Marine Ecology Progress Series*, 329, p. 123-130.
- CADÉE G. C. (1968) – Molluscan Biocoenoses and Thanatocoenoses in the Ria de Arosa, Galicia, Spain, *Zoologische Verhandlungen*, 95, p. 1-121.
- CASTEEL R. W., GRAYSON D. K. (1977) – Terminological Problems in Quantitative Faunal Analysis, *World Archaeology*, 9, p. 235-242.
- CHAIX L., MÉNIEL P. (1996) – *Éléments d'archéozoologie*, Paris, Errance, 112 p.
- CHENORKIAN R. (1990) – Conservation en milieu coquillier et reconstitution des diètes préhistoriques, *Travaux du Laboratoire d'anthropologie et de Préhistoire des pays de la Méditerranée occidentale*, 1990, p. 133-146.
- CHOI K., DRIWANTORO D. (2007) – Shell Tool Use by Early Members of *Homo erectus* in Sangiran, Central Java, Indonesia: Cut Mark Evidence, *Journal of Archaeological Science*, 34, p. 48-58.
- CINTRA-BUENROSTRO C. E. (2007) – Trampling, Peeling and Nibbling Mussels: An Experimental Assessment of Mechanical and Predatory Damage to Shells of *Mytilus trossulus* (Mollusca: Mytilidae), *Journal of Shellfish Research*, 26, p. 221-231.
- CLAASSEN C. (1998) – *Shells*, Cambridge, Cambridge University Press (Cambridge Manuals in Archaeology Series), 266 p.
- CRISTIANI E., SPINAPOLICE E. (2009) – Approccio tecnologico sperimentale all'industria su *Callista chione*. Nuovi risultati da Grotta dei Giganti (Lecce), in A. Tagliacozzo, I. Fiore, S. Marconi et U. Tecchiati (dir.), *Atti del 5<sup>o</sup> Convegno Nazionale di Zooarcheologia*, actes du colloque (Rovereto, 10-12 novembre 2006), Rovereto, Osiride, p. 85-88.
- CUENCA-SOLANA D., CLEMENTE-CONTE I., GUTIÉRREZ-ZUGASTI I. (2010) – Utilización de instrumentos de concha durante el Mesolítico y Neolítico inicial en contextos litorales de la región cantábrica: programa experimental para el análisis de huellas de uso en materiales malacológicos, *Trabajos de Prehistoria*, 67, 1, p. 211-225.
- CUENCA-SOLANA D., GUTIÉRREZ-ZUGASTI F. I., CLEMENTE-CONTE I. (2011) – The Use of Molluscs as Tools by Coastal Human Groups: Contribution of Ethnographical Studies to Research on Mesolithic and Early Neolithic Contexts in Northern Spain, *Journal of Anthropological Research*, 67, 1, p. 77-102.
- CUENCA-SOLANA D., GUTIÉRREZ-ZUGASTI I., GONZÁLEZ-MORALES M. R., SETIÉN-MARQUINEZ J., RUIZ-MARTÍNEZ E., GARCÍA-MORENO A., CLEMENTE-CONTE I. (2013) – Shell Technology, Rock Art, and the Role of Marine Resources during the Upper Paleolithic, *Current Anthropology*, 54, 3, p. 370-380.
- CUENCA-SOLANA D., GUTIÉRREZ-ZUGASTI F. I., CLEMENTE-CONTE I. (2014) – Shell Tools in an Early Neolithic Coastal Site in the Cantabrian Region (Northern Spain): Experimental Program for Use-Wear Analysis at Santimamiñe Cave, in K. Szabó, C. Dupont, S. Dimitrijevic, L. Gómez-Gastélun et N. Serrand (dir.), *Archeomalacology: Shells in the Archaeological Record*, Oxford, Archaeopress (BAR, International Series 266), p. 101-110.
- CUENCA-SOLANA D., GUTIÉRREZ-ZUGASTI F. I., GONZÁLEZ-MORALES M. R. (2015) – Use-Wear Analysis: an Optimal Methodology for the Study of Shell Tools, *Quaternary International*, 427, p. 192-200.
- CUENCA-SOLANA D., GUTIÉRREZ-ZUGASTI I., RUIZ-REDONDO A., GONZÁLEZ-MORALES M. R., SETIÉN J., RUIZ-MARTÍNEZ E., PALACIO-PÉREZ E., DE LAS HERAS-MARTÍN C., PRADA-FREIXEDO A., LASHERAS-CORRUCHAGA J. A. (2016) – Painting Altamira Cave? Shell Tools for Ochre-Processing in the Upper Palaeolithic in Northern Iberia, *Journal of Archaeological Science*, 74, p. 135-151.
- CURREY J. D., KOHN A. J. (1976) – Fracture in the Crossed-Lamellar Structure of *Conus* Shells, *Journal of Materials Science*, 11, p. 1615-1623.

- CURREY J. D., TAYLOR J. D. (1974) – The Mechanical Behaviour of Some Molluscan Hard Tissues, *Journal of Zoology*, 173, p. 395-406.
- DAVIES D. J., STAFF G. M., CALLENDER W. R., POWELL E. N. (1990) – Description of a Quantitative Approach to Taphonomy and Taphofacies Analysis: All Dead Things Are not Created Equal, in W. Miller (dir.), *Paleocommunity Temporal Dynamics: The Long-Term Development of Multispecies Assemblies*, Knoxville, University of Tennessee (*The Paleontological Society*, numéro special 5), p. 328-350.
- D'ERRICO F., JARDON-GINER P., SOLER-MAYOR B. (1993) – Critères à base expérimentale pour l'étude des perforations naturelles et intentionnelles sur coquillages, in P. C. Anderson, S. Beyries et M. Otte (dir.), *Traces et fonction : les gestes retrouvés*, actes du colloque international (Liège, 8-10 décembre 1990), Liège, université de Liège (ERAUL, 50), p. 243-254.
- DODD R. J., STANTON R. J. (1990) – *Paleoecology. Concepts and Applications*, New York, Wiley, 528 p.
- DOUKA K., SPINAPOLICE E. E. (2012) – Neanderthal Shell Tool Production: Evidence from Middle Palaeolithic Italy and Greece, *Journal of World Prehistory*, 25, p. 45-79.
- DRISCOLL E. G. (1967) – Experimental Field Study of Shell Abrasion, *Journal of Sedimentary Petrology*, 37, 4, p. 1117-1123.
- DRISCOLL E. G., WELTIN T. P. (1973) – Sedimentary Parameters as Factors in Abrasive Shell Reduction, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 13, p. 275-288.
- DUPONT C. (2006) – *La malacofaune de sites mésolithiques et néolithiques de la façade atlantique de la France : contribution à l'économie et à l'identité culturelle des groupes concernés*, Oxford, Archaeopress (BAR, International Series 1571), 438 p.
- DUPONT C. (2012) – Ne confondons pas coquilles et coquillages. Vision diachronique de l'archéologie des mollusques le long de la façade atlantique, in E. Faugère et I. Sénépart (dir.), *Techniques et Culture*, 59, 2 (Itinéraires de coquillages), p. 242-259.
- DUPONT C. (2013) – Teinture et exploitation du pourpre *Nucella lapillus* le long du littoral atlantique français, in M.-Y. Daire, C. Dupont, A. Baudry, C. Billard, J.-M. Large, L. Lespez, E. Normand et C. Scarre (dir.), *Anciens peuplements littoraux et relations homme-milieu sur les côtes de l'Europe atlantique = Ancient Maritime Communities and the Relationship between People and Environment along the European Atlantic Coasts*, actes du colloque HOMER (Vannes, 27 septembre-1<sup>er</sup> octobre 2011), Oxford, Archaeopress (BAR, International Series 2570), p. 459-467.
- DUPONT C. (2017) – Connaitre l'exploitation du littoral par l'homme à partir des invertébrés marins découverts en contexte archéologique, *Les Nouvelles de l'Archéologie*, 148, p. 28-33.
- DUPONT C., DOYEN D. (2017) – La couleur pourpre de la mer : l'extraction de colorant à Saint-Michel-Chef-Chef au 1<sup>er</sup> s. apr. J.-C., (Loire-Atlantique), in R. González Villaescusa, K. Schörle, F. Gayet et F. Rechin (dir.), *L'exploitation des ressources maritimes de l'Antiquité. Activités productives et organisation des territoires*, actes du colloque international (Antibes, 11-14 octobre 2016), Antibes, APDCA, p. 53-66.
- GIFFORD E. W. (1916) – Composition of California Shellmounds, *American Archaeology and Ethnology*, 12, 1, p. 1-29.
- GIROD A. (2015) – *Appunti di archeomalacologia*, Florence, All'Insegna del Giglio, 216 p.
- GORZELAK P., SALAMON M. A., TRZESIOK D., NIEDZWIEDZKI R. (2013) – Drill Holes and Predation Traces versus Abrasion-Induced Artifacts Revealed by Tumbling Experiments, *PLoS ONE*, 8, 3, e58528, DOI : 10.1371/journal.pone.0058528 [en ligne].
- GOUTAS N., CHRISTENSEN M. avec la collaboration de TARTAR E., MALGARINI R., TEJERO J.-M., et TREUILLOT J. (ce volume) – Extraction, partition, réduction ou fracturation ? De quoi parlons-nous ? Discussion sur la production de supports allongés (baguette, éclat baguettairé vs éclat), in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 55-97.
- GRAYSON D. K. (1984) – *Quantitative Zooarchaeology: Topics in the Analysis of Archaeological Faunas*, Londres, Academic Press, 201 p.
- GRUET Y. (1991) – Stades de destruction des coquilles de *Patella* sur l'estran et en milieu terrestre, in M. Le Pennec (dir.), *Aspects récents de la biologie des mollusques*, actes du 13<sup>e</sup> Colloque de la Société française de malacologie (Brest, 7-8 novembre 1990), Brest, IFREMER et Paris, Société française de malacologie, p. 183.
- GRUET Y. (1993) – Les coquillages marins : objets archéologiques à ne pas négliger. Quelques exemples d'exploitation et d'utilisation dans l'Ouest de la France, *Revue archéologique de l'Ouest*, 10, p. 157-161.
- GUTIÉRREZ-ZUGASTI F. I. (2011) – Shell Fragmentation as a Tool for Quantification and Identification of Taphonomic Processes in Archaeomalacological Analysis: The Case of the Cantabrian Region (Northern Spain), *Archaeometry*, 53, 3, p. 614-630.
- HARRIS M., WEISLER M., FAULKNER P. (2015) – A Refined Protocol for Calculating MNI in Archaeological Molluscan Shell Assemblages: A Marshall Islands Case Study, *Journal of Archaeological Science*, 57, p. 168-179.
- HECHT F. (1933) – Der Verbleib der organischen Substanz der Tiere bei meerischer Einbettung, *Senckenbergiana*, 15, 3-4, p. 165-249.
- HEIT I. (2014) – The Bead Workshop at Site MPS4, Mil Plain, Azerbaijan: Craft Specialisation and the Manufacture of Shell Jewelry in the Neolithic, in A. Golani et Z. Wygnańska (dir.), *Beyond Ornamentation. Jewelry as an Aspect of Material Culture in the Ancient Near East*, Varsovie, University of Warsaw Press (*Polish Archaeology in the Mediterranean*, Special Studies 23, 2), p. 21-39.
- HESSE A., PRIEUR A. (1999) – Compter ou peser... ? Valeurs absolues ou relatives... ? (à propos d'amas coquilliers

- anthropiques sur la côte ouest de la péninsule d'Oman), *Revue d'archéométrie*, 23, p. 47-57.
- JERARDINO A., FAULKNER P., FLORES C. (2017) – Current Methodological Issues in Archaeomalacological Studies, *Quaternary International*, 427, p. 1-4.
- KENNETH D. T. (2015) – Molluscs Emergent, Part I: Themes and Trends in the Scientific Investigation of Mollusc Shells as Resources for Archaeological Research, *Journal of Archaeological Science*, 56, p. 133-140.
- KIDWELL S. M., ROTHFUS T. A., BEST M. M. R. (2001) – Sensitivity of Taphonomic Signatures to Sample Size, Sieve Size, Damage Scoring System, and Target Taxa, *Palaiois*, 16, p. 26-52.
- KLÄHN H. (1931) – Untersuchung über Sedimentierung und Sediment-Druck des Sandes, *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie*, 65, p. 375-468.
- KRISTIANSEN K. (2002) – The Birth of Ecological Archaeology in Denmark: History and Research Environments 1850-2000, in A. Fischer et K. Kristiansen (dir.), *The Neolithisation of Denmark. 150 Years of Debate*, Sheffield, J. R. Collis, p. 11-31.
- KUBICKA A. M., ROSIN Z. M., TRYJANOWSKI P., NELSON E. (2017) – A Systematic Review of Animal Predation Creating Pierced Shells: Implications for the Archaeological Record of the Old World, *PeerJ*, 5, e2903, DOI : 10.7717/peerj.2903 [en ligne].
- LABARBERA M., MERZ R. A. (1992) – Postmortem Changes in Strength of Gastropod Shells: Evolutionary Implications for Hermit Crabs, Snails, and Mutual Predators, *Paleobiology*, 18, p. 367-377.
- LAMMERS-KEIJERS Y. (2007) – *Tracing Traces from Present to Past: A Functional Analysis of pre-Columbian Shell and Stone Artefacts from Anse à la Gourde and Morel. Guadeloupe, FWI*, Leyde, Leiden University Press (Archaeological Studies Leiden University, 15), 182 p.
- LAPORTE L., GRUET Y., DUPONT C., RICOU C., ESNARD T., QUERRE G., REICHE I. (2009) – La Parure. Approches stylistiques, technologiques et fonctionnelles du mobilier, in L. Laporte (dir.), *Des premiers paysans aux premiers métallurgistes sur la façade atlantique de la France (3500-2000 av. J.-C.)*, Chauvigny, Association des publications chauvinoises (Mémoires de la Société de recherche archéologique de Chauvigny, 33), p. 449-549.
- LYMAN R. L. (2008) – *Quantitative Paleozoology*, Cambridge, Cambridge University Press, 374 p.
- MANCA L. (2010) – Gli oggetti d'ornamento in conchiglia, in M. G. Melis (dir.), *Usini. Ricostruire il passato. Una ricerca internazionale a S'Elighe Entosu*, Sassari, Carlo Delfino, p. 237-248.
- MANCA L. (2013) – *Fonctionnement des sociétés de la fin du Néolithique au début de l'âge du Cuivre en Sardaigne. Une approche inédite à partir de l'étude des productions en matières dures animales*, thèse de doctorat, université de Provence, Aix-en-Provence, 2 vol., 764 p.
- MANCA L. (2014) – The Individuation of a New Type of Shell Tools during Early Chalcolithic in Sardinia: The Bevelled Tools on Oyster Valves. An Experimental Approach to Reconstruct the Operational Sequences, in A. Averbough, M. Margarit et G. Le Dosseur (dir.), *Prehistoric Exploitation of Hard Animal Material. An Overview of the Exploitation of Hard Animal Materials during the Neolithic and Chalcolithic*, Targoviste, Cetatea de Scaun, p. 153-180.
- MANCA L. (2016) – The Shell Industry in Final Neolithic Societies in Sardinia: Characterizing the Production and Utilization of *Glycymeris* da Costa, 1778 Valves, *Anthropozoologica*, 51, 2, p. 149-171.
- MANCA L. (ce volume b) – L'emploi de la percussion directe diffuse et la méthode de débitage par fracturation dans l'exploitation des coquilles : exemples du Néolithique final et du Chalcolithique ancien de Sardaigne (Italie), in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 283-310.
- MARTE F., PÉQUIGNOT A. (2013) – Les amas coquilliers du site Imiwaia I (Canal Beagle, Argentine). Étude des coquilles *Mytilus edulis* au moyen de la FTIR-ATR, *L'Anthropologie*, 117, 2, p. 135-160.
- MARTIN H. (1932) – Différents modes de perforation de la coquille chez les mollusques, *Procès verbaux de la Société linnéenne de Bordeaux*, 1932, p. 1-5.
- MARTIN R. E. (1999) – *Taphonomy. A Process Approach*, Cambridge, Cambridge University Press (Cambridge Paleobiology Series, 4), 513 p.
- MAS E. (2015) – *La parure en coquille à Sayula (Occident du Mexique). Approche technostylistique et rôle dans la dynamique socioculturelle entre 450 et 1000 apr. J.-C.*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 794 p.
- MAYO J., COOKE R. (2005) – La industria prehispánica de conchas marinas en Gran Coclé, Panamá. Análisis tecnológico de los artefactos de concha del basurero-taller del Sitio Cerro Juan Díaz, Los Santos, Panamá, *Archaeofauna*, 14, p. 285-298.
- MÜLLER P., STAUDIGEL P. T., MURRAY S. T., VERNET R., BARUSSEAU J. P., WESTPHAL H., SWART P. K. (2017) – Prehistoric Cooking versus Accurate Palaeotemperature Records in Shell Midden Constituents, *Scientific Reports*, 7, e3555, DOI :10.1038/s41598-017-03715-8 [en ligne].
- NELSON N. C. (1910) – The Ellis Landing Shellmound, *American Archaeology and Ethnology*, 7, p. 357-426.
- O'DAY J. S., KEEGAN W. F. (2001) – Expedient Shell Tools from the Northern West Indies, *Latin American Antiquity*, 12, 3, p. 274-290.
- OJI T., OGAYA C., SATO T. (2003) – Increase of Shell-Crushing Predation Recorded in Fossil Shell Fragmentation, *Paleobiology*, 29, p. 520-526.
- PAPP A., ZAPFE H., BACHMAYER F., TAUBER A. F. (1946) – Lebensspuren mariner Krebse, *Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften in Wien. Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse*, 155, p. 281-289.

- PARSONS K. M., BRETT C. E. (1991) – Taphonomic Processes and Biases in Modern Marine Environments: An Actualistic Perspective on Fossil Assemblage Preservation, in S. K. Donovan (dir.), *The Processes of Fossilization*, New York, Columbia University Press, p. 22-65.
- PAUC P. (1997) – Reproduction de perles circulaires réalisées en test de *Cerastoderma edule*, in C. Chevillot (dir.), *Journées d'archéologie expérimentale du parc de Beynac (Dordogne), bilan des années 1996-1997*, Sarlat, Association des musées du Sarladais, p. 8-66.
- POWELL E. N., CALLENDER W. R., STAFF G. M., PARSONS-HUBBARD K. M., BRETT C. E., WALKER S. E., RAYMOND A., ASHTON-ALCOX K. A. (2008) – Molluscan Shell Condition after Eight Years on the Sea Floor. Taphonomy in the Gulf of Mexico and Bahamas, *Journal of Shellfish Research*, 27, p. 191-225.
- POWELL E. N., STAFF G. M., DAVIES D. J., CALLENDER W. R., (1989) – Macrobenthic Death Assemblages in Modern Marine Environments: Formation, Interpretation, and Application, *Aquatic Sciences*, 1, p. 555-589.
- POWELL E. N., PARSONS-HUBBARD K. M., CALLENDER W. R., STAFF G. M., ROWE G. T., BRETT C. E., WALKER S. E., RAYMOND A., CARLSON D. D., WHITE S., HEISE E. A. (2002) – Taphonomy on the Continental Shelf and Slope: Two-Year Trends, Gulf of Mexico and Bahamas, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 184, p. 1-35.
- POWELL E. N., STAFF G. M., CALLENDER W. R., ASHTON-ALCOX K. A., BRETT C. E., PARSONS-HUBBARD K. M., WALKER S. E., RAYMOND A. (2011) – Taphonomic Degradation of Molluscan Remains during Thirteen Years on the Continental Shelf and Slope of the Northwestern Gulf of Mexico, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 312, p. 209-232.
- REVELLE R., FAIRBRIDGE R. (1957) – Carbonates and Carbon Dioxide, in J. W. Hedgpeth (dir.), *Ecology. Treatise on Marine Ecology and Paleocology*, I. *Ecology*, Boulder (Colo.), Geological Society of America (Geological Society of America, 67), p. 239-296.
- RICOU C., ESNARD T. (2000) – Étude expérimentale concernant la fabrication de perles en coquillage de deux sites arténiens oléronais, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 97, 1, p. 83-93.
- ROMAGNOLI F., MARTINI F., SARTI L. (2015) – Neanderthal Use of *Callista chione* Shells as Raw Material for Retouched Tools in South-East Italy: Analysis of Grotta del Cavallo Layer L Assemblage with a New Methodology, *Journal of Archaeological Method and Theory*, 22, 4, p. 1007-1031.
- ROMAGNOLI F., BAENA J., SARTI L. (2016) – Neanderthal Retouched Shell Tool and Quina Economic and Technical Strategies: An Integrated Behavior, *Quaternary International*, 407, p. 29-44.
- ROMAGNOLI F., BAENA J., PARDO NARANJO A. I., SARTI L. (2017) – Evaluating the Performance of the Cutting Edge of Neanderthal Shell Tools: A New Experimental Approach. Use, Mode of Operation, and Strength of from a Behavioural, Quina Perspective, *Quaternary International*, 427, p. 216-228.
- ROY K., MILLER D. J., LABARBERA M. (1994) – Taphonomic Bias in Analyses of Drilling Predation: Effects of Gastropod Drill Holes on Bivalve Shell Strength, *Palaeos*, 9, p. 413-421.
- SALAMON M. A., GORZELA K. P., NIEDŹWIEDZKI R., TRZEŚSIOK D., BAUMILLER T. K. (2014) – Trends in Shell Fragmentation as Evidence of Mid-Paleozoic Changes in Marine Predation, *Paleobiology*, 40, 1, p. 14-23.
- SERRAND N., VIGNE J.-D. (2011) – La malacofaune et les crustacés : subsistance et matières premières, in J. Guilaine, F. Briois et J.-D. Vigne (dir.), *Shillourokambos. Un établissement néolithique pré-céramique à Chypre. Les fouilles du secteur 1*, Paris, Errance et École française d'Athènes, p. 807-833.
- STEENSTRUP J. J. S. (1872) – *Sur les Kjokkenmoddings de l'âge de la Pierre et sur la faune préhistorique de Danmark*, extrait des Bulletins du Congrès international d'archéologie préhistorique à Copenhague en 1869, [p. 135-174], Copenhague, Thiele, 40 p.
- SUÁREZ DÍEZ L. (1977) – *Tipología de los objetos prehispánicos de concha*, México, INAH (Colección Científica, 54), 209 p.
- SUÁREZ DÍEZ L. (1981) – *Técnicas prehispánicas en los objetos de concha*, México, INAH (Colección Científica, 14), 127 p.
- SZABÓ K. (2008) – Shell as Raw Material: Mechanical Properties and Working Techniques in the Tropical Indo-West Pacific, *Archaeofauna*, 17, p. 125-138.
- SZABÓ K., DUPONT C., DIMITRIJEVIC V., GASTÉLUM GÓMEZ L. G., SERRAND N., (2014) – *Archaeomalacology: Shells in the Archaeological Record*, actes du 11<sup>e</sup> Colloque ICAZ, Archaeomalacology Working group (Paris, 23-28 août 2010), Oxford, Archaeopress (BAR, International Series 2666), 256 p.
- SZABÓ K., KOPPEL B. (2015) – Limpet Shells as Unmodified Tools in Pleistocene Southeast Asia: An Experimental Approach to Assessing Fracture and Modification, *Journal of Archaeological Science*, 54, p. 64-76.
- TABORIN Y. (1974) – La parure en coquillage de l'Épipaléolithique au Bronze ancien en France, *Gallia Préhistoire*, 17, 2, p. 307-417.
- TABORIN Y. (1977) – Les objets de parure, *Gallia Préhistoire*, 20, 1, p. 205-214.
- TRIGGER B. G. (1986) – *Native Shell Mounds of North America: Early studies*, New York, Garland, 555 p.
- VASCONCELOS P., MORGADO-ANDRÉ A., MORGADO-ANDRÉ C., GASPAR M. B. (2011) – Shell Strength and Fishing Damage to the Smooth Clam (*Callista chione*): Simulating Impacts Caused by Bivalve Dredging, *Ices, Journal of Marine Science*, 68, p. 32-42.
- VIGIÉ B. (1987) – Essai d'étude méthodologique d'outils sur coquillages de la grotte de Camprafaud (Ferrières-Poussarou, Hérault), *L'Anthropologie*, 91, p. 263-272.
- VIGIÉ B. (1995) – Du déchet alimentaire à l'objet coquillier : le statut des coquillages en milieu archéologique, in G. Camps (dir.), *L'homme préhistorique et la mer*, actes du 120<sup>e</sup>

- Congrès du CTHS (Aix-en-Provence, 23-26 octobre 1995), Paris, CTHS, p. 351-354.
- VIGIÉ B., COURTIN J. (1986) – Les outils sur coquilles marines dans le Néolithique du Midi de la France, *Mesogée*, 46, 1, p. 51-61.
- VIGIÉ B., COURTIN J. (1987) – Le problème des coquillages à bord dentelé dans la Préhistoire du Midi de la France, *Mesogée*, 47, p. 93-98.
- WALTER L. M., BURTON E. A. (1990) – Dissolution of Recent Platform Carbonate Sediments in Marine Pore Fluids, *American Journal of Science*, 290, p. 601-643.
- WASELKOV G. A. (1987) – Shellfish Gathering and Shell Midden Archaeology, Advances, in M. B. Schiffer (dir.), *Archaeological Method and Theory*, New York, Academic Press, p. 93-210.
- WESTON E., SZABÓ K., STERN N. (2017) – Pleistocene Shell Tools from Lake Mungo Lunette, Australia : Identification and Interpretation Drawing on Experimental Archaeology, *Quaternary International*, 427, p. 229-242.
- WODINSKY J. (1969) – Penetration of the Shell and Feeding on Gastropods by Octopus, *American Zoologist*, 9, p. 997-1010.
- WOLVERTON S., RANDKLEV C. R., KENNEDY J. H. (2010) – A Conceptual Model for Freshwater Mussel (Family: *Unionidae*) Remain Preservation in Zooarchaeological Assemblages, *Journal of Archaeological Science*, 37, 1, p. 164-173.
- WORSAAE J. (1849) – *The Primeval Antiquities of Denmark*, Londres, John Henry Parker, 157 p.
- ZUSCHIN M., STANTON R. J. (2001) – Experimental Measurement of Shell Strength and its Taphonomic Interpretation, *Palaios*, 16, p. 161-170.
- ZUSCHIN M., STACHOWITSCH M., STANTON R. J. (2003) – Patterns and Processes of Shell Fragmentation in Modern and Ancient Marine Environments, *Earth-Science Reviews*, 63, p. 33-82.

**Laura MANCA**

UMR 7209 Archéozoologie, Archéobotanique  
Sociétés, pratiques et environnements  
Muséum national d'histoire naturelle, CNRS  
CP55 ou 56, 55 rue Buffon  
75005 Paris  
laura.manca@mnhn.fr





« À coup d'éclats ! »

*La fracturation des matières osseuses en Préhistoire :*

*discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*

Actes de la séance de la Société préhistorique française de Paris (25 avril 2017)

Textes publiés sous la direction de Marianne CHRISTENSEN et Nejma GOUTAS

Paris, Société préhistorique française, 2018

(Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 55-97

www.prehistoire.org

ISSN : 2263-3847 – ISBN : 2-913745-74-1

## Extraction, partition, réduction ou fracturation ? De quoi parlons-nous ?

### Discussion sur la production de supports allongés (baguette, éclat baguettaire vs éclat)

Nejma GOUTAS et Marianne CHRISTENSEN,  
avec la collaboration d'Élise TARTAR, Romain MALGARINI, José Miguel TEJERO  
et Julien TREUILLOT

---

**Résumé :** L'objectif de cet article est de poser un regard critique sur la polysémie du concept de fracturation des matières osseuses au sein de la littérature scientifique. La définition d'un cadre lexical et conceptuel commun en technologie osseuse est un travail sur le long terme, ce qui explique la persistance, aujourd'hui encore, d'une certaine disparité terminologique et sémantique induisant des difficultés de compréhension ou des contre-sens. Nous proposons donc de discuter des principales terminologies descriptives et analytiques actuellement en vigueur afin d'identifier l'origine de certaines confusions. Celles-ci tiennent assurément à la diversité des sens donnés au mot « fracturation » dans la littérature scientifique. Ce dernier se substitue ainsi fréquemment aux expressions : « débitage par fracturation » et « schéma technique de transformation (ou schéma opératoire) par fracturation ». Il est aussi employé pour désigner une technique de percussion (la percussion diffuse) ou encore une famille de techniques, et se substitue alors fréquemment à l'expression « techniques de fracturation ». Les ajustements terminologiques que nous proposons, tout en restant perfectibles, suggèrent de rejeter certains emplois incohérents ou discutables du terme fracturation, pour restreindre ce terme à une méthode de débitage spécifique, associée à des produits, des déchets et des stigmates eux-mêmes spécifiques.

**Mots-clés :** technologie osseuse, expérimentation, méthodologie, terminologie, fracturation, extraction, partition, réduction, baguette, éclat baguettaire, éclat.

**Abstract :** This article aims to take a critical look at the polysemous concept of the fracturing of osseous materials referred to in the scientific literature. It takes a long time to define a common lexical and conceptual framework dedicated to bone technology. This explains the persistence, still today, of distinct terminological and semantic disparities introducing misunderstandings and nonsense. We propose here to discuss the main descriptive and analytical terminologies currently in use in order to identify the origin of distinct misunderstandings. The latter are certainly due to the diversity of meanings given to the word 'fracturing' in the scientific literature. Fracturing is thus frequently used as a substitute for 'debitage/blank production by fracturing' and 'technical transformation scheme (or operational scheme) by fracturing'. It is also used to designate a percussion technique (breaking by diffuse and direct percussion) or a family of techniques, and then frequently replaces the expression 'fracturing techniques'. The terminological adjustments proposed here, although they remain perfectible, suggest that certain inconsistent or questionable uses of the term 'fracturing' must be rejected and its use be restricted to a specific method of debitage, associated with products, waste and stigmata which are themselves specific.

**Keywords:** bone processing technology, experimentation, methodology, terminology, fracturing, extraction, partitioning, reduction, rod, 'rod-shaped' flake, flake.

---



Pour comprendre de quoi on parle, il faut s'entendre sur le sens que l'on donne aux mots. Cette assertion pourrait sembler des plus triviales, pour autant il faut reconnaître qu'aucun pan de la recherche n'échappe aux écueils du syndrome de la tour de Babel, et la technologie des matières osseuses pas plus que les autres. Porter un jugement de valeur sur ces évolutions sémantiques serait quelque peu anachronique, et donc stérile, dans la mesure où la mise en œuvre progressive d'une terminologie commune est un processus consubstantiel de la structuration de la recherche.

N'oublions pas, en outre, que la technologie des matières dures d'origine animale a cette particularité de devoir composer avec une très grande diversité des matériaux étudiés – os, bois de cervidé, coquille, test d'œuf, ivoire « vrai » (*sensu* Poplin, 1995), dent et corne. Qui plus est, ces matériaux se déclinent selon une variété de morphologies et de structures conférant des propriétés mécaniques spécifiques à chacun d'entre eux. Tous ces éléments varient, de plus, suivant l'espèce, l'âge, la partie anatomique choisie, et même parfois le sexe ou l'état de santé de l'animal pourvoyeur de la ressource. À ces variables s'ajoutent l'état de fraîcheur des matières exploitées (frais, sec, semi-frais ou semi-sec, fossile) et les biais induits par les altérations taphonomiques. On comprend aisément la difficulté qu'il y a à définir un cadre méthodologique et terminologique commun et cohérent pour l'ensemble de ces matières.

Certaines recherches ont néanmoins œuvré à poser ce cadre, en s'inspirant des travaux dans le domaine de la technologie lithique, tout en s'adaptant aux spécificités des matières osseuses (propriétés histologiques et mécaniques). Ce cadre méthodologique et terminologique s'est progressivement mis en place à partir des années 1970-1980, notamment sous l'impulsion d'Henriette Camps-Fabrer et de la commission de l'os pré et protohistorique (voir Christensen, Goutas *et al.*, ce volume pour une synthèse historiographique). Néanmoins, la définition d'un cadre lexical et conceptuel commun est un travail de longue haleine qui suit l'évolution des recherches, ce qui explique la persistance, aujourd'hui encore, d'une certaine disparité terminologique et sémantique qui conduit parfois à des difficultés de compréhension ou à des contre-sens. En ce sens, plusieurs travaux (Averbouh et Provenzano, 1998-1999; Averbouh, 2000; Provenzano, 2001; Christensen, 2015) ont proposé de poser les fondements d'une terminologie universelle des techniques et des stigmates qui leurs sont liés, à partir de connaissances expérimentales approfondies du matériel osseux et de ses spécificités (pour exemple, voir : Semenov, 1964; Chech, 1974; Newcomer, 1977; Campana, 1987 et 1989; Sénépart, 1992; Vincent, 1993; Sidéra, 1993; Fritz, 1999; Choï, 1999; David, 1999; Liolios, 1999; Christensen, 1999; Maigrot, 2003; Goutas, 2004; Pétilion, 2006; Legrand, 2007; etc.). Ces travaux reposent sur trois démarches :

- une démarche purement conceptuelle qui entend poser les bases d'une terminologie réfléchie ;
- une démarche expérimentale et descriptive, afin d'appréhender les spécificités de chaque matière osseuse

(description précise des stigmates techniques jalonnant l'ensemble de la chaîne opératoire) et de mettre en place un référentiel expérimental de comparaison ;

- une démarche analytique visant à inscrire la technique dans un schéma opératoire général, d'une part, et dans un schéma chrono-culturel, d'autre part.

Pour autant, aspirer à définir une terminologie qui fasse pleinement consensus est nécessairement un vœu pieux. Tendre à l'élaboration d'une terminologie fédératrice est davantage réaliste, dès lors que ce processus de construction du discours se fonde sur des réflexions collectives, nourries d'une ambition de partage des connaissances et des expériences. Une telle démarche ne peut s'inscrire que sur le temps long, car elle a nécessairement vocation à muter et à s'améliorer au fur et à mesure que nos connaissances des industries osseuses préhistoriques se renouvellent. En définitive, en paraphrasant un proverbe des Shadock : « Ce n'est qu'en essayant continuellement que l'on finit par réussir... en d'autres termes... Plus ça rate et plus on a de chances que ça marche... ».

### **DU PAN DE FRACTURE ... AUX STIGMATES « SECONDAIRES »**

Parler de fracturation implique nécessairement de discuter du pan de fracture. Le pan de fracture désigne « [...] une cassure ou une coupure sécante à la surface » d'un matériau (Averbouh, 2000, p. 184). Dans le cas de matériaux pleins de structure binaire comme le bois de cervidé ou les côtes, le pan de fracture se compose, dans certains cas, de deux pans latéraux encadrant une surface d'arrachement (fig. 1a), et dans d'autres, exclusivement d'un pan de fracture (fig. 1c); ce dernier cas vaut aussi pour les matériaux de structure non binaire comme l'ivoire (fig. 1d). En revanche, dans le cas de matériaux creux, comme l'os long, le pan de fracture ne présente pas de surface d'arrachement (fig. 1b).

Le pan de fracture est provoqué par une violente contrainte mécanique aboutissant à la rupture du matériau. Les deux surfaces nées de cette rupture, et affectant le matériau de part et d'autre de la zone de déchirement, sont brutes. Elles peuvent être identiques, on pourra alors les qualifier de « jumelles » ou donner lieu à la formation de reliefs se complétant en positif et négatif (cf. fig. 1a et fig. 1c). Cette rupture peut être causée par une altération naturelle (du vivant de l'animal, par exemple), des facteurs taphonomiques ou par une action volontaire (humaine ou animale). Dans l'absolu, quand l'origine taphonomique peut être prouvée, il est préférable de parler de fragmentation pour réserver le terme de fracturation à une action biologique intentionnelle ou pour désigner un endommagement d'ordre fonctionnel (pour une discussion fracture/fragmentation, voir Johnson, 1985; Outram, 1998; Villa et Mahieu, 1991). Dans nombre de cas, la distinction n'est pas aisée, notamment sur bois de cervidé, ivoire ou coquille.

En technologie lithique, une cassure (accidentelle ou intentionnelle) est, en outre, distinguée d'une fracture de



**Fig. 1** – Pans de fracture. a : issu d'un rainurage-fendage sur bois de cervidé avec surface d'arrachement; b : issu d'un éclatement d'un bloc diaphysaire; c : issu d'un détachement d'éclat sur bois de cervidé (fracture de type conchoïdale); d : issu d'un rainurage/fendage sur défense d'éléphant (clichés TECHNOS et M. Christensen).

**Fig. 1** – Fracture plans. a: stemming from grooving/splitting of cervid antler with removal scar; b: stemming from breaking on diaphyseal block; c: stemming from knapping on cervid antler (conchoidal fracture); d: stemming from grooving/splitting on elephant ivory (photos TECHNOS and M. Christensen).

débitage (Tixier *et al.*, 1980). En technologie osseuse, cette distinction est souvent moins aisée et cette nuance a été moins exploitée. Lorsque deux ou davantage de fragments d'une même pièce peuvent être « recollés », et que le pan de fracture découle d'une fracture fonctionnelle ou d'une fragmentation, Jean-Marc Pétilion (Pétilion, 2006) suggère de parler de « raccord », tel qu'il est cou-

ramment fait en technologie lithique. Quand le pan de fracture découle d'une action technique de débitage et que l'élément détaché peut être physiquement repositionné sur son bloc d'origine, nous parlerons alors de « remontage physique » selon l'expression couramment admise en technologie lithique (Averbouh, 2000, voir *infra*).

Lorsque l'origine anthropique est avérée, la fracturation relève généralement d'une recherche alimentaire ou technique ou des deux à la fois. Si l'on raisonne sur la seule présence d'un pan de fracture, il est impossible d'identifier l'intention sous-jacente à sa formation, et il serait hasardeux de déterminer la technique en jeu. En effet, différentes techniques relevant d'un geste de percussion – surfacique ou linéaire, directe ou indirecte (fig. 2)

– peuvent conduire à la formation d'un pan de fracture. Ce stigmat, dit « caractéristique » (Averbouh, 2000, p. 137) ou « principal » (Christensen, 2015, p. 27) est, en effet, le plus visible, parfois même le seul encore visible sur des assemblages ayant subi diverses altérations post-dépositionnelles. De fait, il est nécessaire de rechercher d'autres stigmates, parfois très discrets, et dénommés « stigmates secondaires » (Christensen, 2015 ; voir aussi Goutas *et al.*,

a - *percussion surfacique*



b - *percussion surfacique*



c - *percussion linéaire indirecte*



d - *pression statique*

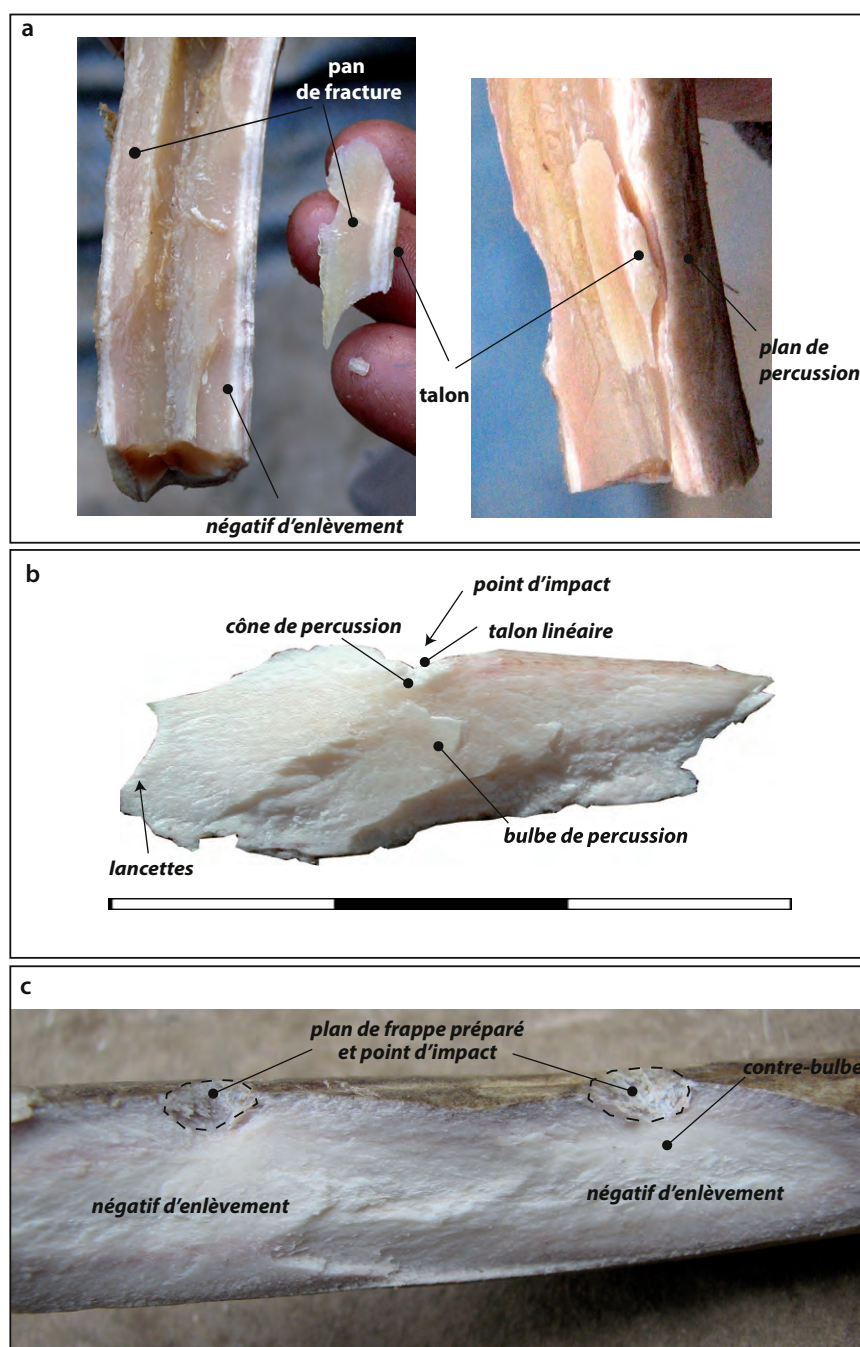


**Fig. 2** – Techniques de fracture et stigmates. a : éclatement (percussion surfacique) ; b : retouche (percussion surfacique) ; c : fendage (percussion linéaire indirecte) ; d : flexion (pression statique) (clichés TECHNOS et M. Christensen).

**Fig. 2** – Breaking techniques and stigmata. a : breaking (surface percussion) ; b : retouch (surface percussion) ; c : splitting (indirect linear percussion) ; d : bending (static pressure) (photos TECHNOS and M. Christensen).

ce volume ; Malgarini et Bodu, ce volume). Ce n'est qu'en traquant la présence ou l'absence de point d'impact, de bulbe, de lancettes, de gouttière, d'écrasement, de fissure, d'éclats adhérents etc., tout en prenant en compte des aspects particuliers du pan de fracture (son incidence, sa délimitation, sa texture, son orientation etc.) que l'on peut envisager identifier quelle technique (ou quel procédé) a été utilisée (fig. 3). Les recherches et les expérimentations

conduites dans le cadre du thème « Ressources animales » travaillent ainsi à préciser ces critères discrets sur os, bois de cervidé et coquilles, afin de discriminer ceux qui sont ubiquistes et ceux qui sont ou seraient diagnostiques d'une technique plutôt que d'une autre. Mais au-delà de l'identification précise des techniques de percussion employées, ce qui importe est de comprendre les objectifs techno-économiques poursuivis.



**Fig. 3** – Pans de fracture, négatifs d'enlèvement et stigmates secondaires associés à la fracture conchoïdale sur la matière osseuse. a : pan de fracture, négatif d'enlèvement et éclat de retouche sur fragment de diaphyse ; b : éclats de retouche avec point d'impact, talon linéaire, bulbe et lancettes ; c : négatifs d'enlèvement sur bois de renne : points d'impact sur surface préparée et contre-bulbe (clichés TECHNOS).  
**Fig. 3** – Fracture plans, removal flake on a diaphysis fragment ; b : retouch flakes with impact point, linear butt, bulb and hackles ; c : removal scar on reindeer antler: impact marks on prepared striking platform and counter-bulb (photos TECHNOS).

## DE LA TECHNIQUE AU SCHEMA CONCEPTUEL D'EXPLOITATION DU BLOC...

À ce stade s'opère une précision essentielle, à savoir qu'une même technique de percussion – par exemple, la percussion diffuse directe (où « éclatement », *sensu* Christensen, 2015) – peut intervenir dans différentes méthodes de débitage des blocs (voir *infra*). De la même manière, une même méthode de débitage – par exemple le débitage par partition – peut être mise en œuvre selon différentes techniques (plusieurs fois la même : éclatement, fendage, etc. ou en combinant différentes techniques). Selon les cas, les produits obtenus peuvent avoir des statuts techniques similaires ou radicalement différents : ils peuvent être des supports ou des déchets de fabrication.

Pour bien poser notre propos, il nous faut dès à présent préciser le sens que nous donnons à certains termes, en commençant par ceux relatifs à la décomposition de la chaîne opératoire de fabrication. Notre objectif n'étant pas de poser une énième terminologie, nous nous appuierons autant que possible sur celles déjà existantes, et les plus couramment employées. Dans certains cas, nous proposerons l'emploi préférentiel d'un terme plutôt que d'un autre, en renvoyant le lecteur aux équivalences terminologiques existantes par ailleurs dans la littérature. Ce premier travail de synthèse ne se veut nullement exhaustif, cela est impossible. L'objectif est uniquement d'offrir quelques repères dans la diversité des termes employés pour désigner une même technique ou, *a contrario*, des interprétations données à un même terme.

### Terminologie relative à la décomposition de la chaîne opératoire

Le premier niveau de subdivision est la « technique ». Celle-ci désigne tout ce qui relève de l'action élémentaire de l'Homme sur la matière et peut ainsi concerner différents domaines d'activité : l'acquisition des matières, leur traitement, leur transformation, et leur utilisation (Leroi-Gourhan, 1971 [1943] et 1973 [1945]). Cette action est l'un des témoins du savoir-faire de l'artisan, c'est-à-dire : « sa capacité à effectuer des opérations mentales et à estimer le résultat de l'opération » (Pelegrin, 1991a, p. 109). Différents éléments caractérisent une technique (Leroi-Gourhan, 1971 [1943]; Pelegrin, 1991b; Averbouh et Provenzano, 1998-1999) :

- le mode d'application de la force (par ex : la percussion surfacique directe aussi dénommée percussion diffuse directe, voir Christensen, 2015);
- l'outil utilisé (sa nature, la morphologie de sa partie active – linéaire, diffuse, punctiforme –, son poids, etc.);
- le geste (puissance ; perpendiculaire ou longitudinal, etc.).

Le second est le « procédé » qui, *sensu* Aline Averbouh, désigne « une courte séquence de gestes orientée

vers un objectif suffisamment indifférencié (sectionner, perforer) pour pouvoir être intégré dans différentes opérations (débitage, façonnage) » (Le Dosseur, 2006, p. 70). Il est « [...] caractérisé par les techniques mises en œuvre, leur agencement et le résultat recherché » (Averbouh, 2000, p. 56).

Enfin, la « méthode » constitue le dernier découpage de la chaîne opératoire et traduit la volonté systématique d'atteindre un objectif précis par l'agencement d'une succession raisonnée d'opérations (Tixier *et al.*, 1980 cité in Averbouh, 2000, p. 176).

### Terminologie relative à la reconstitution de la chaîne opératoire

Le débitage désigne « une action qui consiste à fractionner la matière première afin d'obtenir des supports » (Inizan *et al.*, 1995, p. 59).

Le façonnage désigne « l'action intentionnelle de mettre en forme les supports choisis quelle que soit la méthode de transformation suivie » (Averbouh, 2000, p. 59).

La chaîne opératoire, et en particulier ici la chaîne opératoire de transformation<sup>(1)</sup>, désigne le processus analytique qui permet d'organiser dans le temps et l'espace, à l'échelle individuelle d'un bloc la « succession ordonnée des gestes, organiquement liés les uns aux autres par une intention technique, un projet économique et des connaissances » (Pigeot, 1991, p. 43; Averbouh, 2000). D'un point de vue statique, la chaîne opératoire se décompose en opérations qui constituent la procédure (c'est-à-dire « des façons de faire »). D'un point de vue dynamique, elle décrit le déroulement dans le temps, et s'organise en phases et séquences au sein du processus de transformation (Pigeot, 1991 et 2011; Inizan *et al.*, 1995; Averbouh, 2000).

La reconstitution d'une chaîne opératoire – c'est-à-dire l'histoire individuelle d'un bloc – nécessite le recours aux remontages physiques (Karlin *et al.*, 1991; Karlin et Pelegrin, 1994). Si ce type de remontage est des plus communs en technologie lithique, il reste exceptionnel en technologie osseuse, car les techniques de travail par suppression progressive de matière ainsi que les altérations taphonomiques n'autorisent pas, le plus souvent, le repositionnement des produits sur leur bloc d'origine. Les mobiliers osseux nous contraignent généralement à pratiquer une analyse globale, autrement désignée : « schéma opératoire », « schéma technique de transformation » ou encore « chaîne opératoire globale » et pouvant être définie comme : « la modélisation, en un schéma synthétique, de l'ensemble des chaînes opératoires semblables dans leur principe technique et économique. Il reflète l'histoire collective d'un ensemble de blocs et apporte des informations sur la procédure et le processus de leur transformation » (Averbouh, 2000, vol. 2, p. 175). Cet outil méthodologique théorique, que nous préférons désigner sous les seuls termes de « schéma opératoire », permet de mettre « en valeur la similitude (et l'homogénéité conceptuelle) des réponses fournies par l'ensemble des

opérateurs de la transformation des blocs d'un site, d'une période etc. En ce sens, et suivant le niveau auquel on se situe, il peut avoir valeur de caractérisation géographique, chronologique et culturelle » (Averbouh, 2000, vol. 1, p. 21). L'organisation dans le temps et l'espace des schémas opératoires permet de mettre en évidence un nombre assez limité de *patterns* d'exploitation des blocs, cinq selon ce même auteur. Pour bien les distinguer du concept de schéma opératoire, en tant qu'outil d'analyse, l'expression « schéma de transformation » (Averbouh, 2000) leur sera exclusivement réservée. Quatre relèvent du débitage : les schémas de transformation par fracturation, par segmentation, par partition et par extraction. Le cinquième, le façonnage direct, n'implique pas d'étape de production à proprement dit de support ; il concerne exclusivement sa mise en forme.

Comme nous le verrons plus loin, nous proposons d'ajouter un sixième schéma : la réduction progressive. (voir *infra*).

Dans le cadre d'un schéma ou d'une chaîne opératoire de fabrication, la méthode reflète une certaine façon d'exploiter un bloc dans l'objectif de produire un type de support en particulier, indépendamment des moyens mis en œuvre (Tixier, 1967 ; Pelegrin, 1995). C'est ce que nous appelons la « finalité technique » du débitage, et que nous distinguons de sa « finalité économique », c'est-à-dire la destination fonctionnelle des supports produits (fabrication d'une pointe de projectile, d'une pièce intermédiaire, d'un lisseur etc.).

### **Terminologie relative à certains produits du débitage : éclats et produits baguettaires**

#### *Éclat vs baguette et éclat longitudinal vs éclat transversal*

En technologie lithique, le terme générique d'éclat désigne un produit issu de la taille, sans ce que cela « ne présume ni de dimensions, ni d'une morphologie, ni d'une destination particulière » ; lorsqu'il est de forme allongée, « de telle manière que sa longueur soit deux fois, ou plus, supérieure à sa largeur », il est qualifié de lame (Inizan *et al.*, 1995, p. 34, 144 et 149).

Par analogie, en technologie osseuse, l'équivalent de la lame est la baguette, c'est-à-dire un support nettement plus long que large, aux bords plus ou moins parallèles, ou convergents, de contour généralement quadrangulaire ou fusiforme, dont la régularité des bords et des profils peut être variée (Averbouh, 2000 ; Goutas, 2004).

Le terme d'éclat *stricto sensu* sera de préférence réservé aux produits (déchets ou supports) aussi longs que larges ou plus larges que longs, mais jamais plus long que large, découlant d'une fracture longitudinale du bloc. Les produits résultant d'une fracture transversale, et conservant de fait la section complète de l'élément anatomique exploité, sont parfois désignés plus spécifiquement par les termes de « fragments » (si la fracture affecte les deux extrémités du bloc, voir Christensen,

2015) ou « d'éclats transversaux » (si la fracture affecte une ou les deux extrémités, voir Le Dosseur, 2006, p. 114).

#### *Éclat lato sensu vs éclat conchoïdal*

La définition d'éclat *lato sensu* proposée ici est plus souple que celle en usage en technologie lithique qui désigne un éclat issu d'une roche à « cassure conchoïdale » (courbe concave ou convexe, rappelant une coquille ; Inizan *et al.*, 1995), reconnaissable par les stigmates produits par la propagation de l'onde de fracture, et qui peuvent se résumer ainsi :

- sur la face inférieure ou face d'éclatement [...] : ondulations de percussion ou de pression, bulbe, lancettes, etc. ;
- sur le talon (ou partie détachée du plan sur lequel on a frappé ou pressé) : traces de préparation, point d'impact, etc. (Inizan *et al.*, 1995, p. 34).

En technologie osseuse, la définition de l'éclat tient compte de la spécificité des matières dures animales. Certains éclats d'os, d'ivoire ou de coquille, dans leur forme et les stigmates associés s'apparentent ainsi très fortement à ces « éclats conchoïdaux » (voir Christensen, Legoupil *et al.*, ce volume ; Treuillot, ce volume ; Giryra et Khlopachev, ce volume), raison pour laquelle, il est utile d'employer la terminologie appliquée aux roches à cassure conchoïdale. En revanche, le bois de cervidé, par sa structure binaire particulière et sa composition plus organique, est un matériau moins « clastique » que les autres matières dures animales. De fait, les éclats sur bois animal ne s'accompagnent pas systématiquement des stigmates de fracture décrits plus haut ; en général, seul le talon est présent, éventuellement accompagné d'un bulbe de percussion et d'un point d'impact, et parfois de lancettes.

#### *De la baguette lato sensu à la production baguettaire...*

La production de baguettes est une des innovations qui caractérise les industries osseuses du Paléolithique supérieur, et ceci dès l'Aurignacien. À l'échelle du Paléolithique supérieur, pour parvenir à produire ce type de support, les groupes humains ont utilisé différents procédés et méthodes de débitage, ce qui a induit des variantes morphologiques et dimensionnelles dans les baguettes produites. Au-delà de leur spécificité et de leur variabilité, selon les contextes économiques et culturels associés, ces produits partagent un dénominateur commun : leur caractère allongé et des bords relativement parallèles, justifiant de notre point de vue une acception large du mot baguette, ce que sous-tend l'expression « production baguettaire »<sup>(2)</sup>. Ainsi plusieurs méthodes permettent ce type de production : la partition, l'extraction, la réduction progressive (voir définition *infra*), etc. Ces méthodes de débitage peuvent être appliquées via des procédés différents. Par exemple le débitage par extraction peut être réalisé par un procédé

de double rainurage longitudinal ou un procédé de tronçonnage-fendage, etc. Ces choix sont fonction à la fois des propriétés morphologiques, mécaniques et structurales des blocs de matières premières exploités (origine, anatomie, densité, état de fraîcheur etc.), mais aussi des objectifs économiques poursuivis et des normes techniques et culturelles spécifiques aux groupes humains<sup>(3)</sup>. La « production baguettariaire » désigne donc une certaine conception du support recherché, sans présager nullement des moyens mis en œuvre. Elle facilite, en ce sens, les comparaisons diachroniques quant aux évolutions techno-économiques qu'a connu cet objectif de production, au cours du temps (voir *infra*).

### La baguette « vraie » et l'éclat baguettariaire

Au-delà d'une acception large du terme baguette, inspirée de la notion de lame en technologie lithique<sup>(4)</sup>, nous proposons d'opérer une distinction, entre la baguette « vraie » et l'éclat baguettariaire :

– la « baguette vraie » désigne un support de forme hautement artificielle et standardisée, découlant d'une exploitation très sélective (par extraction<sup>(5)</sup> ou par partition) dans l'épaisseur du bloc, quel que soit le procédé employé. Ce type de baguette est généralement associé à des procédés faisant appel à la technique du rainurage le long des deux bords du futur support (par ex. extraction par double rainurage longitudinal ou partition successive par rainurage) ;

– l'« éclat baguettariaire » désigne un produit de forme allongé, étroit ou large, mais moins régulier et moins normé que la « baguette vraie ». Ce produit peut correspondre à un support intentionnellement recherché, mais éventuellement aussi à un déchet de fabrication (chute ou raté de débitage à l'issue par exemple d'une partition). Les éclats baguettariaires ne sont pas à proprement parler des éclats (voir *supra*), car bien plus longs que larges, tout en se distinguant des baguettes vraies par une pré-détermination simultanée moins importante de leur morphologie et de leurs trois dimensions (longueur, largeur, épaisseur).

## UN TERME POUR DÉSIGNER DIFFÉRENTES RÉALITÉS TECHNIQUES ET ÉCONOMIQUES...

Ayant défini les bases terminologiques descriptives et analytiques que nous emploierons, essayons maintenant de mieux comprendre l'origine des confusions quant à l'emploi du terme « fracturation ». Celles-ci tiennent assurément à la diversité des sens donnés à ce mot dans la littérature scientifique. Le terme de « fracturation » se substitue ainsi fréquemment aux expressions : « débitage par fracturation » et « schéma technique de transformation (ou schéma opératoire) par fracturation » (voir *supra*, définitions). Il est parfois aussi employé pour désigner une famille de techniques, et se substitue ainsi fréquemment à l'expression « techniques de fracturation ».

Ces raccourcis de langage découlent souvent d'une volonté de faciliter le processus d'écriture, tout en rendant moins ardue la lecture des analyses technologiques, mais ils ont aussi pour corollaire de générer des difficultés de compréhension. La diversité des termes employés au sein même de la production scientifique des collaborateurs du thème « Ressources animales », en est une bonne illustration. Bien que les hiérarchisations terminologiques et conceptuelles évoquées plus haut aient été clairement explicitées par plusieurs auteurs (Averbouh, 2000 ; Provenzano, 2001 ; etc.), force est de constater qu'une souplesse d'emploi de ces terminologies s'est progressivement instaurée. Pour ce faire, une proposition de simplification de certains termes ou classifications relatifs à la décomposition ou à la reconstitution de la chaîne opératoire de fabrication a ainsi été récemment proposée (Christensen, 2015, ici : fig. 4 ; voir *infra*).

Le mot « fracturation » est aussi et surtout employé pour désigner une technique en particulier<sup>(6)</sup>, la plus ancienne connue (dès le Paléolithique inférieur, Henri-Martin, 1910 ; ETTOS, 1985 ; Vincent, 1985 ; Inizan *et al.*, 1995), celle consistant à l'aide d'un percuteur (généralement minéral), offrant un contact surfacique, à frapper un bloc en vue de le morceler. Cette technique est désignée de différentes façons : percussion directe

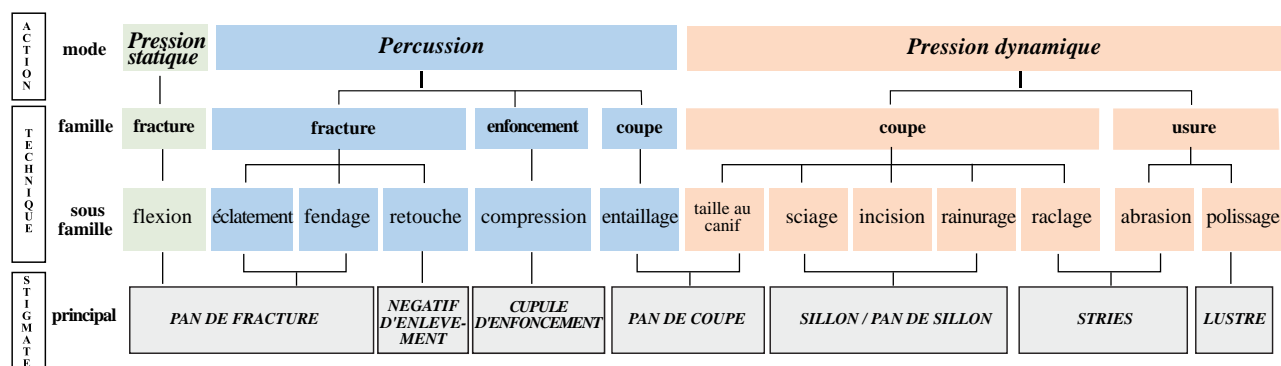


Fig. 4 – Taxinomie des techniques (d'après Christensen, 2015, fig. 5).

Fig. 4 – Taxinomy of the techniques (after Christensen, 2015, fig. 5).

(Vincent, 1985; Heckel et Wolf, 2014), percussion lancée diffuse (Averbouh, 2000), percussion diffuse (Tejero, 2010), percussion surfacique (Christensen, 2015), en association ou non avec le qualificatif « directe »; ce dernier étant généralement considéré comme implicite dans le cadre des matériaux osseux. À l'image des travaux conduits dans le cadre du programme collectif de recherche « Des traces et des hommes », nous ne recourons pas aux termes de « percussion posée » (Leroi-Gourhan, 1973 [1945]), une percussion induisant nécessairement un geste lancé (Thiébaud *et al.*, 2007). On attirera l'attention du lecteur sur le fait que le qualificatif « lancé » s'applique dans certains cas au percuteur : c'est le cas de la « percussion lancée diffuse » (Averbouh, 2000; ici : fig. 5a) et dans d'autres, au bloc de matière, c'est le cas de la « percussion lancée sur enclume » (Tixier, 1967; Inizan *et al.*, 1995, ici : fig. 5c).

Rappelons que trois modes d'action sur la matière, c'est-à-dire le type de force appliquée, peuvent être distingués : la pression statique, la pression dynamique et la percussion (Christensen, 2015); cette dernière est souvent utilisée comme synonyme de fracturation. Or, ce mode d'action, la percussion, est commun à différentes techniques (cf. fig. 4), qui peuvent intervenir au sein de différentes méthodes de débitage et de façonnage, et non pas seulement dans le cadre d'un « débitage par fracturation ». L'origine de cette confusion vient sans doute qu'en technologie lithique, la percussion fut définie comme l'application « d'une force pour fractionner la matière première » (Inizan *et al.*, 1995, p. 30), et que dans ce même manuel, elle figure comme le premier échelon de description des techniques de taille. La percussion étant subdivisée en percussion directe et percussion indirecte (fig. 5a à fig. 5c). Or, si on accepte l'idée que chaque fois que l'on agit par percussion sur une matière, on peut parler de « fracturation », le risque est que soit involontairement mis sur le même plan d'égalité des choses très différentes, comme l'explosion d'un os posé au sol à l'aide d'un gros

bloc jeté dessus ou le fait de diviser longitudinalement un os long en deux ou quatre par percussion directe diffuse ou par insertion d'une pièce intermédiaire. Dans les trois cas, on agit par une percussion (unique ou répétée), mais les outils utilisés varient (galet, bloc de pierre, pièce intermédiaire, enclume etc.) et les résultats ne sont pas comparables et les objectifs non plus. De fait, l'emploi du terme fracturation pour désigner un mode d'action sur la matière est forcément gage de confusion et serait à éviter.

Pour les mêmes raisons, son emploi pour désigner une famille de techniques risque d'être dévoyé<sup>(7)</sup>. Pour éviter que des termes, par ailleurs clairement définis dans nombre de terminologies en vigueur ne soient détournés involontairement de leur sens premier, ce que l'usage ne fait que confirmer, faut-il limiter ce terme de fracturation à une acception très restrictive, celle d'une technique en particulier ? Et dans ce cas laquelle ? Même si arbitrairement, on réservait ce terme uniquement à la percussion diffuse directe (ou éclatement), serions-nous à l'abri de risques de confusion ? Pas si sûr, car une même technique peut intervenir dans des méthodes de débitage radicalement différentes. Pour illustrer nos propos, voici quelques exemples d'utilisation de la technique de l'éclatement :

- pour fractionner un os en plusieurs morceaux afin de produire des supports-éclats de taille et de forme variées, de façon contrôlée ou aléatoire; afin de récupérer la moelle (éclats = déchets) ou bien encore pour répondre à ces deux intentions à la fois (Henri-Martin, 1910; ETOS, 1985);

- pour sectionner transversalement un os afin de produire un tronçon (os tronqué ou *machacador*), présentant une cassure rectiligne et conservant toute sa circonférence (Stordeur et Christidou, 2008; Sidéra, 2010; Maigrot et Provenzano, 2014);

- pour « façonner sur masse » un bloc osseux, afin de dégager une partie active tranchante, à l'image de certains outils biseautés sur métapodes de cheval décou-



**Fig. 5** – Techniques de fracture. a : éclatement par percussion surfacique; b : fendage par percussion punctiforme indirecte, c : éclatement par percussion surfacique contre enclume (clichés TECHNOS et M. Christensen).

**Fig. 5** – Fracturing techniques. a: breaking by surface percussion; b: splitting by indirect punctiform percussion; c: breaking by surface percussion against an anvil (photos TECHNOS and M. Christensen).



verts à Kostienki 4 en Russie (Goutas, 2015a). Dans ce cas, les éclats produits sont *a priori* des déchets de façonnage ;

- pour retoucher (par exemple pour réaliser un racloir) ou régulariser un support (David, 1998 ; Treuillot, ce volume). Sur certains sites de Russie centrale, à la fin du Mésolithique et au début du Néolithique, des baguettes en os ont été régularisées par retouche de manière à égaliser les pans de fracture. Des milliers d'éclats et d'esquilles ont ainsi été mis au jour sur certains sites, dont Zamostje 2 (Treuillot, 2016) ;

- pour diviser longitudinalement et de manière contrôlée un tronçon de bois de cervidé en parts égales (Baumann, 2014). Les produits obtenus concordent avec ce que nous nommons « éclats baguettaires » (voir les définitions *supra*) ;

- enfin, notamment sur bois de cervidé, pour dégager progressivement d'un bloc (perche ou andouiller) un produit baguettaire tel que cela est pratiqué au Badegoulien (débitage par réduction) ; les éclats produits sont des déchets de débitage (Allain *et al.*, 1974 ; Averbouh et Pétillon, 2011 ; Averbouh, ce volume a ; Malgarini et Bodu, ce volume ; Lefebvre et Pétillon, ce volume).

Il en va de même avec la percussion linéaire indirecte (ou fendage indirect *sensu* Christensen, 2015) qui peut intervenir dans le cadre d'un débitage par partition. C'est une des modalités connues pour le débitage du bois de renne à l'Aurignacien (Tejero *et al.*, ce volume) et ponctuellement au Gravettien (Goutas *et al.*, ce volume). Et, c'est ce que Despina Liolios (Liolios, 1999) et Heidi Knecht (Knecht, 1991) ont nommé le « refend » (*splitting*). Le fendage peut aussi intervenir sur un bloc non pas dans le seul objectif de le diviser en plusieurs parts, mais pour y prélever une portion sélective de matière. La technique du fendage intègre alors un schéma de transformation par extraction de baguette (Goutas, 2004). Les supports produits présentent des caractéristiques morphologiques et volumétriques différentes de ceux qui sont obtenus par partition en demi ou en quart. En outre, selon ces différents schémas de transformation (extraction ou partition), bien que l'on utilise la technique du fendage, on n'obtient pas les mêmes déchets au terme du débitage (voir *infra*).

Ainsi par un même mode d'action sur la matière, mais selon divers procédés, on peut obtenir des résultats très différents. Dès lors, rassembler toutes ces différentes intentions techniques (débitage, ébauchage, façonnage) sous le terme de fracturation, sous prétexte qu'elles recourent à une action de percussion (qu'elle soit surfacique directe ou encore linéaire indirecte), ne peut qu'être que source de confusion. C'est pourquoi, nous serions plus enclins de limiter ce terme à une méthode de débitage spécifique dans le cadre d'un objectif technique : le débitage par fracturation ; et à son équivalent théorique à l'échelle de l'histoire collective des blocs : le schéma de transformation par fracturation. Dans le cadre d'une fracturation alimentaire, il s'agit plutôt d'une méthode de traitement boucher.

## POUR UNE RESTRICTION DE L'EMPLOI DU MOT FRACTURATION

Selon cette proposition, du point de vue technique, la fracturation consiste, à l'aide d'une technique de fracture (*sensu* Christensen, 2015), à diviser un bloc en plusieurs morceaux, de manière plus ou moins contrôlée dans le but d'obtenir des supports-éclats plus ou moins standardisés (d'après Averbouh, 2000, p. 186). Les déchets associés à ce débitage sont des éclats (conchoïdaux ou pas) et des fragments. Si l'on se place du strict point de vue d'un objectif alimentaire, les éclats ne sont pas les produits recherchés, ce sont des déchets, même si certains peuvent, dans un deuxième temps, avoir été sélectionnés pour devenir des outils. Dans les deux cas, le débitage par fracturation peut être conduit *via* l'emploi (combiné ou pas) de différentes techniques, mais la plus courante est l'éclatement (ou percussion directe diffuse).

Pour les industries livrant des éclats dont le statut technique est indéterminé (déchet ou support ?), l'expression « débitage par fracturation *lato sensu* » peut aussi être employée, dans la mesure où il n'est pas (encore) possible de restituer la dynamique globale d'exploitation des blocs et la finalité de la production, ce à quoi, nous contraignent souvent les séries anciennes (faiblesse des corpus, tris sélectifs pour les fouilles anciennes, etc.). Il est alors difficile, voire impossible de démontrer l'intentionnalité d'un débitage d'éclats (remontages physiques et par défaut impossibles ou douteux).

En revanche, lorsque l'analyse technologique révèle que les éclats sont exclusivement des déchets de débitage, il nous semble inapproprié de parler de débitage par fracturation. Prenons pour exemple le débitage du bois de renne au Badegoulien. Tel qu'il est désormais caractérisé, ce type de débitage – historiquement rapporté à de la fracturation (Allain *et al.*, 1974) – a pour finalité la production d'un éclat baguettaire par réduction progressive du bloc en détachant des éclats, dans l'objectif d'en dégager une forme artificielle plus longue que large, de contour quadrangulaire. Parler de débitage par fracturation pour désigner ce type de débitage nous semble devoir être définitivement abandonné, sauf à démontrer que les éclats produits ont aussi servi de supports d'outils bruts ou façonnés. En substitution, nous proposons de parler de « débitage par réduction progressive du volume du bloc » que l'on peut contracter en « débitage par réduction », par commodité. Cette proposition terminologique se situe au même échelon analytique que le « débitage par réduction » défini par Noëlle Provenzano (Provenzano 2001, p. 210) concernant l'emploi d'une autre technique : l'abrasion. Dans leur article dédié au débitage badegoulien, Jean-Marc Pétillon et Sylvain Ducasse (Pétillon et Ducasse, 2012) emploient l'expression anglaise de *reduction sequence*, mais comme synonyme du français « chaîne opératoire » (com. pers. J.-M. Pétillon).

Défini de la sorte, le débitage par réduction progressive du volume du bloc (fig. 6a) constitue une nouvelle

méthode de débitage identifiée, et se distingue alors clairement du débitage par fracturation (fig. 6b) décrit ci-dessus (d'après Averbouh, 2000). Avec ces deux méthodes, nous distinguons au total cinq méthodes de débitage. Les trois autres méthodes de débitage étant :

1) Le débitage par extraction (fig. 6c) : méthode qui consiste à produire « des supports de formes hautement standardisées (baguette, disque, plaquette), par extraction sélective dans l'épaisseur du bloc, afin d'assurer une production également standardisée des objets finis » (Averbouh et Christensen, 2003, p. 21). Ici nous nous intéresserons uniquement au débitage par extraction de « baguette vraie », qui donne lieu à la formation d'un déchet caractéristique : la matrice d'extraction (bloc portant un négatif d'extraction, voir Averbouh, 2000).

2) Le débitage par partition (fig. 6d) : méthode dont l'objectif est aussi la production de supports allongés de type baguette *lato sensu* (baguette vraie ou éclat baguettaire) par division longitudinale du bloc en parts plus ou moins égales (Averbouh et Christensen, 2003, p. 21). Il existe des variantes : la partition en demi (ou bipartition), qui donne lieu à la production de « baguettes bipartites » ; la partition en quart (ou quadripartition) qui donne lieu à la production de « baguette quadripartite » ; et enfin, ce que nous désignerons par « partition multiple » dont l'objectif est de produire des supports plus nombreux, et qui généralement ne portent plus de traits anatomiques du bloc originel (exploitation sélective, *sensu* Averbouh, 2000). La nature des supports concernés (très étroits) ne

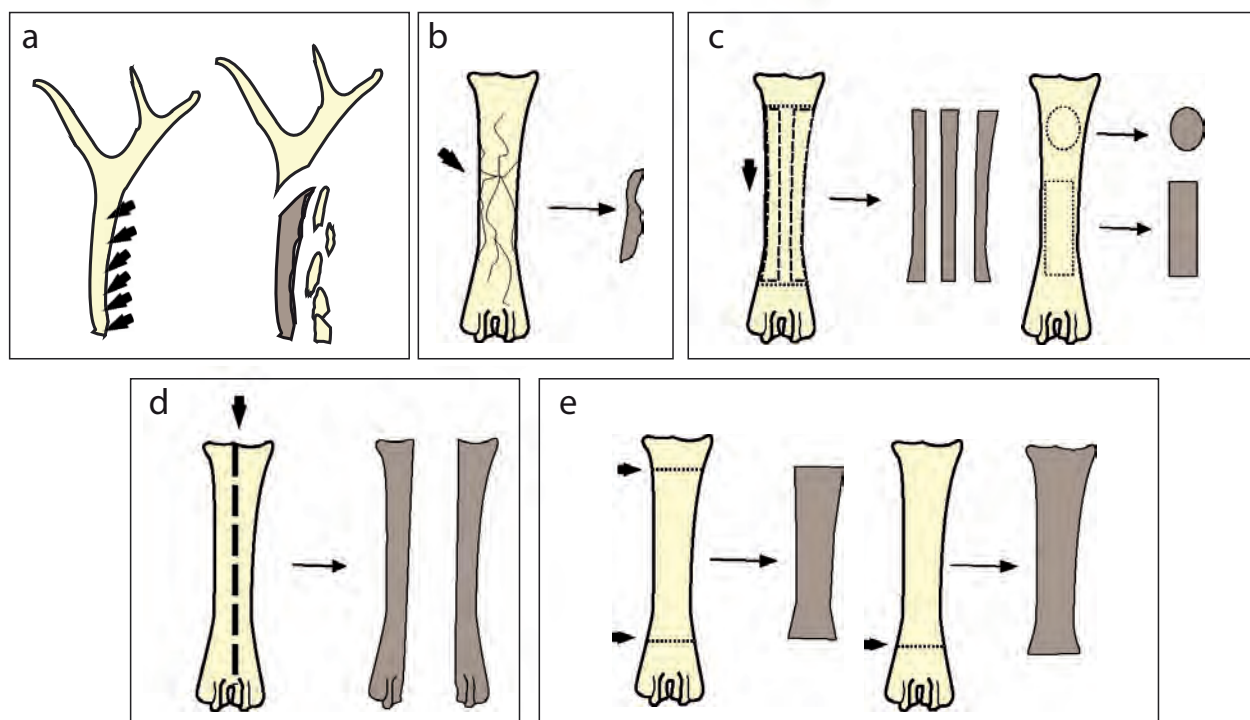
permet plus d'identifier le nombre exact de partitions réalisées (Goutas, 2004 ; Le Dosseur, 2006) : celles-ci pouvant être égales ou supérieures à deux. En outre, les supports produits ne sont pas nécessairement des parts de dimensions équivalentes. Dans un premier temps, un os par exemple peut être divisé longitudinalement en deux produits égaux. Selon l'objectif, l'un ou les deux produits bipartites obtenus (blocs secondaires) peuvent alors être :

– soit à nouveau divisés en deux parts égales aboutissant à la production de deux nouveaux blocs (tertiaires) sur quart d'os long ; ces derniers subissant une ou plusieurs partitions successives jusqu'à l'obtention du ou des supports désirés ;

– soit les blocs tertiaires sont divisés en parts inégales ; le débitage peut alors être réalisé à proximité de l'un des bords du bloc de façon à produire directement un support étroit et allongé (en trois partitions consécutives) ;

– soit à partir de blocs secondaires bipartites ; le débitage est pratiqué comme précédemment à proximité de l'un des bords du bloc mais la production du support recherché ne fait intervenir cette fois que deux divisions consécutives.

Ce type débitage par partition successive ne produit pas nécessairement de déchets diagnostiques si tous les produits détachés du bloc sont exploités (Liolios, 1999 ; Tejero *et al.*, 2011 ; Baumann, 2014 ; Goutas *et al.*, ce volume). Nous entendons par là, des déchets qui, par leur



**Fig. 6** – Méthodes de débitage. a : par réduction ; b : par fracturation ; c : par extraction ; d : par bipartition ; e : par segmentation (b à e d'après Averbouh, 2000).

**Fig. 6** – Methods of debitage (blank production). a : by reduction ; b : by fracturing ; c : by extraction ; d : by bipartition ; e : by segmentation (b to e after Averbouh, 2000).

seule présence, suffiraient à identifier un débitage par partition.

3) Le débitage par segmentation ou tronçonnage (voir fig. 6e) a pour objectif la production d'un support en volume (tronçon). Il est conduit soit directement sur l'élément anatomique complet, soit à partir d'un bloc secondaire lui-même en volume, obtenu par exemple après l'élimination des andouillers et de l'empaumure (phase d'élagage) ou encore des épiphyses. À l'exception de ces éventuelles chutes préparatoires, ce type de débitage ne génère pas de déchets caractéristiques.

### DE L'INTÉRÊT DES REMONTAGES MENTAUX ET PHYSIQUES...

Pour parler de débitage par fracturation, il est donc nécessaire en amont d'identifier non seulement le type de produits associés (éclats baguettaires ou éclats), mais aussi leur statut, ce qui implique :

- d'une part, d'identifier à quelle(s) technique(s), ils sont associés, et par voie de conséquence quels stigmates peuvent être observés ;

- et d'autre part, de replacer ces produits dans le schéma conceptuel global d'exploitation du bloc osseux (schéma de transformation, *sensu* Averbouh, 2000), afin d'identifier la finalité technique du débitage (quel type de support est recherché?).

Pour illustrer notre propos, la présence d'un éclat ayant pour stigmate principal, le pan de fracture et comme stigmates secondaires, le talon, le bulbe, les lancettes etc. (voir la fig. 3), nous permet d'identifier :

- un mode d'action, à savoir la percussion (présence d'un pan de fracture) ;

- et une technique, à savoir l'éclatement (talon, bulbe, lancettes, etc.).

Mais pour autant, sommes-nous capables de définir le statut technique de cet éclat? S'agit-il d'un support ou d'un déchet? Et dans ce dernier cas, s'agit-il d'un déchet de débitage ou de façonnage? À ce stade de l'analyse, il est impossible de le dire sans une prise en compte globale de l'industrie, seul moyen de comprendre comment cet éclat s'intègre dans un type d'exploitation particulier (schéma de transformation), et par voie de conséquence comment le bloc de matière première a été exploité? Et en vue de quel objectif économique précis?

Or réussir cet exercice suppose de s'assurer de la fiabilité de nos reconstitutions, et donc de la répétition de nos observations. L'idéal serait de réaliser des remontages physiques des éclats sur le bloc de matière. Mais si cela reste possible dans le cas des techniques de fracture, au prix d'un important travail de tri de faune et d'appariement, nous sommes le plus souvent limités à des tests de remontage mentaux. De fait, et selon la méthode du « remontage par défaut » (Averbouh, 2000), il est alors nécessaire de rechercher les complémentarités taxinomiques, anatomiques, métriques et techniques entre

les différents éléments constitutifs de nos industries. Or, pour nombre de séries, les éclats osseux n'ont pas tous été récupérés (s'il s'agit de fouilles anciennes), ou encore une partie de ces éclats a pu être évacuée en dehors de l'espace d'habitat ou avoir servi de combustibles. Tous ces biais, nous contraignent et nous limitent donc souvent dans la compréhension de nos industries. À tout ceci s'ajoute une autre difficulté, à savoir que dans le cadre de l'os, la fracturation intervient aussi en vue de récupérer la moelle.

### DES PANS DE FRACTURES PAS SI UBIQUISTES QU'IL N'Y PARAÎT....

L'une des difficultés lorsque l'on étudie des produits baguettaires (support ou déchet de débitage) portant sur leurs bords des pans de fractures longitudinaux et couvrants est de distinguer un pan de fracture obtenu par éclatement (direct), de celui résultant d'un fendage (indirect). Ces pans de fracture sont considérés comme non discriminables par certains auteurs (Baumann et Maury, 2013, p. 3). Davantage que le constat d'une impasse technologique, cet état de fait relève d'un état de la recherche. Les données expérimentales sur ces différentes modalités de percussion restent, à ce jour, encore très insuffisantes. L'orientation, l'angulation par rapport à la surface de travail, l'étendue des pans de fracture (continue ou discontinue) et leur apparence sont sans doute autant de paramètres qu'il reste à préciser et qui pourraient révéler des variations. Des travaux antérieurs, fondés sur une approche expérimentale, posaient néanmoins déjà quelques critères. Si des baguettes obtenues par fendage peuvent présenter deux bords formés de pans de fracture parfaitement continus et rectilignes, cela ne semble pas pouvoir être le cas pour des baguettes obtenues par éclatement<sup>(8)</sup>, qu'il s'agisse d'un débitage de type badegoulien (Averbouh et Pétillon, 2011) ou solutréen (Baumann, 2014). Dans le premier cas, un des bords de la baguette badegoulienne est constitué d'une succession de pans de fracture conchoïdale due à une série d'enlèvements d'éclats. Les bords offrent alors un profil irrégulier prononcé. Dans le second cas, chacun des bords de la baguette est aussi formé d'une succession de pans de fracture, mais leur profil, bien qu'irrégulier le sera moins en comparaison, car leur formation ne naît pas, cette fois-ci, d'une ablation progressive de matière (des éclats), mais d'une rupture progressive et linéaire des tissus osseux sur une étendue plus importante.

En l'état de nos connaissances, si l'on raisonne sur la seule présence ou absence de ce stigmate principal, le pan de fracture, il est effectivement impossible de discriminer ces différentes actions élémentaires sur la matière, surtout si elles interviennent toutes deux dans un même schéma de transformation, et en particulier dans le cadre d'une partition (en demi ou en quart). À ce stade, la prise en compte d'autres stigmates asso-

ciés (Baumann, 2014 ; Christensen, 2015 ; Goutas *et al.*, ce volume ; Tartar, ce volume), souvent discrets, est un moyen pertinent pour discriminer ces deux techniques. Que ce soit sur bois de cervidé, sur os ou sur ivoire, certains stigmates secondaires semblent pour l'heure spécifiques de la percussion diffuse (Henri-Martin, 1910 ; Allain *et al.*, 1974 ; ETTOS, 1985 ; Villa *et al.*, 1986 ; Vincent, 1993 ; Rigaud, 2004 ; David, 1999 ; Averbouh, 2000 ; Khlopachev et Girya, 2010 ; Baumann, 2014), et d'autres de la percussion indirecte (Rigaud, 1972 et 1984 ; Averbouh, 2000 ; Goutas, 2004). On notera d'ailleurs que si l'os et le bois de cervidé partagent nombre de stigmates secondaires similaires ou proches, le caractère plus fibreux et moins cassant du bois de cervidé, y rend souvent plus difficile la lecture des stigmates. En l'état, nous pouvons dresser un premier bilan des stigmates et des critères utiles que donnent à voir le matériel expérimental et archéologique à partir des contributions de ce volume : pour l'os, voir Bemilli *in* Christensen, Goutas *et al.* ; Bignon-Lau *et al.* ; Treuillot ; pour le bois de cervidé, voir Goutas *et al.* ; Lefebvre et Pétilion ; Malgarini et Bodu ; Tartar ; Tejero *et al.* ; pour la coquille, voir Manca ; enfin pour l'ivoire, voir Girya et Khlopachev.

La situation se complique dès lors que le technologue ne dispose pas de ces stigmates secondaires, et ceci en raison du taux de fragmentation ou de l'état de surface général des pièces. De fait, une marge d'erreur dans la discrimination de l'éclatement et du fendage doit être envisagée et en l'état acceptée, surtout si la série est numériquement faible, ou ne comporte aucun ou peu de déchets de débitage, limitant d'autant la pertinence du recours au remontage mental. Dès lors, il devient nécessaire de rechercher d'autres critères, en travaillant à une caractérisation fine du pan de fracture lui-même (localisation, orientation, étendue, forme, angulation, continuité ou discontinuité, « microtopographie » des pans latéraux de fracture et des surface d'arrachement, etc.) sur les pièces archéologiques et expérimentales, afin de tester si le croisement de ces différents paramètres peut, ou non, aider à discriminer ces deux techniques lorsque les stigmates secondaires font défaut ou sont douteux. Cette ambition méthodologique portée par les collaborateurs du thème « Ressources animales » suppose nécessairement la conduite de nouvelles expérimentations. L'objectif, à terme, est de statuer sur l'existence de recouvrements potentiels (de forme, d'angulation, de délinéation, etc.) des pans de fracture associés à chacune de ces techniques ou au contraire, de voir s'il est possible de pister des récurrences significatives, voire des caractères spécifiques des pans de fracture associés à l'une ou l'autre de ces techniques de percussion. La reproductibilité et la pertinence de telles observations supposent, dans l'absolu, des expérimentations quantitativement mais aussi qualitativement significatives. En effet, il ne s'agit pas d'appréhender le pan de fracture issu d'un éclatement ou d'un fendage comme un stigmate figé, mais de tenir compte du fait que ses caractères intrinsèques ne sont pas uniquement fonction de la technique

utilisée. Ils dépendent tout autant, si ce n'est plus, du procédé employé, du type de produit recherché et donc de la façon d'exploiter le volume des blocs, ainsi que de leur état de fraîcheur.

### QUELQUES RÉFLEXIONS À PARTIR DES INDUSTRIES EN BOIS DE CERVIDÉ

L'exemple du Badegoulien est à ce titre des plus intéressants, car le statut des éclats badegouliens peut être envisagé de différentes façons. Soit il s'agit des supports recherchés et leur production peut alors être rapportée à un débitage par fracturation *stricto sensu*. Soit, il s'agit de déchets. Dans ce cas, le support recherché est une baguette<sup>(9)</sup> équivalent, en général, au tiers de la circonférence du tronçon, dégagée par enlèvements successifs d'une série d'éclats (Rigaud, 2004 ; Averbouh et Pétilion, 2011 ; Pétilion et Averbouh, 2012 ; Pétilion et Ducasse, 2012). Si cette dernière hypothèse semble la plus probable, en l'état actuel de nos connaissances, rien ne permet d'exclure complètement que les deux types de produits générés par un débitage badegoulien (les éclats et la baguette *lato sensu*) aient été en réalité utilisés, même ponctuellement. Des expérimentations testant la seconde hypothèse restent en outre encore à réaliser. Pour autant, il est peu probable qu'un éclat et qu'une baguette *lato sensu* de « type badegoulien » présentent les mêmes caractéristiques de pans de fracture (localisation, étendue, profil, etc.), et ceci bien que leur production fasse appel à la percussion diffuse et intègre la même séquence opératoire. Dans le cas de l'éclat, le pan de fracture investit tout le revers de la pièce<sup>(10)</sup>. Il naît d'une action de percussion circonscrite à la surface du bloc (type fracture conchoïdale). *A contrario*, pour la baguette, son bord ou chacun de ses bords ne porte pas un unique ou principal pan de fracture, mais une série de pans de fracture successifs (juxtaposés ou jointifs) résultant d'une percussion diffuse répétée le long du bloc de matière première ; certains éclats détachés au cours de cette opération (ceux dits « en tuile ») laissent des négatifs d'enlèvement sur les bords de la baguette, générant la formation d'un profil irrégulier (Averbouh et Pétilion, 2011 ; Pétilion et Ducasse, 2012), lui donnant un aspect mamelonné.

Dans une optique de comparaison diachronique, la baguette de « type badegoulien » est-elle comparable à une baguette de « type solutréen », du fait même qu'une percussion diffuse – répétée et étendue sur la surface du tronçon – est employée dans les deux cas de figure ? Cette fois encore, si l'on se restreint à la seule morphologie attendue du pan de fracture, il est probable que non, dans la mesure où le débitage solutréen (voir Baumann, 2014) relève d'un débitage par partition successive du bloc (en demi ou en quart). Ici, la formation du pan de fracture découle d'une séparation plus ou moins continue des fibres osseuses par une succession de percussions sur enclume, réalisées à différents intervalles. Les coups portés ne conduisent pas au détachement

d'éclats, mais à la formation d'une ligne de fracture longitudinale, reproduite sur différentes faces du tronçon et qui à terme permet sa division et la production de baguettes. En ce sens, et en l'absence de stigmates secondaires conservés, on peut se demander dans quelle mesure, les pans de fracture d'une baguette de type solutréen ne présentent pas davantage d'affinités avec ceux affectant certaines baguettes aurignaciennes ou gravettiennes. Celles dont le débitage – par partition ou extraction – fait intervenir une autre technique de percussion : le fendage indirect ? Nous atteignons là, les limites des connaissances actuellement disponibles, dans la mesure où la caractérisation fine des pans de fracture n'en est qu'à ses débuts et s'inscrit sur le temps long. Quelques pistes de réflexions peuvent néanmoins être esquissées. Ainsi, le caractère continu et parfaitement rectiligne de certains pans de fracture en relation avec une action de fendage sur bois de cervidé (Averbouh, 2000 ; Tejero *et al.*, 2012 ; Goutas *et al.*, ce volume) ne semble pas se retrouver sur les baguettes en lien avec une percussion diffuse (Tartar, ce volume ; Baumann, 2014), et pourrait donner lieu à un premier critère potentiellement discriminant, ce qui restera à confirmer. La compréhension de nos assemblages doit systématiquement reposer sur la prise en compte de plusieurs critères : gestes opérés, outils utilisés (recours ou pas à une enclume, types de percuteur et d'enclume utilisés, etc.), état de fraîcheur de la matière, schéma de transformation mis en œuvre. C'est l'ensemble de ces paramètres qui définissent l'objectif économique poursuivi (déchets *vs* supports), la forme et la section des produits obtenus, et par voie de conséquence la nature précise des pans de fracture et des stigmates secondaires associés.

Enfin, cette compréhension repose aussi sur une meilleure identification des pans de fracture d'origine taphonomique car à ce jour, force est de constater qu'aucun référentiel en la matière n'est disponible pour le bois de cervidé. Ces derniers n'ont en effet que peu été étudiés. Les rares données publiées concernent des contextes anthropisés et les pans de fracture rapportés à des processus taphonomiques le sont généralement sur la base d'une absence de stigmates techniques clairs éventuellement couplée à des observations qualitatives qui restent difficiles à objectiver. Leurs spécificités et leur variabilité restent donc clairement à caractériser à partir d'ensembles naturels issus de différents contextes sédimentaires (milieux karstiques et plein air). Un important travail de référentiel sur des séries paléontologiques reste donc à mener, à l'image de ceux conduits par François-Xavier Chauvière sur les séries de l'Igüe du Gral, Lot (Chauvière, en prép.). D'autres référentiels de ce type seront aussi développés dans le cadre du groupe de recherche « Ressources animales : acquisition, transformation et utilisation », en premier lieu à partir de séries de plein-air (projet, coordination Céline Bemilli et Nejma Goutas).

## FENDAGE VS ÉCLATEMENT : ET POURQUOI PAS LES DEUX ?

La situation se complique davantage, si l'on envisage que ponctuellement fendage et éclatement ont pu être combinés (Goutas *et al.*, ce volume). En effet, les divers tests expérimentaux réalisés dans le cadre de l'école thématique TECHNOS du CNRS ou du stage universitaire d'Étiolles nous rappellent que le débitage des matières osseuses en général, et du bois de cervidé ici en particulier, suppose une certaine liberté d'action pour s'adapter au cas par cas, lorsque nécessaire, aux spécificités du bois travaillé (forme, courbure, densité, état de fraîcheur etc.). Le geste et l'outil doivent répondre aux contraintes du matériau et à la part d'imprévu qui peut accompagner l'action de débitage. Mais, même le meilleur des fabricants peut commettre une erreur d'appréciation, car chaque bois animal est unique, et des micro-altérations structurelles (par ex. impact du froid ou de chocs produits par les combats entre mâle du vivant même de l'animal) non perceptibles au toucher, à la vue, et éventuellement à l'ouïe, peuvent éventuellement « contrarier » le débitage, si elles ne sont pas préalablement identifiées. L'expérience et la compétence du fabricant (ou du tailleur) peuvent dès lors se juger dans sa capacité à s'adapter, plus ou moins rapidement, à la situation (observer, écouter, réagir). Or, cette liberté de décisions et d'actions est souvent « bridée » (consciemment ou non) dans le cadre des expérimentations, contraintes par des protocoles stricts devant permettre la reproductibilité des résultats (produits, stigmates). En ce sens, les tests didactiques ou exploratoires sont souvent particulièrement riches d'enseignement, car ils constituent une phase initiale de l'expérimentation permettant de tester les matériaux, les gestes, les outils, les séquences de chaîne opératoire, avant d'élaborer le protocole définitif. C'est à l'occasion de ce type de tests (TECHNOS, voir aussi Tejero *et al.*, ce volume) sur bois de cervidé, que le fendage a été parfois associé à une brève percussion diffuse, afin, par exemple, de tenter de rediriger une ligne de fracture déviante de sa trajectoire. De cette action, aucune trace persistante ne se sera conservée, tant cette intervention complémentaire aura été fugace, et pourtant nécessaire... À l'inverse, une percussion indirecte peut aussi venir s'intercaler dans une opération de débitage faisant principalement appel à une percussion diffuse : « Parfois, une fissure naissante permet d'enfoncer un coin en silex, ce qui accélère le processus d'éclatement longitudinal [...] » (Rigaud, 2004, p. 75). Cette fois encore, la conservation des stigmates secondaires du fendage est loin d'être assurée (Baumann, 2014 ; voir aussi Malgarini et Bodu, ce volume). Il ne s'agit pas de nier l'existence de critères propres à chacune de ces deux techniques, ces derniers existent bel et bien, mais seulement de nuancer la valeur absolue de nos classifications de technologie (percussion indirecte linéaire ou fendage *vs* percussion directe diffuse ou éclatement). D'une part, en regard de la complexité et de la diversité des comportements humains (recours à plusieurs techniques

de percussion dans une même séquence de débitage), et d'autre part, en raison de l'existence possible de stigmates secondaires communs à ces deux techniques.

**POUR CONCLURE...  
APPRÉCIER LA COMPLEXITÉ  
DES CONNAISSANCES  
ET DES SAVOIR-FAIRE : UNE GAGEURE ?**

Comme nous l'avons vu précédemment, il existe des nuances sémantiques au mot fracturation suivant ses conditions d'emploi (époques, auteurs, contextes disciplinaires etc.) ou d'interprétation. Il est couramment employé pour désigner une technique en particulier, la percussion diffuse, ou encore pour désigner la récupération de la moelle dans un but alimentaire ou technique pour la production d'éclats. Selon ces différentes acceptions, la fracturation est fréquemment qualifiée, dans la littérature, de plus rudimentaire ou moins élaborée, en comparaison à d'autres techniques (rainurage, sciage, entaillage par exemple) ou à d'autres méthodes de débitage (extraction, partition, tronçonnage, etc.). *A contrario*, l'emploi du terme fracturation pour qualifier le recours à la percussion diffuse dans le cadre d'un débitage par partition ou par réduction progressive du volume du bloc (voir *supra*) s'est accompagné d'une révision des possibilités de contrôle et de prédétermination de la fracturation, jusqu'alors considérée comme faibles. En parallèle de cette évolution sémantique et de cette polysémie du terme fracturation, est apparu progressivement un risque d'appréciation anachronique des écrits passés. À ce titre, plusieurs cas de figure de surinterprétation ou de mécompréhension peuvent ici être discutés.

**L'emploi du terme fracturation  
comme synonyme de percussion diffuse  
(éclatement)**

Sachant qu'une technique se définit entre autres par le(s) type(s) d'outil(s) utilisé(s) et le mode d'action sur la matière, il ne paraît pas incongru, si l'on reste à cette définition, de considérer que le rainurage, le sciage etc. sont des techniques qui requièrent, pour leur application, des connaissances et des savoir-faire<sup>(11)</sup> plus complexes que pour la percussion diffuse, par le fait même qu'elles nécessitent l'utilisation d'outils (bruts, burins, éventuellement d'un manche), dont les modalités d'obtention sont plus complexes que celles en jeux dans la récupération d'un galet ou d'une grosse pierre, pour réaliser une percussion diffuse ; le galet ne requérant pas, pour être efficace, d'action préalable de débitage, voire de mise en forme, même si bien entendu le choix d'un bon percuteur (et d'une bonne enclume) suppose une bonne appréciation de son inertie, de sa résilience, de sa forme quant à l'objectif poursuivi. Ce type de constat se veut purement factuel et n'induit en rien une quelconque infériorité cognitive des groupes humains ayant eu recours à la

percussion diffuse, ce qui serait d'autant plus absurde que cette technique est universelle, traverse tous les âges, et a été fréquemment utilisée en association avec d'autres techniques dans un même objectif de production. La percussion diffuse (et de manière générale toutes les « techniques de fracture », *sensu* Christensen, 2015) n'est pas moins efficace qu'une technique de coupe par exemple (comme le rainurage ou le sciage), puisque l'efficacité d'une technique, d'un procédé, d'une méthode est toujours fonction des contextes d'utilisation et des besoins des groupes qui l'ont choisi (Goutas, 2009).

**L'emploi du terme fracturation pour désigner  
une méthode de débitage en particulier**

Si l'on considère la fracturation comme désignant une modalité d'exploitation mettant en jeu l'intégralité du volume du bloc dans l'objectif de produire des supports-éclats ou d'ouvrir un os pour récupérer la moelle, par explosion des fibres osseuses, sans même tenir compte de la technique utilisée, on peut factuellement constater que cette méthode de débitage s'accompagne de possibilités de contrôle moindre (forme et dimensions des supports) qu'un débitage par extraction de baguette. Si l'on se fonde sur cette définition restrictive du débitage par fracturation, le caractère moins prédéterminant de ce type de débitage paraît difficilement discutable, ce qui ne veut, encore une fois, en rien dire moins efficient ni même simpliste (voir *supra*).

**Un emploi extensif du terme fracturation  
pour désigner différentes méthodes  
de débitage**

En revanche, dès lors que le terme de fracturation est employé dans une « dimension extensive » pour désigner une production baguettaire impliquant une partition par fendage<sup>(12)</sup> (Tejero *et al.*, 2011 : « procedure of longitudinal fracturing by splitting »), ou par éclatement (Baumann, 2014 : « divisions longitudinale par fracturation »), ou encore une réduction du bloc par ablation progressive d'éclats<sup>(13)</sup> (Averbouh et Pétilion, 2011 : « debitage by fracturing »), le débitage peut cette fois difficilement être qualifié de peu contrôlé et de peu complexe. Ce qui pose clairement la question de la difficulté de proposer des comparaisons transculturelles, dès lors que sous un même vocable seraient comparées des réalités techno-économiques radicalement différentes.

Ainsi, derrière une acception large du débitage par fracturation – des bois de cervidé par exemple – différentes modalités d'exploitation des blocs, engageant différentes techniques et différents procédés, ont été jusqu'alors abusivement rassemblées.

Si l'on s'intéresse à la finalité (et non aux déchets associés) de ces différents débitages, indépendamment des moyens mis en œuvre et des schémas conceptuels d'exploitation des blocs, une constante transparaît, la recherche de supports nettement plus longs que larges de contour quadrangulaire dont les terminaisons peuvent

être rectilignes, irrégulières ou fusiforme (languette d'arrachement), et que l'on peut rapporter à la catégorie générique des produits baguettaires. La production de ces baguettes *lato sensu* a certes connu d'importantes évolutions au fil du temps, mais il transparait aussi des éléments de continuités qui permettent de nuancer la radicalité de certaines ruptures entre différentes périodes du Paléolithique supérieur. Ces différentes « productions baguettaires<sup>(14)</sup> », selon les méthodes employées, peuvent donner lieu à la production d'une ou de plusieurs baguettes *lato sensu* à partir d'un même bloc.

Il s'agit dans certains cas où à certaines périodes de :

1) Diviser de manière contrôlée un bloc secondaire sur tronçon en plusieurs parts égales (particularité de ce débitage, c'est l'absence ou presque de déchets produits ; Tejero, 2010 ; Tejero *et al.*, 2012). Ce type de débitage est connu à : l'Aurignacien (partition en quart et plus, par fendage, voir Tejero *et al.*, ce volume) ; au Solutréen (partition en demi ou quart par éclatement direct sur enclume, voir Baumann et Maury, 2013 ; Baumann, 2014) ; au Gravettien (bipartition par tronçonnage-fendage ou tronçonnage-rainurage-fendage, en Moravie, Roumanie, plus rarement en France, voir Goutas *et al.*, ce volume).

2) Prélever une portion limitée de matière (extraction sélective et non division du bloc) : débitage gravettien, attesté en de nombreux contextes européens (Goutas, 2009 et 2013) et conduit par double rainurage longitudinal, par tronçonnage-fendage ou tronçonnage-rainurage-fendage (Goutas, 2004 ; Goutas *et al.*, ce volume). Ce type de débitage se caractérise par la formation d'un déchet caractéristique : la matrice d'extraction.

3) Dégager un support allongé par suppression progressive de matière, sous forme d'éclats qui constituent ici les déchets du débitage (Averbouh et Pétillon, 2011 ; Pétillon et Averbouh, 2012). Cette méthode de débitage est caractéristique du Badegoulien (Allain *et al.*, 1974 ; Rigaud, 2004), et serait peut-être aussi mise en œuvre en contexte gravettien, en Roumanie (Goutas, inédit). C'est la seule, à ce jour connue sur bois de cervidé, qui donne lieu à la production systématique d'éclats. Pour autant, ces derniers ne seraient sans doute pas les supports recherchés marquant en cela une nuance avec le sens donné au débitage par fracturation (*sensu* Averbouh). Ce débitage que nous dénommons « débitage par réduction progressive du volume du bloc » pourrait aussi être rapproché, avec des nuances, à de l'« épannelage » tel qu'employé en technologie lithique (voir Inizan *et al.*, 1995, p. 44 et 53) ou dans la sculpture et l'ornementation architecturale « dégrossir (un bloc de pierre, de marbre par une taille en plans qui dégage la forme du sujet » (*Petit Robert*, éd. 1990 « épannelage »). Certes, il ne s'agit pas ici de sortir du bloc la préforme d'un outil bifacial devant ensuite subir une phase d'ébauchage, mais on retrouve néanmoins cette idée de dégager progressivement une forme, celle du support et non d'une ébauche.

Quelle que soit la terminologie choisie, si l'objectif de ce débitage badegoulien est bien la production d'une baguette<sup>(15)</sup> *lato sensu*, il intègre alors la variabilité des

« productions baguettaires », à ce jour identifiées pour le Paléolithique supérieur.

En définitive, ces variantes de la « production baguette » recèlent un potentiel de questionnements socio-économiques majeurs. S'il est intéressant de considérer l'importance sous-estimée de l'éclatement pour le débitage de produits baguettaires, son emploi en différents lieux et temps ne peut suffire à identifier des débitages apparentés. En limitant l'emploi du mot fracturation à une définition restrictive, celle d'une méthode de débitage ayant vocation à produire des supports-éclats, on s'aperçoit que la polysémie couramment admise pour ce terme peut conduire à des comparaisons diachroniques biaisées (morçèlements ou rapprochements artificiels des traditions techniques). De fait, si le concept de « baguette *lato sensu* » (ou produit baguette) reste un dénominateur commun à l'ensemble des traditions du Paléolithique supérieur et même des périodes postérieures, la façon de concevoir ce type de support et la façon de mettre en œuvre son débitage (techniques ; procédés, méthodes) changent au cours du temps. Ces changements revêtent des signatures culturelles fortes. À ce titre, ils constituent de précieux indices pour discuter de la rythmicité des traditions techniques : (ré-)invention, diffusion, disparition ou encore refus du changement.

**Remerciements** : Nous remercions Noëlle Provenzano pour ses remarques constructives, ainsi qu'Aline Averbouh, François-Xavier Chauvière, Yolaine Maignot et Jean-Marc Pétillon pour les riches discussions partagées.

## NOTES

- (1) Il existe aussi des chaînes opératoires d'acquisition et de consommation (Averbouh, 2000).
- (2) En utilisant cette expression, nous nous inscrivons dans la continuité des réflexions terminologiques et méthodologiques développées depuis 2008 dans le cadre du GDRI PREHISTOS (dir. Aline Averbouh, <http://gdreprehistos.cnrs.fr/>). Celle-ci doit toutefois être bien différenciée du « débitage baguette » (*sensu* Averbouh, 2000) qui inclut à la fois une unité dans la finalité poursuivie et dans la façon d'y parvenir.
- (3) Dans certains cas, il est aussi probable que la disponibilité des ressources exploitées et les modalités d'occupation des territoires aient influencé, peut-être conditionné, une gestion particulière de ces ressources (du bois animal en particulier), et par voie de conséquences certaines préférences techniques (Goutas, 2009).
- (4) En technologie lithique, chez les auteurs anglosaxons principalement, il est d'usage de distinguer la « lame vraie » de « l'éclat laminaire » (voir Inizan *et al.*, 1995, p. 149).
- (5) Ce qui correspond à la « baguette d'extraction » (Averbouh, 2000) ou à la « baguette de partition multiple ».
- (6) Il est parfois aussi employé pour désigner d'autres techniques, comme la flexion ou le fendage.
- (7) Raison pour laquelle, nous préférons parler de « techniques de fracture » (Christensen, 2015) plutôt que de « techniques de fracturation ».

- (8) Le pan de fracture produit par l'éclatement serait moins rectiligne que le pan obtenu par fendage, tandis que « la surface de la paroi est plus plane et plus uniforme pour la première que pour la seconde » (Averbouh, 2000, vol. 2, p. 78-79).
- (9) Ce qu'André Rigaud qualifiait de « [...] bande corticale irrégulière [...] » (Rigaud, 2004, p. 75). Ce type de baguette n'est, pour l'heure, pas encore identifié dans les assemblages archéologiques.
- (10) Tandis que l'avvers pourrait éventuellement porter un large négatif d'enlèvement découlant du détachement antérieur d'un éclat (Pétillon et Ducasse, 2012), ou encore de petits négatifs d'enlèvements nés de la formation d'éclats secondaires (« parasites », *sensu* Christensen, 2015) en périphérie du talon.
- (11) Voir définitions de ces deux termes *in* Pelegrin 1991a et Karlin, 1991.
- (12) Pour ces auteurs, le fendage désigne l'action précise d'ouvrir un bloc longitudinalement, par arrachement des fibres, en percussion indirecte.
- (13) « [...] the principle of the debitage is to knap off one half – or even the two-thirds – of the circumference of the antler beam or tine. Thus, what is left of the antler is a 'rod' that represents one third to one half of the original circumference of the antler » (Averbouh et Pétillon, 2011, p. 49).
- (14) Cette expression ne se substitue en rien à celle de méthode de débitage ; elle vise à désigner une finalité économique commune à plusieurs méthodes de débitage.
- (15) Nommé en anglais : *rod* (Averbouh et Pétillon, 2011, p. 49) ou *splinter* (Pétillon et Ducasse, 2012, p. 1). Voir aussi Christensen, Goutas *et al.*, ce volume.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AGOUJIL A. (2004) – *L'industrie en matières dures animales du site solutréen du Roc-de-Sers (Sers, Charente), Exploitation du bois de renne : contribution d'une approche technologique et typologique à la reconnaissance d'une période chrono-culturelle*, mémoire de maîtrise, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 111 p.
- AGOUJIL A. (2005) – *Essai de caractérisation des industries en matières dures animales solutréennes. Apport de l'étude du niveau solutréen moyen (couche H « à feuilles de laurier ») de Laugerie-Haute Ouest à la connaissance des modalités de débitage du bois de cervidé*, mémoire de DEA, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 62 p.
- ALLAIN J., FRITSCH R., RIGAUD A., TROTIGNON F. (1974) – Le débitage du bois de renne dans les niveaux à raclettes du Badegoulien de l'abri Fritsch et sa signification, *in* H. Camps-Fabrer (dir.), *Premier colloque international sur l'industrie de l'os dans la Préhistoire*, actes du colloque (abbaye de Sénanque, 18-20 avril, 1974), Aix-en-Provence, université de Provence, p. 67-71.
- AVERBOUH A. (2000) – *Technologie de la matière osseuse travaillée et implications paléolithiques : l'exemple des chaînes d'exploitation du bois de cervidé chez les Magdaléniens des Pyrénées*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 2 vol., 253 et 247 p.
- AVERBOUH A., PROVENZANO N. (1998-1999) – Propositions pour une terminologie du travail préhistorique des matières osseuses, 1. Les techniques, *Préhistoire et anthropologie méditerranéennes*, 7-8, p. 5-26.
- AVERBOUH A., CHRISTENSEN M. (dir.) (2003) – Transformation et utilisation préhistoriques des matières osseuses. Actualités des recherches universitaires en France 2000-2004, *Préhistoires méditerranéennes*, 12, p. 55-208.
- AVERBOUH A., PÉTILLON J.-M. (2011) – Identification of 'Debitage by Fracturation' on Reindeer Antler: Case Study of the Badegoulian Levels at the Cuzoul de Vers (Lot, France), *in* J. Baron et B. Kufel-Diakowska (dir.), *Written in Bones, Studies on Technological and Social Contexts of Past Faunal Skeletal Remains*, actes des 7<sup>es</sup> Rencontres du Groupe de recherche sur le travail des matières osseuses (Wrocław, 7-11 septembre 2009), Wrocław, université de Wrocław, p. 41-52.
- AVERBOUH A. (ce volume a) – Le travail des matières osseuses au Badegoulien ou un curieux goût pour la fracturation, *in* M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 181-186.
- BAUMANN M. (2014) – *À l'ombre des feuilles de laurier, les équipements osseux solutréens du Sud-Ouest de la France. Apports et limites des collections anciennes*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 593 p.
- BAUMANN M., MAURY S. (2013) – Ideas no Longer Written in Antler, *Journal of Archaeological Science*, 40, 1, p. 601-614.
- BEMILLI C. (ce volume) – Petit rappel de taphonomie. La caractérisation des altérations taphonomiques : fracturation vs fragmentation, *in* M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 25-26.
- BIGNON-LAU O., MALGARINI R., BONZOM-CHAPELLE S. (ce volume) – Fracturation osseuse *lato sensu* et intégration des chaînes opératoires alimentaires et non alimentaires. Quelques exemples du Magdalénien supérieur, *in* M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 231-241.
- BINFORD L. R. (1981) – *Bones: Ancient Men and Modern Myths*, New York, Academic Press (Studies in Archaeology, 5), 320 p.



- CAMPANA D. V. (1987) – The Manufacture of Bone Tools in the Zagros and Levant, *MASCA Journal*, 4, 3, p. 110-123.
- CAMPANA D. V. (1989) – *Natufian and Protoneolithic Bone Tools. The Manufacture and Use of Bone Implements in the Zagros and the Levant*, Oxford, Anthony Hands & David Walkers (BAR, International Series 494), 156 p.
- CAPALDO S. D., BLUMENSCHINE R. J. (1994) – A Quantitative Diagnosis of Notches Made by Hammerstone Percussion and Carnivore Gnawing on Bovid Long Bones, *American Antiquity*, 59, 4, p. 724-748.
- CHAUVIÈRE F.-X. (2002) – Industries et parures sur matières dures animales du Paléolithique supérieur de la grotte de Caldeirão (Tomar, Portugal), *Revista Portuguesa de Arqueologia*, 5, 1, p. 5-28.
- CHAUVIÈRE F.-X. (ce volume) – Préface, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 7-9.
- CHAUVIÈRE F.-X. (en préparation) – Bois de renne : paléontologie vs archéologie, in J.-C. Castel et M. Boudadi-Maligne (dir.), *L'Igüe du Gral (Sauliac-sur-Célé, Lot) : histoire d'un piège naturel au Pléistocène supérieur*, *Revue de Paléobiologie*, n° spécial.
- CHECH M. (1974) – *Essai sur les techniques de débitage des bois de rennes au Magdalénien*, mémoire de maîtrise, université de Paris X, Nanterre, 91 p.
- CHEYNIER A. (1949) – *Badegoule, station solutréenne et proto-magdalénienne*, Paris, Masson (Archives de l'Institut de paléontologie humaine, 23), 230 p.
- CHOÏ S. Y. (1999) – *Outils en matière dure animale du Néolithique ancien au Chalcolithique dans le Midi de la France. Étude technique et morphologique*, thèse de doctorat, université de Provence – Aix-Marseille 1, Aix-en-Provence, 3 vol., 656 p. 185 p. et 348 pl.
- CHRISTENSEN M. (1999) – *Technologie de l'ivoire au Paléolithique supérieur : caractérisation physico-chimique du matériau et analyse fonctionnelle des outils de transformation*, Oxford, Archaeopress (BAR, International Series 751), 201 p.
- CHRISTENSEN M. (2015) – *L'exploitation des matières dures animales chez les chasseurs-cueilleurs : le cas des nomades marins de Patagonie et de Terre de Feu*, thèse d'habilitation à diriger des recherches, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 245 p.
- CHRISTENSEN M., GOUTAS N., BEMELLI C., BIGNON-LAU O., BODU P., CHICA-LEFORT T., KHAN B., LEGLISE S., MALGARINI R., TARTAR É., TEJERO J. M., TREUILLOT J., SCHWAB C. (ce volume) – La fracturation *lato sensu* de l'os et du bois de cervidé : un bref historique des recherches, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 23-42.
- CHRISTENSEN M., LEGOUPIL D., SAN ROMÁN M. (ce volume) – L'exploitation des métapodes d'artiodactyles par les nomades marins de Patagonie australe : le cas du site d'Offing, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 311-322.
- DAVID É. (1998) – Étude technologique de l'industrie en matières dures animales du site mésolithique de Zamostje 2 : fouille 1991 (Russie), *Archéo-Situla*, 26, p. 5-62.
- DAVID É. (1999) – *L'industrie en matières dures animales du Mésolithique ancien et moyen en Europe du Nord. Contribution de l'analyse technologique à la définition du Maglemosien*, thèse de doctorat, université Paris X, Nanterre, 2 vol. 770 p.
- DAVID É. (2004) – Fiche transformation des matières dures d'origine animale dans le Mésolithique ancien d'Europe du nord, in D. Ramseyer (dir.), *Matières et techniques*, Paris, Société préhistorique française (Industrie de l'os préhistorique, 11), p. 113-149.
- DUCASSE S., CASTEL J.-C., CHAUVIÈRE F.-X., LANGLAIS M., CAMUS H., MORALA A., TURQ A. (2011) – Le Quercy au cœur du Dernier Maximum Glaciaire : la couche 4 du Petit Cloup Barrat et la question de la transition badegoulo-magdalénienne, *Paleo*, 22, p. 101-154.
- DUCASSE S., PÉTILLON J.-M., RENARD C. (2014) – Le cadre radiométrique de la séquence solutréo-badegoulienne du Cuzoul de Vers (Lot) : lecture critique et compléments, *Paléo*, 25, p. 37-58.
- ETTOS (1985) – Techniques de percussion appliquées au matériau osseux : premières expériences, *Cahiers de l'Euphrate*, 4, p. 373-381.
- FISCHER J. W. (1995) – Bone Surface Modifications in Zooarchaeology, *Journal of Archaeological Method and Theory*, 2, 1, p. 7-68.
- FRTZ C. (1999) – *La gravure dans l'art mobilier magdalénien, du geste à la représentation. Contribution de l'analyse microscopique*, Paris, Maison des sciences de l'homme (Documents d'archéologie française, 75), 216 p.
- GATES ST-PIERRE C., BOISVERT M.-È. (2015) – L'industrie osseuse, in C. Chapdelaine (dir.), *Mailhot-Curran : un village iroquoien du XVI<sup>e</sup> siècle*, Montréal, Recherches amérindiennes au Québec (Paléo-Québec, 35), p. 261-290.
- GIRYA E. Y., KHLOPACHEV G. A. (ce volume) – Experimental Data on the Splitting and Knapping of Mammoth Tusk and Reindeer Antlers, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 325-340.
- GOUTAS N. (2003) – Identification de deux procédés de débitage inédits du bois de cervidés dans les niveaux gravettiens de Laugerie-Haute Est et Ouest, *Paleo*, 15, p. 255-262.

- GOUTAS N. (2004) – *Caractérisation et évolution du Gravettien en France par l'approche techno-économique des industries en matières dures animales (étude de six gisements du Sud-Ouest)*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 680 p.
- GOUTAS N. (2009) – Réflexions sur une innovation technique gravettienne importante : le double rainurage, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 106, 3, p. 437-456.
- GOUTAS N. (2013) – New Data on the Osseous Industry from the Eastern Gravettian (Russia): Technological Analyses and Sociological Perspectives, in F. Lang (dir.), *The Sound of Bones*, actes du 8<sup>e</sup> Colloque de l'ICAZ Worked Bone Research Group (Salzbourg, 29 août-3 septembre, 2011), Salzbourg, Archaeoplus (Schriften zur Archäologie und Archäometrie der Paris Lodron-Universität Salzburg, 5), p. 133-154.
- GOUTAS N. (2015a) – Données inédites sur le Gravettien oriental : apport de la technologie osseuse à la caractérisation des occupations de Kostienki 4 (Alexandrovska, région de Voronej, Russie), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 112, 4, p. 647-692.
- GOUTAS N. (2015b) – From Stone Flaking to Grinding: Three Original Pavlovian Antler Tools from Moravia (Pavlov I, Czech Republic), *Quaternary International*, 359-360, p. 240-260.
- GOUTAS N., BODU P., HINGUANT S., AVERBOUH A., CHRISTENSEN M. (ce volume) – La « production baguettaire » au Gravettien : étude de cas et discussions à partir de l'industrie en bois de cervidé de Laugerie-Haute (Dordogne, France), in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 139-180.
- HECKEL C. E., WOLF S. (2014) – Ivory Debitage by Fracture in the Aurignacian: Experimental and Archaeological Examples, *Journal of Archaeological Science*, 42, p. 1-14.
- HENRI-MARTIN L. (1910) – La percussion osseuse et les esquilles qui en dérivent. Expérimentation, *Bulletin de la Société préhistorique de France*, 7, 5, p. 299-304.
- INIZAN M.-L., REDURON M., ROCHE H., TIXIER J. (1995) – *Technologie de la pierre taillée*, Meudon, Centre de recherche et d'études préhistoriques, CNRS (Préhistoire de la pierre taillée, 4), 199 p.
- INIZAN M.-L., REDURON M., ROCHE H., TIXIER J. (1999) – *Technology and Terminology of Knapped Stone*, Meudon, Centre de recherche et d'études préhistoriques, CNRS (Préhistoire de la pierre taillée, 5), 189 p.
- JOHNSON E. (1985) – Current Developments in Bone Technology, *Advances in Archaeological Method and Theory*, 8, New York, Academic Press, p. 157-235.
- KARLIN C. (1991) – Connaissances et savoir-faire : comment analyser un processus technique en Préhistoire. Introduction, in R. Mora, X. Terradas, A. Parpal et C. Plana (dir.), *Technología y cadenas operativas líticas*, actes du colloque international (Bellaterra, 15-18 janvier 1991), Bellaterra, université autonome de Barcelone (Treballs d'Arqueologia, 1), p. 99-124.
- KARLIN C., BODU P., PELEGRIN J. (1991) – Processus techniques et chaînes opératoires. Comment les préhistoriens s'approprient un concept élaboré par les ethnologues, in H. Balfet (dir.), *Observer l'action technique*, Paris, CNRS, p. 101-117.
- KARLIN C., PELEGRIN J. (1994) – « Chaîne opératoire », in A. Leroi-Gourhan (dir.), *Dictionnaire de la Préhistoire*, Paris, PUF, p. 225.
- KHLOPACHEV G. A., GIRYA E. Y. (2010) – *Secrets of Ancient Carvers of Eastern Europe and Siberia: Treatment Techniques of Ivory and Reindeer Antler in the Stone Age Based on Archaeological and Experimental data = Секреты древних косторезов восточной Европы и Сибири: Приемы обработки бивня мамонта и рога северного оленя в каменном веке. По археологическим и экспериментальным*, Saint-Petersbourg, Naukaa, 144 p.
- KNECHT H. (1991) – *Technological Innovation and Design during the Early Upper Paleolithic: a Study of Organic Projectile Technologies*, thèse de doctorat, New York University, 729 p.
- KNECHT H. (1993) – Split and Wedges: the Techniques and Technology of Early Aurignacian Antler Working, in H. Knecht, A. Pike-Tay et R. White (dir.), *Before Lascaux: The Complex Record of the Early Upper Palaeolithic*, Boca Raton (Fla.), CRC Press, p. 137-162.
- LE DOSSEUR G. (2006) – *La néolithisation au Levant sud à travers l'exploitation des matières osseuses : étude techno-économique de onze séries d'industries osseuses du Natoufien au Néolithique précéramique B récent*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 884 p.
- LEFEBVRE A., PÉTILLON J.-M. (ce volume) – Techniques de fracture pour la production de supports en bois de cervidé au Magdalénien moyen et supérieur (19-14 cal. ka BP) : premier inventaire et perspectives, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 213-230.
- LEGRAND-PINEAU A. (2005) – New Evidence on the Bone Reduction Techniques from Khirokitia, Cyprus (7th millennium cal. BC), in H. Luik, A. M. Choyke, C. Batey et L. Lõugas (dir.), *From Hooves to Horns, from Mollusc to Mammoth. Manufacture and Use of Bone Artefacts from Prehistoric Times to the Present*, actes du 4<sup>e</sup> colloque de l'ICAZ Worked Bone Research Group (Tallinn, 26-31 août 2003), Tallinn, Muinasaja teadus, p. 105-112.
- LEGRAND A. (2007) – *Fabrication et utilisation de l'outillage en matières osseuses du Néolithique de Chypre : Khirokitia et Cap Andreas-Kastros*, Oxford, Archaeopress (BAR, International Series 1678), 178 p.
- LEROI-GOURHAN A. (1971) – *Évolution et techniques*, 1. *L'homme et la matière*, Paris, Albin Michel (Sciences d'aujourd'hui, 1), 348 p.

- LEROI-GOURHAN A. (1973) – *Évolution et techniques*, II. *Milieu et technique*, Paris, Albin Michel (Sciences d'aujourd'hui, 2), 475 p.
- LIOLIOS D. (1999) – *Variabilité et caractéristique du travail des matières osseuses au début de l'Aurignacien. Approche technologique et économique*, thèse de doctorat, université Paris X, Nanterre, 360 p.
- LUIK H., PILIČIAUSKIENĖ G. (2016) – Bone Tools at the Neolithic sites of Sventoji, Lituanie : Raw Materials and Working Methods, in S. Vitezović (dir.), *Close to the Bone: Current Studies in Bone Technologies*, Belgrade, Institute of Archaeology, p. 188-200.
- MAIGROT Y. (2003) – *Étude technologique et fonctionnelle de l'outillage en matières dures animales. La station 4 de Chalain (Néolithique final, Jura, France)*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 232 p.
- MAIGROT Y., PROVENZANO N. (2014) – Use-Wear Analysis of Transversely Broken Bone Tools. Studies of Experimental, Ethnological and Archaeological Cases, in Henan Provincial Institute of Cultural Relics and Archaeology (dir.), *Proceedings of the 9th Meeting of the (ICAZ) Worked Bone Research Group Zhengzhou, China, 2013*, actes du 9<sup>e</sup> colloque de l'ICAZ Worked Bone Research Group (Zhengzhou, 14-19 avril 2013), Pékin, Cultural Relics Press (Zooarchaeology, 2), p. 14-23.
- MALGARINI R., BODU P. (ce volume) – Des tests expérimentaux aux cas archéologiques : le débitage par percussion du bois de renne au Magdalénien moyen dans l'Est de la France, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 187-211.
- MANCA L. (2013) – *Fonctionnement des sociétés de la fin du néolithique au début de l'âge du cuivre en Sardaigne. Une approche inédite à partir de l'étude des productions en matières dures animales*, thèse de doctorat, université de Provence, Aix-en-Provence, 2 vol., 764 p.
- MANCA L. (2017) – The Method of Debitage by Bipartition in the Exploitation of Bone: An Overview of its Application in Neolithic groups of Sardinia, *Quaternary International*, 450, 2, p. 224-242.
- MANCA L. (ce volume b) – L'emploi de la percussion directe diffuse et la méthode de débitage par fracturation dans l'exploitation des coquilles : exemples du Néolithique final et du Chalcolithique ancien de la Sardaigne (Italie), in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 283-310.
- MURRAY C. (1979) – Les techniques de débitage de métapodes de petits ruminants à Auvernier-Port, in H. Camps-Fabrer, *L'industrie en os et bois de cervidé durant le Néolithique et l'âge des Métaux*, actes de la première réunion du groupe de travail n° 3 sur l'industrie de l'os préhistorique (Aix-en-Provence, 1978), Paris, CNRS, p. 27-31.
- NEWCOMER M. H. (1977) – Experiments in Upper Palaeolithic Bone Work, in H. Camps-Fabrer (dir.), *Méthodologie appliquée à l'industrie de l'os préhistorique*, actes du 2<sup>e</sup> Colloque international sur l'industrie de l'os dans la Préhistoire (abbaye de Sénanque, 9-12 juin, 1976), Paris, CNRS (Colloques internationaux, 568), p. 293-301.
- OUTRAM A. K. (1998) – *The Identification and Palaeoeconomic Context of Prehistoric Bone Marrow and Grease Exploitation*, thèse de doctorat, université de Durham, 443 p.
- PELEGRIN J. (1991a) – Les savoir-faire : une très longue histoire, *Terrain*, 16, p. 106-113.
- PELEGRIN J. (1991b) – Aspects de la démarche expérimentale en technologie lithique, in *25 ans d'études technologiques en Préhistoire : bilan et perspectives*, actes des 11<sup>es</sup> Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire (Antibes, 18-20 octobre 1990), Juan-les-Pins, APDCA, p. 57-63.
- PELEGRIN J. (1995) – *Technologie lithique : le Châtelperronien de Roc-de-Combe (Lot) et de La Côte (Dordogne)*, Paris, CNRS (Cahiers du Quaternaire, 20), 297 p.
- PÉTILLON J.-M. (2006) – Note méthodologique sur l'étude de l'industrie osseuse : la recherche systématique de raccords, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 103, 1, p. 167-188.
- PÉTILLON J.-M., AVERBOUH A. (2012) – Le travail du bois de renne dans les couches badegouliennes, in J. Clottes, J.-P. Giraud et P. Chalard (dir.), *Solutréen et Badegoulien au Cuzoul de Vers : des chasseurs de Renne en Quercy*, Liège, université de Liège (ERAUL, 131), p. 359-386.
- PÉTILLON J.-M., DUCASSE S. (2012) – From Flakes to Grooves: A Technical Shift in Antlerworking during the Last Glacial Maximum in Southwest France, *Journal of Human Evolution*, 62, 4, p. 435-465.
- PEYRONY D., PEYRONY É. (1938) – *Laugerie-Haute près des Eyzies (Dordogne)*, Paris, Masson (Archives de l'Institut de paléontologie humaine, 19), 86 p.
- PIGEOT N. (1987) – *Magdaléniens d'Étiolles : économie de débitage et organisation sociale (L'unité d'habitation U5)*, Paris, CNRS (Supplément à *Gallia Préhistoire*, 25), 168 p.
- PIGEOT N. (1991) – *Entre nature et culture. Valeur heuristique de la technologie lithique par des approches systémiques et cognitives*, thèse d'habilitation à diriger des recherches, université de Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 193 p.
- PIGEOT N. (2011) – Chaînes opératoires : contexte théorique et potentiel cognitif, in R. Treuil (dir.), *L'archéologie cognitive. Techniques, modes de communication, mentalités*, Paris, MSH, p. 149-171.
- POPLIN F. (1974) – Deux cas particuliers de débitage par usure, in H. Camps-Fabrer (dir.), *Premier colloque international sur l'industrie de l'os dans la Préhistoire* (abbaye de Sénanque, 18-20 avril, 1974), Aix-en-Provence, université de Provence, p. 84-92.
- POPLIN F. (1995) – Débitage et débitage dans le travail de l'ivoire vrai sur des exemples du Paléolithique supérieur, in J. Hahn, M. Menu, Y. Taborin, P. Walter et F. Widemann (dir.), *Le travail et l'usage de l'ivoire au Paléolithique supé-*

- rieur, actes de la table ronde (Ravello, 29-31 mai 1992), Rome, Istituto Poligrafico dello Stato (Varia di arte e letteratura), p. 17-28.
- PROVENZANO N. (2001) – *Les industries en os et bois de cervidés des Terramares émiliennes*, thèse de doctorat, université de Provence, Aix-en-Provence, 2 vol., 615 p.
- RIGAUD A. (1972) – La technologie du burin appliquée au matériel osseux de la Garenne (Indre), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 69, 4, p. 104-108.
- RIGAUD A. (1984) – Utilisation du ciseau dans le débitage du bois de renne à La Garenne-Saint-Marcel (Indre), *Gallia Préhistoire*, 27, 2, p. 245-253.
- RIGAUD A. (2004) – Fiche transformation du bois de renne au Badegoulien. L'exemple de l'abri Frisch (Indre, France), in D. Ramseyer (dir.), *Matières et techniques*, Paris, Société préhistorique française (Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique, XI), p. 75-78.
- SEMENOV S. A. (1964) – *Prehistoric Technology: An Experimental Study of the Oldest Tools and Artefacts from Traces of Manufacture and Wear*, Londres, Cory, Adams & Mackay, 211 p.
- SÉNÉPART I. (1992) – *Les industries en matière dure animale, de l'Épipaléolithique au Néolithique final, dans le Sud-Est de la France*, thèse de doctorat, université de Paris X, Nanterre, 358 p.
- SIDÉRA I. (1989) – *Un complément des données sur les sociétés Rubanées : l'industrie de l'os de Cuiry-lès-Chaudardes*, Oxford, Anthony Hands & David Walker (BAR, International Series 520), 163 p.
- SIDÉRA I. (1993) – *Les assemblages osseux en bassins parisiens et rhénans du VI<sup>e</sup> au IV<sup>e</sup> millénaire B.C. : histoire, techno-économie et culture*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 2 vol., 830 p.
- SIDÉRA I. (2010) – Early Neolithic and Chalcolithic Crude Adzes. A Technological and Use-Wear Focus on an Unknown Artefact Type from Near-East to Western Europe, in A. Legrand-Pineau, I. Sidéra, N. Buc, É. David et V. Scheinsohn (dir.), *Ancient and Modern Bone Artefacts from America to Russia: Cultural, Technological and Functional Signature*, actes du 6<sup>e</sup> Colloque de l'ICAZ Worked Bone Research Group (Nanterre, 26-31 août, 2007), Oxford, Archaeopress (BAR, International Series 2136), p. 227-233.
- STORDEUR D., CHRISTIDOU R. (2008) – L'industrie osseuse, in J. J. Ibañez (dir.), *Le site néolithique de Tell Mureybet (Syrie du Nord). En hommage à Jacques Cauvin*, Oxford, Archaeopress (BAR, International Series 1843), p. 429-439.
- TARTAR É. (2009) – *De l'os à l'outil : caractérisation technique, économique et sociale de l'utilisation de l'os à l'Aurignacien ancien. Étude de trois sites : l'abri Castanet (secteurs nord et sud), Brassempouy (grotte des Hyènes et abri Dubalen) et Gatzarria*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 300 p.
- TARTAR É. (2012) – The Recognition of a New Type of Bone Tools in Early Aurignacian Assemblages: Implications for Understanding the Appearance of Osseous Technology in Europe, *Journal of Archaeological Science*, 39, p. 2348-2360.
- TARTAR É. (ce volume) – La fracturation du bois de renne à l'Aurignacien : mise en évidence d'une nouvelle modalité de débitage impliquant la percussion directe, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 119-138.
- TARTAR É., WHITE R. (2013) – The Manufacture of Aurignacian Split-Based Points: An Experimental Challenge, *Journal of Archaeological Science*, 40, 6, p. 2723-2745.
- TEJERO J. M. (2010) – *La explotación de las materias duras animales en el Paleolítico superior inicial. Una aproximación tecno-económica a las producciones óseas auriñacienses en la Península Ibérica*, thèse de doctorat, université de Madrid (UNED), 2 vol., 463 p. et 295 p.
- TEJERO J. M. (2014) – Towards Complexity in Osseous Raw Material Exploitation by the First Anatomically Modern Humans in Europe: Aurignacian Antler Working, *Journal of Anthropological Archaeology*, 36, p. 72-92.
- TEJERO J. M., CHRISTENSEN M., BODU P. (2011) – La fabrication de supports en asta de cervidé en el Auriñaciense. Una aproximación experimental para la comprensión del procedimiento de hendido en asta de ciervo, in A. Morgado, J. Baena Preysler et D. García González (dir.), *La investigación experimental aplicada a la Arqueología*, actes du colloque international (Ronda, 26-28 novembre 2008), Grenade, Universidad de Granada, p. 213-223.
- TEJERO J. M., CHRISTENSEN M., BODU P. (2012) – Red Deer Antler Technology and Early Modern Humans in Southeast Europe: An Experimental Study, *Journal of Archaeological Science*, 39, 2, p. 332-346.
- TEJERO J. M., CHRISTENSEN M., BODU P. (ce volume) – Exploitation du bois de cervidé et comportements techniques durant l'Aurignacien en Europe occidentale. Caractérisation du débitage par fendage, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 101-118.
- THIÉBAUT C., CLAUD E., COUDENNEAU A., COUMONT M. P., ASSELIN G., BEAUVAL C., CHACÓN G., COSTAMAGNO S., DAULNY L., GERBE M., MALLYE J. B., MAURY S., MOURRE V., PLISSON H., PROVENZANO N., STREIT L. (2007) – *Des traces et des hommes : projet de recherche interdisciplinaire sur l'identification des modalités d'acquisition et de traitement des matières végétales et animales au Paléolithique moyen en Europe occidentale*, rapport annuel du programme collectif de recherche, inédit, 172 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. D. Clark (dir.), *Systematic Investigation of the African Later Tertiary and Quaternary*, actes du colloque international (Burg Wartenstein, juillet-août 1965) Chicago, University of Chicago Press, p. 771-820.

TIXIER J., INIZAN M.-L., ROCHE H., DAUVOIS M. (1980) – *Terminologie et technologie*, Valbonne, CREP (Préhistoire de la pierre taillée, 1), 123 p.

TREUILLOT J. (2013) – From the Late Mesolithic to the Early Neolithic: Continuity and Changes in Bone Productions from Zamostje 2 (Excavations 1995-2000), Russia, in V. M. Lozovski, O. V. Lozovskaya et I. Clemente-Conte (dir.), *Zamostje 2, Lake Settlement of the Mesolithic and Neolithic Fishermen in Upper Volga Region*, Saint-Petersbourg, Russian Academy of Sciences, p. 142-157.

TREUILLOT J. (2016) – *À l'Est quoi de nouveau ? L'exploitation technique de l'élan en Russie centrale au cours de la transition entre pêcheurs-chasseurs-cueilleurs sans céramique (« Mésolithique récent ») et avec céramique (« Néolithique ancien »)*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 390 p.

TREUILLOT J. (ce volume) – L'apport de l'expérimentation à l'étude des techniques de fracture : le cas de la bipartition des métapodes au Mésolithique à Zamostje 2 (région de Moscou, Russie), in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 261-282.

VILLA P., BOUVILLE C., COURTIN J., HELMER D., MAHIEU E., SHIPMAN P., BELLUOMINI G., BRANCA M. (1986) – Cannibalism in the Neolithic, *Science*, 233, 4762, p. 431-437.

VILLA P., MAHIEU E. (1991) – Breakage Patterns of Human Long Bones, *Journal of Human Evolution*, 21, 1, p. 27-48.

VINCENT A. (1985) – Préliminaires expérimentaux du façonnage de l'os par percussion directe. Quelques reproductions d'artefacts reconnus dans des niveaux du Paléolithique moyen, in E. Aguirre et M. Patou (dir.), *Outillage peu élaborés en os et bois de cervidés*, I. *Artefacts*, Treignes, CÉDARC, p. 23-32.

VINCENT A. (1993) – *L'outillage osseux au Paléolithique moyen : une nouvelle approche*, thèse de doctorat, université de Paris X, Nanterre, 331 p.

YESNER D., BONNICHSEN R. (1979) – Caribou Metapodial Shaft Splinter Technology, *Journal of Archaeological Science*, 5, 4, p. 303-308.

**Nejma GOUTAS**

UMR 7041 ArScAn

Ethnologie préhistorique

MAE, 21, allée de l'Université

F-92023 Nanterre cedex

nejma.goutas@cnr.fr

**Marianne CHRISTENSEN**

Université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne

et UMR 7041 ArScAn

Ethnologie préhistorique

3, rue Michelet

F-75006 Paris

marianne.christensen@univ-paris1.fr

**Élise TARTAR**

UMR 7041 ArScAn

Ethnologie préhistorique

MAE, 21, allée de l'Université

F-92023 Nanterre cedex

elise.tartar@cnr.fr

**Romain MALGARINI**

UMR 7041 ArScAn

Ethnologie préhistorique

MAE, 21, allée de l'Université

F-92023 Nanterre cedex

romain.malgarini@gmail.com

**José-Miguel TEJERO**

UMR 7041 ArScAn

Ethnologie préhistorique

MAE, 21, allée de l'Université

F-92023 Nanterre cedex

et Seminari d'Estudis

i Recerques Prehistòriques (SERP)

Université de Barcelone

C/ Montalegre 6-8

E-08001 Barcelona

jose-miguel.tejero@mae.cnr.fr

**Julien TREUILLOT**

UMR 7041 ArScAn

Ethnologie préhistorique

MAE, 21, allée de l'Université

F-92023 Nanterre cedex

julien.treuil@me.com



« À coup d'éclats ! »

*La fracturation des matières osseuses en Préhistoire :*

*discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*

Actes de la séance de la Société préhistorique française de Paris (25 avril 2017)

Textes publiés sous la direction de Marianne CHRISTENSEN et Nejma GOUTAS

Paris, Société préhistorique française, 2018

(Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 55-76

www.prehistoire.org

ISSN : 2263-3847 – ISBN : 2-913745-74-1

## Extraction, partitioning, reduction or fracturing? What exactly are we talking about?

### Discussion of the production of elongated blanks (rod, rod-shaped flake vs flake)

Nejma GOUTAS et Marianne CHRISTENSEN,  
in collaboration with Élise TARTAR, Romain MALGARINI, José Miguel TEJERO  
and Julien TREUILLOT

**Abstract :** This article aims to take a critical look at the polysemous concept of the fracturing of osseous materials referred to in the scientific literature. It takes a long time to define a common lexical and conceptual framework dedicated to bone technology. This explains the persistence, still today, of distinct terminological and semantic disparities introducing misunderstandings and nonsense. We propose here to discuss the main descriptive and analytical terminologies currently in use in order to identify the origin of distinct misunderstandings. The latter are certainly due to the diversity of meanings given to the word 'fracturing' in the scientific literature. Fracturing is thus frequently used as a substitute for 'debitage/blank production by fracturing' and 'technical transformation scheme (or operational scheme) by fracturing'. It is also used to designate a percussion technique (breaking by diffuse and direct percussion) or a family of techniques, and then frequently replaces the expression 'fracturing techniques'. The terminological adjustments proposed here, although they remain perfectible, suggest that certain inconsistent or questionable uses of the term 'fracturing' must be rejected and its use be restricted to a specific method of debitage, associated with products, waste and stigmata which are themselves specific.

**Keywords:** bone processing technology, experimentation, methodology, terminology, fracturing, extraction, partitioning, reduction, rod, 'rod-shaped' flake, flake.

In order to understand exactly what we are talking about, it is essential to agree on the meaning we give to words. This assertion may, at first glance, appear to be rather trivial, but no area of research is immune to the pitfalls of the Tower of Babel, and the technology of osseous materials is no less affected in this regard than any other domain. It would be somewhat anachronistic, and thus unproductive, to attribute a value judgement to these semantic developments, as the progressive implementation of a shared terminology is a consubstantial process of the structuring of research.

In addition, it is important to recall that the technology of hard animal materials has to deal with a very

broad diversity of studied materials – bone, cervid antler, shell, eggshell, 'real' ivory (*sensu* Poplin, 1995), tooth and horn. Furthermore, these materials include varied morphologies and structures, conferring specific mechanical properties on each of them. And all these elements vary depending on the species, age, selected anatomical part, and sometimes even depending on the sex or the state of health of the animal from which the resource comes. The freshness of the materials in question (fresh, dry, semi-fresh/semi-dry, fossil) and the biases induced by taphonomic alterations must also be added to these variables. It is thus easy to understand the difficulties involved in defining a common metho-

dological and terminological framework for all of these materials.

Some research has nonetheless endeavoured to lay down this framework, drawing on work from the domain of lithic technology, and adapting at the same time to the specific characteristics of osseous materials (histological and mechanical properties). In France, this methodological and terminological framework has been progressively drawn up since the 1970s-1980s, in particular under the impetus of Henriette Camps-Fabrer and the commission of prehistoric and protohistoric bone (see Christensen, Goutas *et al.*, this volume for a historiographic summary). Nonetheless, the definition of a shared lexical and conceptual framework is a long-term undertaking and follows the development of research, which explains the persistence of a certain terminological and semantic disparity today, sometimes leading to comprehension difficulties or misinterpretations. In this regard, several works (Averbouh and Provenzano, 1998-1999; Averbouh, 2000; Provenzano, 2001; Christensen, 2015) have laid the foundations of a universal terminology of the associated techniques and stigmata, based on an in-depth experimental knowledge of osseous materials and their characteristics (for example, see: Semenov, 1964; Chech, 1974; Newcomer, 1977; Campana, 1987 and 1989; Sénépart, 1992; Vincent, 1993; Sidéra, 1993; Fritz, 1999; Choi, 1999; David, 1999; Liolios, 1999; Christensen, 1999; Maigrot, 2003; Goutas, 2004; Pétillon, 2006; Legrand, 2007, etc.). These works are based on three approaches:

- a purely conceptual approach that aims to lay out the groundwork of a well thought out terminology;
- an experimental and descriptive approach, in order to grasp the specific characteristics of each osseous material (precise description of the technical stigmata characterizing the overall operational sequence) and set up a comparative experimental reference collection;
- an analytical approach aiming to incorporate the technique in an overall operative pattern, on one hand, and a chrono-cultural pattern, on the other.

However, it is wishful thinking to aspire to define a fully consensual terminology. It is much more realistic to work towards the development of a federating terminology, as long as this process of discourse construction is based on collective discussions and driven by the ambition to share knowledge and experience. Such an approach can only be a long-term project, as it must necessarily mutate and upgrade as our knowledge of prehistoric osseous technology progressively evolves. Ultimately, to paraphrase a Shadock proverb: ‘We only end up succeeding if we try continually... in other words... The more we fail, the more chances we have of making it work...’.

### **FROM THE FRACTURE PLANE ... TO ‘SECONDARY’ STIGMATA**

**I**n order to discuss fracturing, we must necessarily speak of fracture planes. The fracture plane designates

‘[...] a break or a secant interruption on the surface’ of a material <sup>(1)</sup> (Averbouh, 2000, p. 184). For solid materials with a binary structure, such as cervid antler or ribs, in certain cases, the fracture plane is composed of two more or less smooth lateral planes surrounding a rough fracture surface (fig. 1a), and in others, only of one fracture plane (fig. 1c). This latter case is also applicable to materials with a non-binary structure, such as ivory (fig. 1d). On the other hand, for hollow materials, such as long bones, one only has the two fracture planes (fig. 1b).

The fracture plane is created by a violent mechanical constraint resulting in the rupture of the material. Both surfaces resulting from this rupture and affecting the material on either side of the rough fracture surface are natural. They can be identical, in which case they can be referred to as ‘twins’, or they can give rise to the formation of positive and negative topographies (cf. fig. 1a and fig. 1c). This rupture can be caused by a natural alteration (during the life of the animal, for example), taphonomic factors, or by a deliberate (human or animal) action. In absolute terms, when the taphonomic origin can be proven, it is preferable to speak of fragmentation in order to reserve the term fracturing for an intentional biological action or to designate functional damage (for a discussion on fracture/fragmentation, see Johnson, 1985; Outram, 1998; Villa and Mahieu, 1991). In many cases, this distinction is not easy, in particular for cervid antler, ivory or shell.

Furthermore, in lithic technology, an (accidental or intentional) break is distinguished from a debitage fracture (Tixier *et al.*, 1980). In osseous technology, this distinction is often more complex and has not been used so much. When two or more fragments of the same piece can conjoin back together, and when the fracture plane results from a functional fracture or fragmentation, Jean-Marc Pétillon (Pétillon, 2006) suggests using the term ‘conjoining’ (‘raccord’ in french), as is often the case in lithic technology. When the fracture plane results from a technical debitage action and the detached element can be physically repositioned on its original block then we can refer to a ‘physical refit’, following the commonly accepted phrase in lithic technology (Averbouh, 2000, cf. *infra*).

When an anthropogenic origin is proven, fracturing generally results from food or technical pursuits, or both at the same time. If we only reason in terms of the presence of a fracture plane, it is impossible to identify the intention underlying its formation, and it would be risky to determine the technique involved. Indeed, different techniques related to percussion motions – surface or linear, direct or indirect (fig. 2) – can lead to the formation of a fracture plane. This ‘characteristic’ (Averbouh, 2000, p. 137) or ‘primary’ (Christensen, 2015, p. 27) stigmata is in fact the most visible, and at times the only visible mark on assemblages that have undergone post-depositional alterations. In fact, it is essential to look for other marks, referred to as ‘secondary stigmata’, which are sometimes very discreet (*ibid.*; see also Goutas *et al.*, this volume; Malgarini and Bodu, this



Fig. 1 – Fracture plans. a: stemming from grooving/splitting of cervid antler with removal scar; b: stemming from breaking on diaphyseal block; c: stemming from knapping on cervid antler (conchoidal fracture); d: stemming from grooving/splitting on elephant ivory (photos TECHNOS and M. Christensen).

volume). We can only consider identifying which technique (or procedure) was used by tracking the presence or absence of the impact point, bulb, hackles, ripples, crushing, fissure, adhering flakes etc., and taking account of the particular aspects of the fracture plane (angulation, delineation, texture, orientation etc.) (fig. 3). In this way, research and experiments carried out in the framework of the ‘Ressources animales’ theme strive to clarify these discreet criteria on bone, antler and shell, in order to discriminate ubiquitous stigmata from stigmata that are diagnostic of one technique rather than another. But here, it is more important to understand the techno-economic aims pursued than to precisely identify which percussion techniques were used.

**FROM THE TECHNIQUE  
TO THE CONCEPTUAL SCHEMA  
OF THE EXPLOITATION OF THE BLOCK...**

**A**t this stage, it is essential to note that the same percussion technique, for example, direct diffuse percussion (or ‘breaking’ *sensu* Christensen, 2015), can be used for different block debitage methods (cf. *infra*). In the same way, the same debitage method – for example debitage by partitioning – can be implemented using different techniques (several times the same: breaking, splitting, etc. or by combining different techniques). Accordingly, the resulting products can have similar or



radically different statuses: they can be blanks or manufacturing waste.

To clarify our position, we now need to explain the meaning given to certain terms, beginning with those relating to the breakdown of the manufacturing operational sequence. As our aim is not to set out yet another terminology, insofar as possible, we will base this discussion on the most commonly used existing terminolo-

gies. In some cases, we will suggest the preferential use of one term rather than another and refer the reader to existing terminological equivalents in the literature. This first major synthesis does not claim to be exhaustive, as this is impossible. Our aim is simply to provide some guidance in order to make sense of the diverse terms used to designate a same technique, or, conversely, the different interpretations given to a same term.

**a - surface percussion**



**b - surface percussion**



**c - indirect linear percussion**



**d - static pressure**



Fig. 2 – Breaking techniques and stigmata. a: breaking (surface percussion); b: retouch (surface percussion); c: splitting (indirect linear percussion); d: bending (static pressure) (photos TECHNOS and M. Christensen).

### Terminology related to the breakdown of the operational sequence

The first level of subdivision is the ‘technique’. This designates everything related to the elementary action of humans on matter and can also concern different domains of activity: the acquisition, processing, transformation and use of materials (Leroi-Gourhan, 1971 [1943] and 1973 [1945]). This action is one of the markers of the skills of the artisan, i.e., ‘his/her capacity to carry out mental operations and gauge the result of the operation’<sup>(2)</sup> (Pelegrin, 1991a, p. 109). Different elements charac-

terize a technique (Leroi-Gourhan, 1971 [1943]; Pelegrin, 1991b; Averbouh and Provenzano, 1998-1999):

- the way the force is applied (for example: by direct surface percussion, also called direct diffuse percussion, see Christensen, 2015);
- the tool used (its nature, morphology of the active part –linear, diffuse, punctiform–, weight, etc.);
- the gesture (force, orientation –perpendicular or longitudinal–, etc.).

The second is the ‘procedure’, which, *sensu* Aline Averbouh, designates ‘a short sequence of gestures directed towards a sufficiently undifferentiated aim

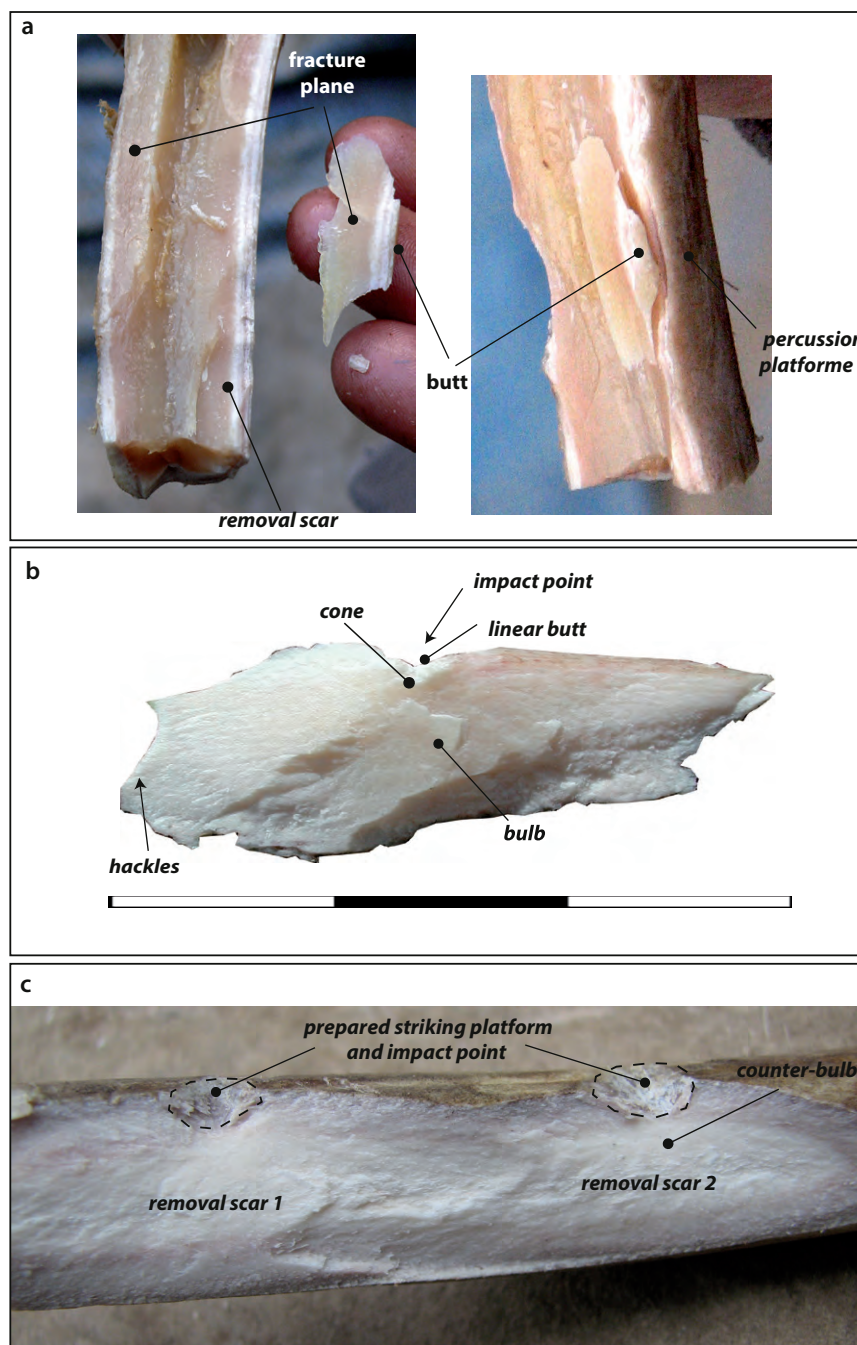


Fig. 3 – Fracture plans, removal scars and secondary stigmata associated with conchoidal fracturing on osseous material. a: fracture plan scar and retouch flake on a diaphysis fragment; b: retouch flakes with impact point, linear butt, bulb and hackles; c: removal scar on reindeer antler: impact marks on prepared striking platform and counter-bulb (photos TECHNOS).

(sectioning, perforation) to be included in different operations (debitage, shaping)' (Le Dosseur, 2006, p. 70). It is '[...] characterized by the techniques used, their organization and the intended result' (Averbouh, 2000, p. 56).

Finally, the 'method' is the last subdivision of the operational sequence and denotes the systematic intention to achieve a precise aim by the organization of a reasoned sequence of operations (Tixier *et al.*, 1980 cited in Averbouh, 2000, p. 176).

### Terminology related to the reconstruction of the operational sequence

Debitage designates 'an action that consists in splitting the raw material in order to obtain blanks' <sup>(3)</sup> (Inizan *et al.*, 1995, p. 59).

Shaping refers to the 'intentional action of shaping selected blanks, regardless of the transformation method' <sup>(4)</sup> (Averbouh, 2000, p. 59).

The operational sequence, and in particular here the technical operational sequence <sup>(5)</sup>, designates in time and space, at the scale of an individual block, the analytical process organizing the 'orderly succession of gestures, organically linked to each other by a technical intention, an economic project and knowledge' <sup>(6)</sup> (Pigeot, 1991, p. 43; Averbouh, 2000). From a static viewpoint, the operational sequence consists of operations that make up the procedure (that is 'ways of doing'). From a dynamic perspective, it describes the progression throughout time and is organized into phases and sequences within the transformation process (Pigeot, 1991 and 2011; Inizan *et al.*, 1995; Averbouh, 2000).

The reconstruction of an operational sequence – that is, the individual history of a block – requires recourse to physical refits (Karlin *et al.*, 1991; Karlin and Pelegrin, 1994). This type of refit is commonly used in lithic technology, but only rarely in osseous technology, as taphonomic alterations and the work techniques, involving the gradual but systemically removal of material, seldom allow the repositioning of products on their initial block. Generally, a more global analysis, referred to as an 'operational scheme', 'technical transformation scheme' or 'global operational sequence', is applied to osseous objects and can be defined as: 'the modelling of all operational schemes with similar technical and economic principles into a concise pattern. This reflects the collective history of a set of blocks and provides information on the transformation procedure and process' <sup>(7)</sup> (Averbouh, 2000, vol. 2, p. 175). This theoretical methodological tool, which we prefer to refer to only as an 'operational scheme', enables us 'to highlight the similarity (and the conceptual consistency) of the responses of all the operators of the transformation of blocks at a given site, period, etc. In this respect, and depending on what level we are dealing with, it can be used as a geographic, chronological and cultural marker' <sup>(8)</sup> (Averbouh, 2000, vol. 1, p. 21). The organization of operational schemes in time and space

enables us to bring to light a limited number of patterns of block exploitation - five according to the same author. In order to differentiate them clearly from the concept of the operational scheme, as an analytical tool, the expression 'transformation scheme' (*ibid.*) will be exclusively reserved for them. Four of them relate to debitage: transformation schemes by fracturing, segmentation, partitioning and extraction. The fifth is direct shaping, which does not include a production stage of the blank, strictly speaking, just its shaping.

As we will see below, we propose adding a sixth scheme, which we call progressive reduction (cf. *infra*).

The method is part of a scheme or an operational manufacturing sequence and reflects a certain way of exploiting a block with the objective of producing a particular type of blank, regardless of the means used (Tixier, 1967; Pelegrin, 1995). This is what we call the 'technical purpose' of debitage, which we distinguish from the 'economic purpose', that is the functional destination of the blanks produced (manufacture of a projectile point, an intermediary piece, a smoother/polisher, etc.).

### Terminology relating to certain debitage products: flakes and rod-shaped products

#### *Flake vs rod and longitudinal flake vs transversal flake*

In lithic technology, the generic term flake refers to a product produced by knapping, with no presumptions regarding dimensions, morphology, or a specific destination. When it is elongated, in such a way that the length is twice as long, or more, than the width, then it is called a blade (Inizan *et al.*, 1999, p. 33, 130 and 142).

By analogy, in osseous technology, the equivalent of the blade is the rod. The rod is a blank that is much longer than wide, with more or less parallel, or convergent edges, generally with a quadrangular or fusiform contour, and edges and profiles displaying varying degrees of regularity (Averbouh, 2000; Goutas, 2004).

The term flake *stricto sensu* will be preferentially reserved for products (waste or blanks) that are as long as wide or wider than long, but never longer than wide, resulting from the longitudinal fracturing of the block. The products resulting from a transverse fracture, and therefore preserving the whole section of the exploited anatomic element, are sometimes more explicitly referred to as 'fragments' (if the fracture affects both extremities of the block, see Christensen, 2015) or 'transversal flakes' (if the fracture affects one or both extremities, see Le Dosseur, 2006, p. 114).

#### *Flake lato sensu vs conchoidal flake*

The definition of a flake *lato sensu* proposed here is more flexible than the definition used in lithic technology, which designates a flake issued from a rock with a 'conchoidal fracture' (concave or convex curve, reminis-

cent of a shell; Inizan *et al.*, 1999), recognizable by the marks produced by the propagation of the fracture wave, and which can be summed up as follows:

- ‘on the lower (ventral) face or flaking face [...]: percussion or pressure ripples, bulb, hackles, etc.;
- on the butt (*i.e.* the part removed from the striking or pressure platform): traces of preparation, impact point, etc.’ (Inizan *et al.*, 1999, p. 33).

In osseous technology, the definition of the flake takes the specific characteristics of hard animal materials into consideration. In this way, the shape and the associated stigmata of certain flakes in bone, ivory or shell, are very similar to these ‘conchoidal flakes’ (see Christensen, Legoupil *et al.*, this volume; Treuillot, this volume; Girya and Khlopachev, this volume). For this reason, it is meaningful to use the terminology applied to rocks with a conchoidal fracture. On the other hand, antlers are less ‘clastic’ materials than the other hard animal materials due to their specific binary structure and more organic composition. Indeed, antler flakes do not systematically display the fracture marks described above. In general, only the butt is present, possibly associated with a percussion bulb and impact point, and sometimes hackles.

#### *From the rod lato sensu to rod production...*

Rod production is one of the innovations characterizing Upper Palaeolithic osseous assemblages, as early as the Aurignacian. At the Upper Palaeolithic scale, human groups used different debitage procedures and methods in order to produce this type of blank, leading to morphological and dimensional variants of the produced rods. Beyond their specific characteristics and variability, depending on the associated cultural and economic contexts, these products share a common denominator: they are elongated with relatively parallel edges, justifying a broader interpretation of the word rod, from our point of view, underlying the expression ‘rod production’<sup>(9)</sup>. In this way, several methods allow for this type of production: partitioning, extraction, progressive reduction (*cf.* definition below), etc. These debitage methods can be applied via different procedures. For example, debitage by extraction can be carried out by a longitudinal double grooving procedure or a segmentation/splitting procedure etc. These choices depend on the morphological, mechanical and structural properties of the blocks of exploited raw materials (origin, anatomy, density, state of freshness etc.), but also on the economic objectives and the specific technical and cultural characteristics of the human groups<sup>(10)</sup>. ‘Rod production’ thus designates a certain conception of the required blank, without predicting the means used to produce it. This facilitates diachronic comparisons of the techno-economic developments of this production aim throughout time (*cf.* below).

#### *The ‘real rod’ and the rod-shaped flake*

A very broad meaning tends to be given to the term rod, inspired by the notion of blade in lithic techno-

logy<sup>(11)</sup>. Here, we propose distinguish between the ‘real rod’ and the rod-shaped flake:

- the ‘real rod’ designates a blank with a highly artificial and standardized shape, resulting from very selective exploitation (by extraction<sup>(12)</sup> or partitioning) of the thickness of the block, regardless of the procedure used. This type of rod is generally associated with procedures involving the grooving technique along both edges of the future blank (for example, extraction by double grooving procedure or successive partitioning by grooving);
- the rod-shaped flake designates an elongated narrow or wide product, which is less regular and less standardized than the ‘real rod’. This product can correspond to an intentionally made blank, but also possibly to manufacturing waste (spall or debitage dud following partitioning for example). Rod-shaped flakes are not flakes strictly speaking (*cf.* above), as they are much longer than wide, but they can be distinguished from real rods by a less important simultaneous predetermination of their morphology and their three dimensions (length, width, thickness).

### **A TERM USED TO DESIGNATE DIFFERENT TECHNICAL AND ECONOMIC REALITIES...**

Now that we have defined the terminological, descriptive and analytical bases that we will use, we will now attempt to understand where the confusion surrounding the use of the term ‘fracturing’ stems from. It undoubtedly comes from the diversity of the meanings given to this word in the scientific literature. The term ‘fracturing’ frequently replaces the expressions: ‘debitage by fracturing’ and ‘technical transformation scheme (or operational scheme) by fracturing’ (*cf.* above, definitions). It is also sometimes used to designate a family of techniques, and thus frequently replaces the expression ‘fracturing technique’.

These shortcuts in the language used often result from an effort to facilitate the writing process, and to make the reading of technological analyses less arduous, but, as a consequence, they also generate comprehension problems. The diversity of the terms used, even by the scientific collaborators of the ‘Ressources animales’ theme, is a good illustration of this. Even though the terminological and conceptual prioritization considered above has been clearly defined by several authors (Averbough, 2000; Provenzano, 2001, etc.), it is clear the use of these terminologies has gradually become more flexible. To this end, a simplification of certain terms or classifications relating to the breakdown or the reconstruction of the manufacturing operational sequence was proposed recently (Christensen, 2015, here: fig. 4; *cf. infra*).

The word ‘fracturing’ is also and especially used to designate a particular technique<sup>(13)</sup>, the oldest known technique (used from the Lower Palaeolithic, Henri-Martin, 1910; ETTOS, 1985; Vincent, 1985; Inizan *et al.*, 1995), consisting in striking a block with a

hammer (generally mineral), through surface contact, in order to break it up. This technique is referred to in different ways: direct (Vincent, 1985; Heckel and Wolf, 2014), diffuse percussion ‘lancée’ (Averbouh, 2000), diffuse percussion (Tejero, 2010), surface percussion (Christensen, 2015), in association or not with the term ‘direct’. This latter term is generally considered to be implicit for osseous materials. Like for the work carried out as part of the PCR ‘Des traces et des hommes’, we will not use the term percussion ‘posée’ (Leroi-Gourhan, 1973), as percussion necessarily involves a striking gesture - ‘lancée’ (Thiébaud *et al.*, 2007). We will draw the reader’s attention to the fact that the term ‘lancée’ is in certain cases applied to the hammer: as for diffuse percussion ‘lancée’ (Averbouh, 2000; here: fig. 5a), and in others, to the block of material, as is the case for percussion ‘lancée’ on an anvil’ (Tixier, 1967; Inizan *et al.*, 1995, here: fig. 5c).

Let us recall that three kind of action on matter exist according on the force applied: static pressure, dynamic pressure and percussion (Christensen, 2015). The latter is often used as a synonym of fracturing, yet this type of action is common to different techniques (cf. fig. 4), which can intervene in the different debitage and shaping methods, and not only as part of ‘debitage by fracturing’. The source of this confusion undoubtedly comes from the fact that in lithic technology, percussion was defined as ‘the application of a force to break the raw material’ (Inizan *et al.*, 1995, p. 30), and that in this same manual, it represents the first level of description of knapping techniques. Percussion is subdivided into direct percussion and indirect percussion (fig. 5a to fig. 5c). Yet, if we accept the idea that each time we use percussion on a material, we talk about fracturing, the risk is that very different things are unintentionally placed on the same level, such as the explosion of a bone placed on the ground by throwing a large block onto it, or the longitudinal division of a long bone into two or four parts by direct diffuse percussion or by inserting an intermediary object. In all three cases, (single or repeated) percussion is used, but the tools vary (pebble, block of stone, intermediary object, anvil, etc.) and the results and objectives are not comparable. Indeed, the use of the term fracturing to refer to a type of action

on matter necessarily leads to confusion and should be avoided.

For the same reasons, the use of this term to designate a family of techniques may be misleading<sup>(14)</sup>. To avoid the unintentional repeated misuse of what are clearly defined terms in a number of current terminologies, should the term fracturing be limited to a very restrictive meaning, and confined to a particular technique? And if so, then which? Even if arbitrarily, we only reserved this term for direct diffuse percussion (or breaking), would we be able to avoid risks of confusion? Undoubtedly not, as the same technique can intervene in radically different debitage methods. To illustrate our point, several examples of the use of the breaking technique are given below:

- to split a bone in several pieces in order to produce flakes-blanks of varied size and shape, in a controlled or random way; in order to retrieve the marrow (flakes = waste) or in order to join both these objectives at the same time (Henri-Martin, 1910; ETTOS, 1985);

- to transversally section a bone in order to obtain a segment, called truncated bones or *machacadors*, presenting a rectilinear break and conserving it’s whole circumference in cross-section (Stordeur and Christidou, 2008; Sidéra, 2010; Maigrot and Provenzano, 2014);

- ‘by sculpting’ an osseous block (‘façonnage sur masse’) in order to make an active cutting part, like some of the bevelled tools on horse metapodials discovered at Kostienki 4 in Russia (Goutas, 2015a). In this case, the produced flakes are a priori shaping waste;

- to retouch (for example to make a side scraper) or to regularize a blank. At some sites in Central Russia, at the end of the Mesolithic and the beginning of the Neolithic, bone rods were regularized by retouch in order to even out the fracture planes (David, 1998; Treuillot, this volume). In this way, thousands of flakes and splinters were found at certain sites, including Zamostje 2 (Treuillot, 2016);

- to longitudinally divide a section of cervid antler into equal parts in a controlled manner (Baumann, 2014). The resulting products are consistent with what we call ‘rod-shaped flakes’ (cf. definitions above);

- finally, particularly on cervid antler, to progressively remove a rod-shaped product from a block (beam

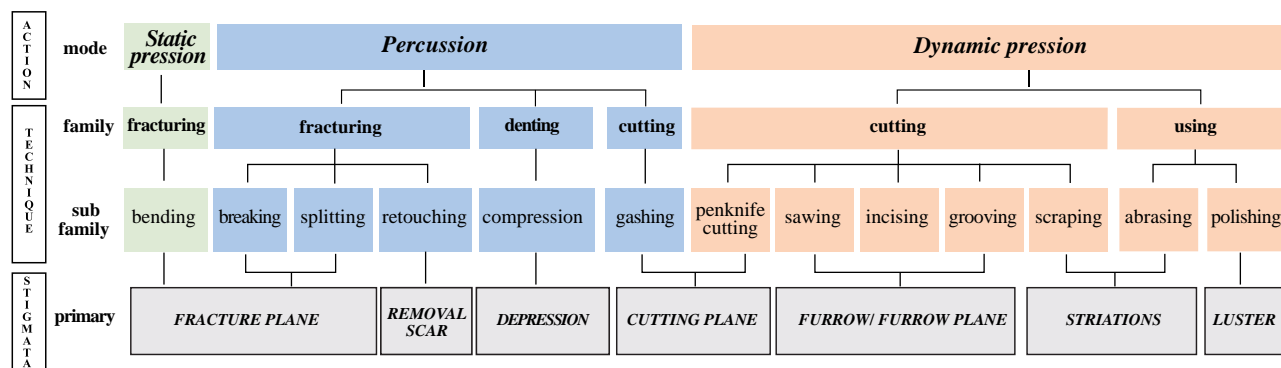


Fig. 4 – Taxinomy of the techniques (after Christensen, 2015, fig. 5).

The traduction ‘furrow and furrow plane’ is due to Markus Wild, Centre for Baltic and Scandinavian Archaeology, Germany.

or tine), like during the Badegoulian (debitage by reduction), where the resulting flakes are the debitage waste (Allain *et al.*, 1974; Averbouh and Pétilon, 2011; Averbouh, this volume a; Malgarini and Bodu, this volume; Lefebvre and Pétilon, this volume).

The same applies to indirect linear percussion (or indirect splitting *sensu* Christensen, 2015), which can intervene as part of debitage by partitioning. It is one of the known methods of reindeer antler debitage during the Aurignacian (Tejero *et al.*, this volume) and occasionally during the Gravettian (Goutas *et al.*, this volume). And, it is what Despina Liolios (Liolios, 1999) and Heidi Knecht (Knecht, 1991) have called 'refend'/'splitting'. Splitting can also be used on a block, not just to divide it into several parts, but to remove a selective portion of material. In such cases, the splitting technique involves a transformation schema by rod extraction (Goutas, 2004). The resulting blanks present different morphological and volumetric characteristics from those resulting from partitioning into halves or quarters. In addition, the resulting debitage waste is not the same depending on the different transformation schemes (extraction or partitioning), even though the splitting technique is used (see below).

We can thus obtain very different results from the same mode of action on matter, using diverse procedures. Therefore, bunching all these different technical intentions together (debitage, roughing out, shaping), under the term fracturing, on the pretext that a percussion action is used for all of them (whether it is direct surface percussion or indirect linear percussion), can only be a source of confusion. For this reason, we are more inclined to limit this term to a specific debitage method as part of a technical objective: debitage by fracturing; and to its theoretical equivalent in the collective history of blocks: the transformation schema by fracturing. In the context of food fracturing, this is a method of butchery processing.

### FOR A RESTRICTED USE OF THE WORD FRACTURING

According to this proposal, from a technical viewpoint, fracturing consists in using a fracture technique (*sensu* Christensen, 2015) to divide a block into several pieces, in a more or less controlled way in order to obtain more or less standardized flakes/blanks (after Averbouh, 2000, p. 186). The waste associated with this debitage consists of flakes (conchoidal or not) and fragments. From a strict food production perspective, flakes are not the intended products, they are waste, although some may be selected to become tools during a second phase. In both cases, debitage by fracturing can be conducted via the use (combined or not) of different techniques, but the most common is breaking (or direct diffuse percussion).

For industries with flakes which technical status remains indeterminate (waste or blank?), the expression 'debitage by fracturing *lato sensu*' can be used, insofar as it is not (yet) possible to reconstruct the overall dynamics of block exploitation and the purpose of production. This is often the case for old series (few objects, selective sorting for early excavations, etc.), for which it is often difficult, or even impossible, to demonstrate the intention to produce flakes (physical refits and refits by default are impossible or uncertain).

However, when technological analyses reveal that the flakes are only debitage waste, it seems inappropriate to speak of debitage by fracturing. Let us consider the example of the debitage of reindeer antler during the Badegoulian. In the past, this type of debitage was related to fracturing (Allain *et al.*, 1974), but is now characterized by the intention to produce a rod-shaped flake by the progressive reduction of the block by removing flakes, in order to produce an artificial, longer than wide quadrangular shape. It seems to us that this kind of debitage should no longer be referred to as debitage by fracturing, except to demonstrate that the flakes produced were also



Fig. 5 – Fracturing techniques. a: breaking by surface percussion; b: splitting by indirect punctiform percussion; c: breaking by surface percussion against an anvil (photos TECHNOS and M. Christensen).

used as blanks for non-modified or shaped tools. Instead, we recommend speaking of 'debitage by the progressive reduction of the volume of the block', which can be shortened into 'debitage by reduction', for convenience. This terminological proposition is on the same analytical level as the 'debitage by reduction' defined by Noëlle Provenzano (Provenzano 2001, p. 210), concerning the use of another technique: abrasion. In their article on Badegoulian debitage, Jean-Marc Pétilion and Sylvain Ducasse (Pétilion and Ducasse, 2012) use the English expression 'reduction sequence', but as a synonym of the French 'operational sequence' (pers. com. J.-M. Pétilion).

Defined in this way, debitage by the progressive reduction of the volume of the block (fig. 6a) is a newly identified debitage method and is clearly differentiated from the debitage by fracturing (fig. 6b) described above (after Averbouh, 2000). With these two methods, we distinguish five methods of debitage altogether. The three other debitage methods are:

1. Debitage by extraction (fig. 6c): this method consists in producing 'blanks with highly standardized shapes (rod, disc, slab), by selective extraction in the thickness of the block, in order to ensure the equally standardized production of finished objects' (Averbouh and Christensen, 2003, p. 21). Here, we will only focus on the debitage by extraction of 'real rods', which gives rise to characteristic waste: the extraction matrix (block with a negative extraction imprint, see Averbouh, 2000).

2. Debitage by partitioning (fig. 6d): the aim of this method is also to produce elongated, rod-like blanks *lato sensu* (real rods or rod-shaped flakes) by the longitudinal division of the block into more or less equal parts (Averbouh and Christensen, 2003, p. 21). There are variants of this: partitioning in half (or bi-partitioning), which gives rise to the production of 'bipartite rods'; partitioning into four (or quadri-partitioning), which gives rise to the production of 'quadripartite rods'; and finally, what we will call 'multiple partitioning', where the objective is to produce more abundant blanks, and which generally no longer bear the anatomic characteristics of the original block (selective exploitation, *sensu* Averbouh, 2000). The exact number of partitions cannot be detected on the (very narrow) blank types in question (Goutas, 2004; Le Dosseur, 2006): there can be two or more of them. In addition, the dimensions of the blanks produced are not necessarily similar. In a first stage, a bone for example can be longitudinally divided into two equal parts. Depending on the objective, one or both of the bipartite products (secondary blocks) can then be:

- divided again into two equal parts leading to the production of two new (tertiary) blocks on a quarter of a long bone; these blocks then undergo one or several successive partitions until the intended blanks are obtained;

- the tertiary blocks are divided into unequal parts, the debitage can then be carried out near one of the edges of the block in order to directly produce a narrow and elongated blank (in three consecutive partitions);

- the debitage is carried out like before on the secondary bipartite blocks beside one of the edges of

the block but the production of the intended blank only requires two consecutive partitions.

This type of debitage by successive partition does not necessarily produce diagnostic waste if all the products detached from the block are used (Liolios, 1999; Tejero *et al.*, 2011; Baumann, 2014; Goutas *et al.*, this volume). By diagnostic waste, we mean the presence of waste that can be used to identify debitage by partitioning.

3. The aim of debitage by segmentation or sectioning (see fig. 6e) is the production of a complete segment ('support en volume'). It is either carried out on the whole anatomic element, or on a secondary block segment, obtained for example after the elimination of the tines and the palmation or tines tips (trimming phase), or again of the epiphyses. This type of debitage does not generate characteristic waste, except for these possible preparatory spalls.

### THE IMPORTANCE OF MENTAL AND PHYSICAL REFINITS...

In order to discuss debitage by fracturing, it is thus essential to identify not only the type of associated products (rod-shaped flakes and/or flakes), but also their status, which involves:

- on one hand, identifying which technique(s) they are associated with, and consequently, which stigmata can be observed;

- and on the other hand, placing these products in the overall conceptual scheme of the osseous block (transformation scheme, *sensu* Averbouh, 2000), in order to identify the technical purpose of the debitage (what was the intended type of blank?).

To illustrate our point, the presence of a flake with a fracture plane as the primary stigmata, and secondary stigmata, such as the butt, the bulb, hackles, etc. (cf. fig. 3), enables us to identify:

- a mode of action, namely percussion (presence of a fracture plane);

- and a technique, namely breaking (butt, bulb, hackles, etc.).

Nevertheless, are we capable of defining the technical status of this flake? Is it a blank or waste? And in the latter case, is it debitage waste or shaping waste? At this stage of the analysis, it is impossible to tell without taking into consideration the whole assemblage. This is the only way of understanding how this flake fits into a particular type of exploitation (transformation scheme), and as a result, how the block of raw material was exploited. And what was the exact economic aim?

Yet in order to successfully accomplish this exercise, we need to guarantee the reliability of our reconstructions, and thus the repeatability of our observations. In ideal circumstances, physical flakes would be refitted onto the block of raw material. But although that is possible for fracture techniques, after considerable sorting of the fauna and matching elements, most of the time, we are limited

to mental refitting tests. And with the 'refitting by default' method (Averbouh, 2000), it is necessary to look for taxonomic, anatomic, metric and technical complementarities between the different components of our assemblages. Yet, for a number of series, the osseous flakes were not all retrieved (if they are from early excavations), or part of these flakes could have been removed from the living space or may have been used as fuel. These biases often limit our understanding of assemblages. In addition to this, there is another difficulty, namely that bones are also often fractured to retrieve the marrow.

### NOT SUCH UBIQUITOUS FRACTURE PLANES AS IT SEEMS...

One of the difficulties involved in studying rod-shaped products (blank or debitage waste) with longitudinal fracture planes covering their edges is distinguishing a fracture plane obtained by breaking (direct) from a fracture plane resulting from splitting (indirect). These fracture planes are considered to be discriminating by certain authors (Baumann and Maury, 2013, p. 3).

This observation appears to be a consequence of the state of research rather than a real technological impasse. Experimental data on these different percussion methods are still insufficient today. The orientation, angulation in relation to the work surface, the span of the fracture planes (continuous or discontinuous), and their appearance are some of the parameters to be clarified and could

reveal variations. Nevertheless, previous works, based on an experimental approach, have described several criteria. Rods obtained by splitting can present two edges formed by perfectly continuous and rectilinear fracture planes, but this does not seem to be the case for rods produced by breaking<sup>(15)</sup>, regardless of whether they are produced by Badegoulian (Averbouh and Pétilion, 2011) or Solutrean (Baumann, 2014) type debitage. In the first case, one of the edges of the Badegoulian rod is made up of a series of conchoidal fracture planes due to a series of flake removals, creating an irregular profile. In the second case, each of the rod edges is also formed by a series of fracture planes, but in comparison, their profile is significantly less irregular as they were not formed by the progressive removal of flakes, but by a gradual tearing of the osseous tissues over a more extensive surface. In the present state of our knowledge, if we only consider the presence/absence of this fracture plane - the primary stigmata - it is effectively impossible to distinguish these different elementary actions on the material, especially if they are both part of the same transformation schema, in particular, in the case of partitioning (into halves or quarters). At this stage, taking other associated, often discreet marks into consideration (*op. cit.*; Christensen, 2015; Goutas *et al.*, this volume; Tartar, this volume), is a pertinent means of differentiating these two techniques. Certain secondary stigmata seem to be specific to diffuse percussion, whether on cervid antler, bone or ivory (Henri-Martin, 1910; Allain *et al.*, 1974; ETTOS, 1985; Villa *et al.*, 1986; Vincent, 1993; Rigaud, 2004; David, 1999; Averbouh, 2000; Khlopachev and Girya,

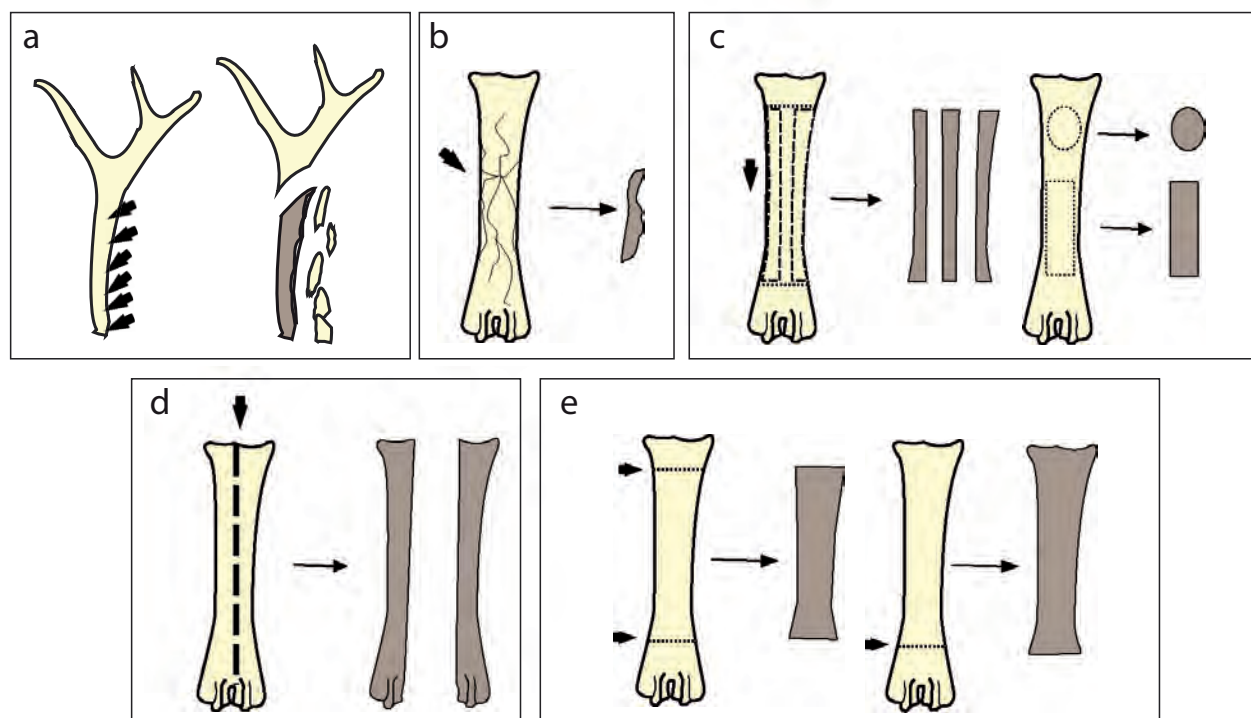


Fig. 6 – Methods of debitage (blank production). a: by reduction; b: by fracturing; c: by extraction; d: by bipartition; e: by segmentation (b to e after Averbouh, 2000).



2010; Baumann, 2014), and others to indirect percussion (Rigaud, 1972 and 1984; Averbouh, 2000; Goutas, 2004). Furthermore, we note that although a number of similar secondary stigmata are found on bone and cervid antler, the more fibrous and less brittle structure of antler often makes the interpretation of the marks more difficult. As it stands, we can establish a first overview of the stigmata and useful criteria on experimental and archaeological material from the contributions in this volume: for bone, see Bemilli insert *in* Christensen, Goutas *et al.*; Bignon-Lau *et al.*; Treuillot; for antler, see Goutas *et al.*; Lefebvre and Pétilion; Malgarini and Bodu; Tartar; Tejero *et al.*; for shell, see Manca; and for ivory, see Girya and Khlopachev.

The situation is even more complicated when the technologist does not have access to secondary stigmata, due to the fragmentation rate or the general surface condition of the artefacts. Thus, an error margin in the discrimination of breaking and splitting should be considered and accepted, especially for series with few artefacts, or series with little or no debitage waste, for which mental refits are of limited relevance. Therefore, it is essential look for other criteria, and to work towards a detailed characterization of the fracture plane itself (position, orientation, span, shape, angulation, continuity/discontinuity, 'microtopography' of the lateral fracture planes and surfaces, etc.) on archaeological and experimental objects. Cross-checking these different parameters can help to differentiate these two techniques when secondary marks are lacking or inconclusive. This methodological ambition of the collaborators of the 'Ressources animales' theme necessarily entails new experiments. The ultimate objective is to determine the existence of potential overlaps (in shape, angulation, delineation, etc.) of the fracture planes associated with each of these techniques. Or conversely, to see if it is possible to track significant repetitions, or even specific characteristics of the fracture planes associated with one or the other of these percussion techniques. In absolute terms, the reproducibility and the pertinence of such observations will be based on quantitatively but also qualitatively significant experiments. It is not so much a question of considering the fracture plane resulting from breaking or splitting as a fixed stigmata, but rather of taking account of the fact that its intrinsic characteristics are not merely a result of the technique used. They depend just as much, if not more, on the condition of the material, the procedure used, the type of intended product and thus, on the way the volume of the blocks was exploited as well as their state of freshness.

#### **SOME COMMENTS BASED ON ANTLER ASSEMBLAGES**

**I**n this respect, the Badegoulian example is particularly interesting, as the status of Badegoulian flakes can be considered in different ways. Either they are intended

blanks, and their production can be related to a debitage by fracturing *stricto sensu*, or else they are waste. In the latter case, the intended blank is a rod *sensu lato*<sup>(16)</sup>, equivalent, in general, to a third of the circumference of the section, made by the successive removal of a series of flakes (Rigaud, 2004; Averbouh and Pétilion, 2011; Pétilion and Averbouh, 2012; Pétilion and Ducasse, 2012; Averbouh, this volume a). Based on current knowledge, the latter hypothesis appears to be more probable, but we cannot rule out the possibility that both types of products generated by Badegoulian debitage (flakes and the rod *lato sensu*) may have been used, even occasionally. Experiments are still required to test the second hypothesis. However, it is unlikely that a 'Badegoulian type' flake and a rod *lato sensu* would present the same fracture plane characteristics (position, span, profile, etc.), and that their production would rely on diffuse percussion and include the same operational sequence. In the case of the flake, the fracture plane covers the whole back of the object<sup>(17)</sup>. It results from a percussion action limited to the surface of the block (conchoidal type fracture). In contrast, for the rod, the edge, or each edge, does not bear a single or main fracture plane, but a series of successive (juxtaposed or connecting) fracture planes resulting from repeated diffuse percussion along the block of raw material. Some of the flakes removed during the course of this operation (called 'tiled' flakes) leave removal scars on the edges of the rod, generating an irregular profile (Averbouh and Pétilion, 2011; Pétilion and Ducasse, 2012), giving it a hummocky or hilly aspect.

For the purposes of a diachronic comparison, is the 'Badegoulian type' rod comparable to a 'Solutrean type' rod, by the fact that repeated diffuse percussion, on the surface of the section, is used in both cases? Again, probably not, if we restrict our observations to the expected morphology of the fracture plane, as Solutrean debitage (see Baumann, 2014) consists of the successive partitioning of the block (into halves or quarters). Here, the formation of the fracture plane results from a continuous separation of the bone fibres by a series of percussion on an anvil, at different intervals. The blows do not lead to the removal of flakes, but to the formation of a longitudinal fracture line, on both faces of the section, and ultimately allow for the division of the segment and the production of rods. In this respect, and in the absence of preserved secondary marks, we can legitimately ask whether the fracture planes of a Solutrean type rod present more affinities with the fracture planes affecting certain Aurignacian or Gravettian rods? For these latter rods, the debitage – by partitioning or extraction – involves another percussion technique: direct splitting. Here, we reach the limits of available knowledge, insofar as the detailed characterization of fracture planes has only just begun and is a long-term endeavour. Nonetheless, several points can be raised for further consideration. In this way, the continuous and perfectly rectilinear morphology of certain fracture planes related to a splitting action on antler (Averbouh, 2000; Tejero *et al.*, 2012; Goutas *et al.*, this volume) does not seem to occur on

rods linked to diffuse percussion (Tartar, this volume; Baumann, 2014), and could give rise to a first, potentially discriminating criterion, which remains to be confirmed. We must systematically base our understanding of these assemblages on the consideration of several criteria; the actions carried out, the tools used (use of an anvil or not, types of hammer and anvil used, etc.), the condition of the material, the implemented transformation scheme. The combination of all of these parameters defines the economic aim pursued (waste *vs* blanks), the shape and section of the resulting products, and consequently, the exact type of fracture planes and secondary associated marks.

Lastly, this understanding is also based on a better identification of the fracture planes stemming from taphonomic factors, and it is clear that no such frame of reference is currently available for antler. Indeed, little attention has been paid to these fracture planes. The rare published data concern anthropogenic contexts. The fracture planes are generally only attributed to taphonomic processes on the basis of the absence of clear technical marks, perhaps combined with qualitative observations that are difficult to objectify. Therefore, their specific characteristics and variability still need to be clearly characterized in natural complexes exposed to different sedimentary contexts (karstic and open-air settings). Thus, much work remains to be carried out on paleontological series, in the same vein as the studies undertaken by François-Xavier Chauvière on the series from Igue du Gral (Lot, Chauvière, in prep.). Other reference frameworks of this type will also be developed by the research group 'Ressources animales: acquisition, transformation et consommation', initially based on open-air series (project, coordination Céline Bemilli and Nejma Goutas).

### **SPLITTING VS BREAKING: AND WHY NOT BOTH?**

The situation becomes even more complicated if we consider that splitting and breaking could have been combined at times (Goutas *et al.*, this volume). Indeed, the diverse experimental tests carried out as part of the CNRS TECHNOS thematic course or the Étioilles university course remind us that the debitage of osseous materials in general, and antler in particular, for the case in hand, involves a certain freedom of action to adapt to the specific characteristics of the worked antler on a case by case basis (shape, curve, density, condition etc.). The action and the tool must react to the constraints of the material and to the unknown elements accompanying the debitage action. But, even the best producers can make an error of assessment. Each animal antler is unique, and structural micro-alterations (for example, the impact of the cold or shocks produced by combats between males when the animals were alive), which cannot necessarily be tactilely or visually perceived, but possibly heard, can potentially 'interfere' with the debitage, if they are not identified at

the outset. As a result, the experience and the competence of the manufacturer (or knapper) can be judged by his capacity to adapt to the situation relatively quickly (observe, listen, react). Yet, this freedom of decision and action is often 'curbed' (consciously or not) during experiments, as it is constrained by strict protocols designed to allow for the reproducibility of the results (products, marks). In this respect, didactic or exploratory tests are often particularly instructive, as they represent an initial experimental phase of testing the materials, actions, tools, operational sequences, before the definitive protocol is drawn up. It was during this type of test (TECHNOS, see also Tejero *et al.*, this volume) on antler that splitting was at times associated with short diffuse percussion, in order to attempt, for example, to redirect a deviant fracture line from its trajectory. No persistent traces of this fleeting, but nonetheless essential complementary action are preserved... Conversely, indirect percussion can also occur in a debitage operation based mainly on diffuse percussion: 'Sometimes, a nascent crack makes it possible to drive in a flint wedge, which accelerates the process of longitudinal breaking [...]' <sup>(18)</sup> (Rigaud, 2004, p. 75). Again, traces of this secondary splitting are not necessarily preserved (Baumann, 2014; see also Malgarini and Bodu, this volume). We are not denying the existence of criteria specific to each of these two techniques, as these do exist, but simply attempting to nuance the absolute value of our technologist classifications (indirect linear percussion or splitting *vs* direct diffuse percussion or breaking). On one hand, with respect to the complexity and the diversity of human behaviour (use of several percussion techniques in the same debitage sequence), and on the other hand, because of the possible existence of the same secondary marks for both of these techniques.

### **IN CONCLUSION... ASSESSING THE COMPLEXITY OF EXPERTISE AND SKILLS: A TALL ORDER?**

As we saw above, diverse semantic nuances are ascribed to the word fracturing depending on how it is used (chronological periods, authors, disciplinary contexts, etc.) or interpreted. It is often used to refer to a particular technique, diffuse percussion, or to designate marrow recovery for food purposes and/or a technique for flake production. Depending on these different meanings, fracturing is frequently depicted in the literature as the most rudimentary or least elaborate technique in comparison with other techniques (grooving, sawing, gashing, for example) or other debitage methods (extraction, partitioning, segmentation, etc.). Conversely, the use of the term fracturing for diffuse percussion as part of debitage by partitioning or the progressive reduction of the volume of the block (cf. *supra*), is accompanied by a revision of the possibilities of control and predetermination of fracturing, considered to be reliable up until now.

Alongside this semantic development and the polysemy of the term fracturing, the risk of the anachronic appraisal of past works gradually appeared. In this respect, several cases of overinterpretation or misunderstanding will be discussed here.

### **The use of the term fracturing as a synonym of diffuse percussion (breaking)**

Techniques are defined by the type(s) of tool(s) used and the mode of action on the material. Therefore, if we respect this definition, it does not seem incongruous to consider that the application of grooving, sawing techniques, etc. requires more expertise and skill<sup>(19)</sup> than diffuse percussion. This is due to the fact that the former techniques involve the use of tools (non-retouched, burins, possibly hafts) and the methods used to produce these tools are more complex than those involved in collecting a pebble or a large stone. In other words, for diffuse percussion, the pebble does not require any action before debitage, or any shaping, in order to be used effectively, even though the choice of a good hammer (and a good anvil) implies a good assessment of its inertia, its resilience and its shape for the task at hand. This type of observation aims to be purely factual and does not suggest that the cognitive capacities of human groups using diffuse percussion were inferior to those of others. This would be absurd, as this universal technique was used throughout the ages, and frequently associated with other techniques for the same production aim. Diffuse percussion (and generally speaking all the 'fracture techniques', *sensu* Christensen, 2015) is no less efficient than a cutting technique for example (such as grooving or sawing), as the efficacy of a technique, a procedure, a method, always depends on the use contexts and the needs of the groups who choose it (Goutas, 2009).

### **The use of the term fracturing to designate a specific debitage method**

If we consider that fracturing designates an exploitation method involving the whole volume of the block in order to produce blanks-flakes or to open a bone to retrieve the marrow, by exploding the osseous fibres, without taking into account the technique used, we can factually observe that there is less possibility of control (of the shape and dimensions of the blanks) with this debitage method than with debitage by rod extraction. If we adopt this restrictive definition of debitage by fracturing, it is difficult to question the less controlled aspect of this type of debitage, which again, does not mean that it is less efficient or simplistic (cf. above).

### **The extensive use of the term fracturing to designate different debitage methods**

On the other hand, when the term fracturing is used in a more 'extensive dimension', to designate rod-shaped production involving partitioning by splitting<sup>(20)</sup> (Tejero

*et al.*, 2011: 'procedure of longitudinal fracturing' by splitting), or by breaking (Baumann, 2014: 'longitudinal divisions by fracturing'), or a reduction of the block by the progressive removal of flakes<sup>(21)</sup> (Averbouh and Pétilon, 2011: 'debitage by fracturing'), it is difficult to describe the debitage as lacking control and complexity. This clearly raises the question of the difficulty of trans-cultural comparisons, where radically different techno-economic realities are compared using the same term.

Thus, up until now, different methods of block exploitation – of antler for example, involving different techniques and different procedures, have been inappropriately combined under the broad concept of debitage by fracturing.

If we focus on the purpose (and not on the associated waste) of these different types of debitage, regardless of the means employed and the conceptual schemas of block exploitation, a constant feature emerges. This is the pursuit of blanks that are much longer than wide, with a quadrangular contour and rectilinear, irregular or fusiform ends, which we can attribute to the generic category of rod-shaped products. The production of these rods *lato sensu* may have undergone major developments during the course of time, but elements of continuity are also visible, and it is thus possible to nuance the radicality of ruptures between different periods of the Upper Palaeolithic. Depending on the methods used, these different 'rod productions'<sup>(22)</sup> can give rise to the production of one or several rods *lato sensu* from the same block.

In certain cases or at certain times, this consists of:

1. Dividing a secondary block segment into several equal parts (this debitage is characterized by the absence or rarity of waste; Tejero, 2010; Tejero *et al.*, 2012). This type of debitage occurs during the: Aurignacian (partitioning into quarters or more, by splitting, see Tejero *et al.*, this volume); Solutrean (partitioning into halves or quarters by direct breaking on an anvil, see Baumann and Maury, 2013; Baumann, 2014); Gravettian (bipartitioning by segmentation/splitting or by segmentation/grooving/splitting, in Moravia, Romania, more rarely in France, see Goutas *et al.*, this volume).

2. Extracting a limited portion of material (selective extraction as opposed to the division of the block): Gravettian debitage, recorded in many European contexts (Goutas, 2009 and 2013) and carried out by double longitudinal grooving, by segmentation/splitting or segmentation/grooving/splitting (Goutas, 2004; Goutas *et al.*, this volume). This type of debitage is characterized by the formation of characteristic waste: the extraction matrix.

3. Producing an elongated blank by the progressive removal of matter, in the form of flakes, which are the debitage waste in this case (Averbouh and Pétilon, 2011; Pétilon and Averbouh, 2012). This debitage method is characteristic of the Badegoulian (Allain *et al.*, 1974; Rigaud, 2004), and may also have been used during the Gravettian, in Romania (Goutas, unpublished). It is the only currently known method on cervid antler that leads to the systematic production of flakes. However, the latter are not the purpose of debitage, thereby distinguishing

this method from debitage by fracturing (*sensu* Averbouh). This debitage, which we call 'debitage by the progressive reduction of the volume of the block' could also be compared, with nuances, to 'preliminary flaking', as it is used in lithic technology (see Inizan *et al.*, 1999, p. 51 and 54), or in sculpture and architectural ornamentation; 'roughing out (a block of stone, marble by shaping it into planes which form the shape of the subject' (Petit Robert, ed. 1990 'épanneler'). Here, it is not a case of roughing out a bifacial preform, which then undergoes a shaping phase, but the idea of progressively removing matter from a blank, rather than a roughout.

Regardless of the chosen terminology, if the aim of this Badegoulian debitage is the production of a rod<sup>(23)</sup> *lato sensu*, then it is included in the variability of 'rod productions', identified up to now for the Upper Palaeolithic.

Ultimately, these variants of 'rod production' raise a number of major socio-economic questions. It is interesting to consider the underestimated importance of breaking for the debitage of rod-shaped products, but the use of this method in different places at different times is not sufficient for identifying related debitage. By limiting the use of the word fracturing to a restrictive definition, that of a debitage method aiming to produce flakes-blanks, we observe that the commonly accepted polysemy for this term can lead to biased diachronic comparisons (fragmentation or artificial comparison of technical traditions). Indeed, although the concept of 'rod *lato sensu*' (or rod-shaped product) remains a common denominator for all of the Upper Palaeolithic traditions and even for subsequent periods, the way this type of blank was devised and the way the debitage was implemented (techniques; procedures, methods) change during the course of time. These changes are strong cultural signatures. In this respect, they are invaluable markers for discussing the rhythmicity of technical traditions: (re-) invention, diffusion, disappearance or refusal to change.

**Acknowledgements.** We thank Noëlle Provenzano for her constructive proofreading, as well as Aline Averbouh, François-Xavier Chauvière, Yolaine Maigrot and Jean-Marc Pétilion for fruitful discussions.

## NOTES

- (1) '[...] une cassure ou une coupure sécante à la surface' d'un matériau.
- (2) 'sa capacité à effectuer des opérations mentales et à estimer le résultat de l'opération'
- (3) 'une action qui consiste à fractionner la matière première afin d'obtenir des supports'
- (4) 'l'action intentionnelle de mettre en forme les supports choisis quelle que soit la méthode de transformation suivie'
- (5) There are also operational sequences of acquisition and consumption (Averbouh, 2000).
- (6) Original quotation: 'succession ordonnée des gestes, organiquement liés les uns aux autres par une intention technique, un projet économique et des connaissances'.
- (7) Original quotation: 'la modélisation, en un schéma synthétique, de l'ensemble des chaînes opératoires semblables dans leur principe technique et économique. Il reflète l'histoire collective d'un ensemble de blocs et apporte des informations sur la procédure et le processus de leur transformation'.
- (8) Original quotation: 'en valeur la similitude (et l'homogénéité conceptuelle) des réponses fournies par l'ensemble des opérateurs de la transformation des blocs d'un site, d'une période etc. En ce sens, et suivant le niveau auquel on se situe, il peut avoir valeur de caractérisation géographique, chronologique et culturelle'.
- (9) By using this expression, we are following the terminological and methodological reflections developed since 2008 as part of the GDR PREHISTOS (dir. Aline Averbouh, <http://gdreprehistos.cnrs.fr/>). However, this must be differentiated from 'rod debitage'/'débitage baguettaire' (*sensu* Averbouh, 2000), which includes the intended objective and the way of achieving it.
- (10) In some cases, it is probable that the availability of the exploited resources and land use patterns influenced, or perhaps conditioned, the specific management of these resources (animal antler in particular), and consequently certain technical preferences (Goutas, 2009).
- (11) In lithic technology, mainly for Anglo-Saxon authors, the 'real blade'/'lame vraie' is generally distinguished from the blade-like or 'laminar flake' (see Inizan *et al.*, 1995, p. 149).
- (12) Which corresponds to the 'extraction rod' (Averbouh, 2000) or the 'multiple partitioning rod'.
- (13) It is also sometimes used to refer to other techniques, such as bending or splitting.
- (14) Reason for which we prefer to speak of 'fracture techniques' (Christensen, 2015), rather than 'fracturing techniques'.
- (15) The fracture plane produced by breaking is less rectilinear than the plane produced by splitting, whereas the 'surface of the wall is more level and more uniform for the first than for the second' (Averbouh, 2000, vol. 2, p. 78-79; original quotation: '[...] la surface de la paroi est plus plane et plus uniforme pour la première que pour la seconde').
- (16) This is what André Rigaud called an '[...] irregular cortical strip [...]' (Rigaud, 2004, p. 75; original quotation: '[...] bande corticale irrégulière [...]'). Up until now, this type of rod has not yet been identified in archaeological assemblages.
- (17) Whereas the obverse side may possibly bear a large removal scar resulting from the previous removal of a flake (Pétilion and Ducasse, 2012), or small removal scars stemming from the formation of secondary flakes ('parasites', *sensu* Christensen, 2015) around the butt.
- (18) Original quotation: 'Parfois, une fissure naissante permet d'enfoncer un coin en silex, ce qui accélère le processus d'éclatement longitudinal [...]'.
- (19) See the definitions of these two terms in Pelegrin 1991a and Karlin, 1991.
- (20) For these authors, splitting designates the specific action of opening a block lengthwise, by stripping fibres, in indirect percussion.
- (21) '[...] the principle of the debitage is to knap off one half – or even the two-thirds – of the circumference of the antler beam or tine. Thus, what is left of the antler is a 'rod' that

- represents one third to one half of the original circumference of the antler' (Averbouh and Pétillon, p. 49).
- (22) This expression does not replace that of debitage method; it aims to designate an economic aim shared by several debitage methods.
- (23) Called 'rod' (Averbouh and Pétillon, 2011, p. 49) or 'splinter' (Pétillon and Ducasse, 2012, p. 1) in English. See also Christensen, Goutas *et al.*, this volume.

### BIBLIOGRAPHICAL REFERENCES

- AGOUJIL A. (2004) – *L'industrie en matières dures animales du site solutréen du Roc-de-Sers (Sers, Charente), Exploitation du bois de renne : contribution d'une approche technologique et typologique à la reconnaissance d'une période chrono-culturelle*, mémoire de maîtrise, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 111 p.
- AGOUJIL A. (2005) – *Essai de caractérisation des industries en matières dures animales solutréennes. Apport de l'étude du niveau solutréen moyen (couche H « à feuilles de laurier ») de Laugerie-Haute Ouest à la connaissance des modalités de débitage du bois de cervidé*, mémoire de DEA, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 62 p.
- ALLAIN J., FRITSCH R., RIGAUD A., TROTIGNON F. (1974) – Le débitage du bois de renne dans les niveaux à raclettes du Badegoulien de l'abri Fritsch et sa signification, in H. Camps-Fabrer (dir.), *Premier colloque international sur l'industrie de l'os dans la Préhistoire*, actes du colloque (abbaye de Sénanque, 18-20 avril, 1974), Aix-en-Provence, université de Provence, p. 67-71.
- AVERBOUH A. (2000) – *Technologie de la matière osseuse travaillée et implications paléthnologiques : l'exemple des chaînes d'exploitation du bois de cervidé chez les Magdaléniens des Pyrénées*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 2 vol., 253 et 247 p.
- AVERBOUH A., PROVENZANO N. (1998-1999) – Propositions pour une terminologie du travail préhistorique des matières osseuses, 1. Les techniques, *Préhistoire et anthropologie méditerranéennes*, 7-8, p. 5-26.
- AVERBOUH A., CHRISTENSEN M. (dir.) (2003) – Transformation et utilisation préhistoriques des matières osseuses. Actualités des recherches universitaires en France 2000-2004, *Pré-histoires méditerranéennes*, 12, p. 55-208.
- AVERBOUH A., PÉTILLON J.-M. (2011) – Identification of 'Debitage by Fracturation' on Reindeer Antler: Case Study of the Badegoulian Levels at the Cuzoul de Vers (Lot, France), in J. Baron et B. Kufel-Diakowska (dir.), *Written in Bones, Studies on Technological and Social Contexts of Past Faunal Skeletal Remains*, actes des 7<sup>es</sup> Rencontres du Groupe de recherche sur le travail des matières osseuses (Wrocław, 7-11 septembre 2009), Wrocław, université de Wrocław, p. 41-52.
- AVERBOUH A. (this volume a) – Le travail des matières osseuses au Badegoulien ou un curieux goût pour la fracturation, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 181-186.
- BAUMANN M. (2014) – *À l'ombre des feuilles de laurier, les équipements osseux solutréens du Sud-Ouest de la France. Apports et limites des collections anciennes*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 593 p.
- BAUMANN M., MAURY S. (2013) – Ideas no Longer Written in Antler, *Journal of Archaeological Science*, 40, 1, p. 601-614.
- BEMILLI C. (this volume) – Petit rappel de taphonomie. La caractérisation des altérations taphonomiques : fracturation vs fragmentation, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 25-26.
- BIGNON-LAU O., MALGARINI R., BONZOM-CHAPELLE S. (this volume) – Fracturation osseuse *lato sensu* et intégration des chaînes opératoires alimentaires et non alimentaires. Quelques exemples du Magdalénien supérieur, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 231-241.
- BINFORD L. R. (1981) – *Bones: Ancient Men and Modern Myths*, New York, Academic Press (Studies in Archaeology, 5), 320 p.
- CAMPANA D. V. (1987) – The Manufacture of Bone Tools in the Zagros and Levant, *MASCA Journal*, 4, 3, p. 110-123.
- CAMPANA D. V. (1989) – *Natufian and Protoneolithic Bone Tools. The Manufacture and Use of Bone Implements in the Zagros and the Levant*, Oxford, Anthony Hands & David Walkers (BAR, International Series 494), 156 p.
- CAPALDO S. D., BLUMENSCHINE R. J. (1994) – A Quantitative Diagnosis of Notches Made by Hammerstone Percussion and Carnivore Gnawing on Bovid Long Bones, *American Antiquity*, 59, 4, p. 724-748.
- CHAUVIÈRE F.-X. (2002) – Industries et parures sur matières dures animales du Paléolithique supérieur de la grotte de Caldeirão (Tomar, Portugal), *Revista Portuguesa de Arqueologia*, 5, 1, p. 5-28.
- CHAUVIÈRE F.-X. (this volume) – Préface, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 7-9.

- CHAUVIÈRE F.-X. (in preparation) – Bois de renne : paléontologie vs archéologie, in J.-C. Castel et M. Boudadi-Maligne (dir.), *L'Igüe du Gral (Sauliac-sur-Célé, Lot) : histoire d'un piège naturel au Pléistocène supérieur*, *Revue de Paléobiologie*, n° spécial.
- CHECH M. (1974) – *Essai sur les techniques de débitage des bois de rennes au Magdalénien*, mémoire de maîtrise, université de Paris X, Nanterre, 91 p.
- CHEYNIER A. (1949) – *Badegoule, station solutréenne et proto-magdalénienne*, Paris, Masson (Archives de l'Institut de paléontologie humaine, 23), 230 p.
- CHOÏ S. Y. (1999) – *Outillages en matière dure animale du Néolithique ancien au Chalcolithique dans le Midi de la France. Étude technique et morphologique*, thèse de doctorat, université de Provence – Aix-Marseille 1, Aix-en-Provence, 3 vol., 656 p. 185 p. et 348 pl.
- CHRISTENSEN M. (1999) – *Technologie de l'ivoire au Paléolithique supérieur : caractérisation physico-chimique du matériau et analyse fonctionnelle des outils de transformation*, Oxford, Archaeopress (BAR, International Series 751), 201 p.
- CHRISTENSEN M. (2015) – *L'exploitation des matières dures animales chez les chasseurs-cueilleurs : le cas des nomades marins de Patagonie et de Terre de Feu*, thèse d'habilitation à diriger des recherches, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 245 p.
- CHRISTENSEN M., GOUTAS N., BEMLLI C., BIGNON-LAU O., BODU P., CHICA-LEFORT T., KHAN B., LEGLISE S., MALGARINI R., TARTAR É., TEJERO J. M., TREUILLOT J., SCHWAB C. (this volume) – La fracturation *lato sensu* de l'os et du bois de cervidé : un bref historique des recherches, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 23-42.
- CHRISTENSEN M., LEGOUPIL D., SAN ROMÁN M. (this volume) – L'exploitation des métapodes d'artiodactyles par les nomades marins de Patagonie australe : le cas du site d'Offing, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 311-322.
- DAVID É. (1998) – Étude technologique de l'industrie en matières dures animales du site mésolithique de Zamostje 2 : fouille 1991 (Russie), *Archéo-Situla*, 26, p. 5-62.
- DAVID É. (1999) – *L'industrie en matières dures animales du Mésolithique ancien et moyen en Europe du Nord. Contribution de l'analyse technologique à la définition du Maglemosien*, thèse de doctorat, université Paris X, Nanterre, 2 vol. 770 p.
- DAVID É. (2004) – Fiche transformation des matières dures d'origine animale dans le Mésolithique ancien d'Europe du nord, in D. Ramseier (dir.), *Matières et techniques*, Paris, Société préhistorique française (Industrie de l'os préhistorique, 11), p. 113-149.
- DUCASSE S., CASTEL J.-C., CHAUVIÈRE F.-X., LANGLAIS M., CAMUS H., MORALA A., TURQ A. (2011) – Le Quercy au cœur du Dernier Maximum Glaciaire : la couche 4 du Petit Cloup Barrat et la question de la transition badegoulo-magdalénienne, *Paleo*, 22, p. 101-154.
- DUCASSE S., PÉTILLON J.-M., RENARD C. (2014) – Le cadre radiométrique de la séquence solutréo-badegoulienne du Cuzoul de Vers (Lot) : lecture critique et compléments, *Paléo*, 25, p. 37-58.
- ETTOS (1985) – Techniques de percussion appliquées au matériau osseux : premières expériences, *Cahiers de l'Euphrate*, 4, p. 373-381.
- FISCHER J. W. (1995) – Bone Surface Modifications in Zooarchaeology, *Journal of Archaeological Method and Theory*, 2, 1, p. 7-68.
- FRITZ C. (1999) – *La gravure dans l'art mobilier magdalénien, du geste à la représentation. Contribution de l'analyse microscopique*, Paris, Maison des sciences de l'homme (Documents d'archéologie française, 75), 216 p.
- GATES ST-PIERRE C., BOISVERT M.-È. (2015) – L'industrie osseuse, in C. Chapdelaine (dir.), *Mailhot-Curran : un village iroquoien du XVI<sup>e</sup> siècle*, Montréal, Recherches amérindiennes au Québec (Paléo-Québec, 35), p. 261-290.
- GIRYA E. Y., KHLOPACHEV G. A. (this volume) – Experimental Data on the Splitting and Knapping of Mammoth Tusk and Reindeer Antlers, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 325-340.
- GOUTAS N. (2003) – Identification de deux procédés de débitage inédits du bois de cervidés dans les niveaux gravettien de Laugerie-Haute Est et Ouest, *Paleo*, 15, p. 255-262.
- GOUTAS N. (2004) – *Caractérisation et évolution du Gravettien en France par l'approche techno-économique des industries en matières dures animales (étude de six gisements du Sud-Ouest)*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 680 p.
- GOUTAS N. (2009) – Réflexions sur une innovation technique gravettienne importante : le double rainurage, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 106, 3, p. 437-456.
- GOUTAS N. (2013) – New Data on the Osseous Industry from the Eastern Gravettian (Russia): Technological Analyses and Sociological Perspectives, in F. Lang (dir.), *The Sound of Bones*, actes du 8<sup>e</sup> Colloque de l'ICAZ Worked Bone Research Group (Salzbourg, 29 août-3 septembre, 2011), Salzbourg, Archaeoplus (Schriften zur Archäologie und Archäometrie der Paris Lodron-Universität Salzburg, 5), p. 133-154.
- GOUTAS N. (2015a) – Données inédites sur le Gravettien oriental : apport de la technologie osseuse à la caractérisation des occupations de Kostienki 4 (Alexandrovska, région de Voronej, Russie), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 112, 4, p. 647-692.

- GOUTAS N. (2015b) – From Stone Flaking to Grinding: Three Original Pavlovian Antler Tools from Moravia (Pavlov I, Czech Republic), *Quaternary International*, 359-360, p. 240-260.
- GOUTAS N., BODU P., HINGUANT S., AVERBOUH A., CHRISTENSEN M. (this volume) – La « production baguettaire » au Gravettien : étude de cas et discussions à partir de l'industrie en bois de cervidé de Laugerie-Haute (Dordogne, France), in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 139-180.
- HECKEL C. E., WOLF S. (2014) – Ivory Debitage by Fracture in the Aurignacian: Experimental and Archaeological Examples, *Journal of Archaeological Science*, 42, p. 1-14.
- HENRI-MARTIN L. (1910) – La percussion osseuse et les esquilles qui en dérivent. Expérimentation, *Bulletin de la Société préhistorique de France*, 7, 5, p. 299-304.
- INIZAN M.-L., REDURON M., ROCHE H., TIXIER J. (1995) – *Technologie de la pierre taillée*, Meudon, Centre de recherche et d'études préhistoriques, CNRS (Préhistoire de la pierre taillée, 4), 199 p.
- INIZAN M.-L., REDURON M., ROCHE H., TIXIER J. (1999) – *Technology and Terminology of Knapped Stone*, Meudon, Centre de recherche et d'études préhistoriques, CNRS (Préhistoire de la pierre taillée, 5), 189 p.
- JOHNSON E. (1985) – Current Developments in Bone Technology, *Advances in Archaeological Method and Theory*, 8, New York, Academic Press, p. 157-235.
- KARLIN C. (1991) – Connaissances et savoir-faire : comment analyser un processus technique en Préhistoire. Introduction, in R. Mora, X. Terradas, A. Parpal et C. Plana (dir.), *Technologia y cadenas operativas liticas*, actes du colloque international (Bellaterra, 15-18 janvier 1991), Bellaterra, université autonome de Barcelone (Treballs d'Arqueologia, 1), p. 99-124.
- KARLIN C., BODU P., PELEGRIN J. (1991) – Processus techniques et chaînes opératoires. Comment les préhistoriens s'approprient un concept élaboré par les ethnologues, in H. Balfet (dir.), *Observer l'action technique*, Paris, CNRS, p. 101-117.
- KARLIN C., PELEGRIN J. (1994) – « Chaîne opératoire », in A. Leroi-Gourhan (dir.), *Dictionnaire de la Préhistoire*, Paris, PUF, p. 225.
- KHLOPACHEV G. A., GIRYA E. Y. (2010) – *Secrets of Ancient Carvers of Eastern Europe and Siberia: Treatment Techniques of Ivory and Reindeer Antler in the Stone Age Based on Archaeological and Experimental data = Секреты древних косторезов восточной Европы и Сибири: Приемы обработки бивня мамонта и рога северного оленя в каменном веке. По археологическим и экспериментальным*, Saint-Petersbourg, Naukaa, 144 p.
- KNECHT H. (1991) – *Technological Innovation and Design during the Early Upper Paleolithic: a Study of Organic Projectile Technologies*, thèse de doctorat, New York University, 729 p.
- KNECHT H. (1993) – Split and Wedges: the Techniques and Technology of Early Aurignacian Antler Working, in H. Knecht, A. Pike-Tay et R. White (dir.), *Before Lascaux: The Complex Record of the Early Upper Palaeolithic*, Boca Raton (Fla.), CRC Press, p. 137-162.
- LE DOSSEUR G. (2006) – *La néolithisation au Levant sud à travers l'exploitation des matières osseuses : étude technico-économique de onze séries d'industries osseuses du Natoufien au Néolithique précéramique B récent*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 884 p.
- LEFEBVRE A., PÉTILLON J.-M. (this volume) – Techniques de fracture pour la production de supports en bois de cervidé au Magdalénien moyen et supérieur (19-14 cal. ka BP) : premier inventaire et perspectives, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 213-230.
- LEGRAND-PINEAU A. (2005) – New Evidence on the Bone Reduction Techniques from Khirokitia, Cyprus (7th millennium cal. BC), in H. Luik, A. M. Choyke, C. Batey et L. Lõugas (dir.), *From Hooves to Horns, from Mollusc to Mammoth. Manufacture and Use of Bone Artefacts from Prehistoric Times to the Present*, actes du 4<sup>e</sup> colloque de l'ICAZ Worked Bone Research Group (Tallinn, 26-31 août 2003), Tallinn, Muinasaja teadus, p. 105-112.
- LEGRAND A. (2007) – *Fabrication et utilisation de l'outillage en matières osseuses du Néolithique de Chypre : Khirokitia et Cap Andreas-Kastros*, Oxford, Archaeopress (BAR, International Series 1678), 178 p.
- LEROI-GOURHAN A. (1971) – *Évolution et techniques*, I. *L'homme et la matière*, Paris, Albin Michel (Sciences d'aujourd'hui, 1), 348 p.
- LEROI-GOURHAN A. (1973) – *Évolution et techniques*, II. *Milieu et technique*, Paris, Albin Michel (Sciences d'aujourd'hui, 2), 475 p.
- LIOLIOS D. (1999) – *Variabilité et caractéristique du travail des matières osseuses au début de l'Aurignacien. Approche technologique et économique*, thèse de doctorat, université Paris X, Nanterre, 360 p.
- LUIK H., PILIČIAUSKIENĖ G. (2016) – Bone Tools at the Neolithic sites of Sventoji, Lituanian : Raw Materials and Working Methods, in S. Vitezović (dir.), *Close to the Bone: Current Studies in Bone Technologies*, Belgrade, Institute of Archaeology, p. 188-200.
- MAIGROT Y. (2003) – *Étude technologique et fonctionnelle de l'outillage en matières dures animales. La station 4 de Chalais (Néolithique final, Jura, France)*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 232 p.
- MAIGROT Y., PROVENZANO N. (2014) – Use-Wear Analysis of Transversely Broken Bone Tools. Studies of Experimental, Ethnological and Archaeological Cases, in Henan Provincial Institute of Cultural Relics and Archaeology (dir.), *Proceedings of the 9th Meeting of the (ICAZ) Worked Bone Research Group Zhengzhou, China, 2013*, actes du 9<sup>e</sup> colloque de l'ICAZ Worked Bone Research Group (Zhengzhou, 14-19 avril 2013), Pékin, Cultural Relics Press (Zooarchaeology, 2), p. 14-23.

- MALGARINI R., BODU P. (this volume) – Des tests expérimentaux aux cas archéologiques : le débitage par percussion du bois de renne au Magdalénien moyen dans l'Est de la France, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 187-211.
- MANCA L. (2013) – *Fonctionnement des sociétés de la fin du néolithique au début de l'âge du cuivre en Sardaigne. Une approche inédite à partir de l'étude des productions en matières dures animales*, thèse de doctorat, université de Provence, Aix-en-Provence, 2 vol., 764 p.
- MANCA L. (2017) – The Method of Debitage by Bipartition in the Exploitation of Bone: An Overview of its Application in Neolithic groups of Sardinia, *Quaternary International*, 450, 2, p. 224-242.
- MANCA L. (this volume b) – L'emploi de la percussion directe diffuse et la méthode de débitage par fracturation dans l'exploitation des coquilles : exemples du Néolithique final et du Chalcolithique ancien de la Sardaigne (Italie), in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 283-310.
- MURRAY C. (1979) – Les techniques de débitage de métapodes de petits ruminants à Auvernier-Port, in H. Camps-Fabrer, *L'industrie en os et bois de cervidé durant le Néolithique et l'âge des Métaux*, actes de la première réunion du groupe de travail n° 3 sur l'industrie de l'os préhistorique (Aix-en-Provence, 1978), Paris, CNRS, p. 27-31.
- NEWCOMER M. H. (1977) – Experiments in Upper Palaeolithic Bone Work, in H. Camps-Fabrer (dir.), *Méthodologie appliquée à l'industrie de l'os préhistorique*, actes du 2<sup>e</sup> Colloque international sur l'industrie de l'os dans la Préhistoire (abbaye de Sénanque, 9-12 juin, 1976), Paris, CNRS (Colloques internationaux, 568), p. 293-301.
- OUTRAM A. K. (1998) – *The Identification and Palaeoeconomic Context of Prehistoric Bone Marrow and Grease Exploitation*, thèse de doctorat, université de Durham, 443 p.
- PELEGRIN J. (1991a) – Les savoir-faire : une très longue histoire, *Terrain*, 16, p. 106-113.
- PELEGRIN J. (1991b) – Aspects de la démarche expérimentale en technologie lithique, in *25 ans d'études technologiques en Préhistoire : bilan et perspectives*, actes des 11<sup>es</sup> Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire (Antibes, 18-20 octobre 1990), Juan-les-Pins, APDCA, p. 57-63.
- PELEGRIN J. (1995) – *Technologie lithique : le Châtelperronien de Roc-de-Combe (Lot) et de La Côte (Dordogne)*, Paris, CNRS (Cahiers du Quaternaire, 20), 297 p.
- PÉTILLON J.-M. (2006) – Note méthodologique sur l'étude de l'industrie osseuse : la recherche systématique de raccords, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 103, 1, p. 167-188.
- PÉTILLON J.-M., AVERBOUH A. (2012) – Le travail du bois de renne dans les couches badegouliennes, in J. Clottes, J.-P. Giraud et P. Chalard (dir.), *Solutréen et Badegoulien au Cuzoul de Vers : des chasseurs de Renne en Quercy*, Liège, université de Liège (ERAUL, 131), p. 359-386.
- PÉTILLON J.-M., DUCASSE S. (2012) – From Flakes to Grooves: A Technical Shift in Antlerworking during the Last Glacial Maximum in Southwest France, *Journal of Human Evolution*, 62, 4, p. 435-465.
- PEYRONY D., PEYRONY É. (1938) – *Laugerie-Haute près des Eyzies (Dordogne)*, Paris, Masson (Archives de l'Institut de paléontologie humaine, 19), 86 p.
- PIGEOT N. (1987) – *Magdaléniens d'Étiolles : économie de débitage et organisation sociale (L'unité d'habitation U5)*, Paris, CNRS (Supplément à *Gallia Préhistoire*, 25), 168 p.
- PIGEOT N. (1991) – *Entre nature et culture. Valeur heuristique de la technologie lithique par des approches systémiques et cognitives*, thèse d'habilitation à diriger des recherches, université de Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 193 p.
- PIGEOT N. (2011) – Chaînes opératoires : contexte théorique et potentiel cognitif, in R. Treuil (dir.), *L'archéologie cognitive. Techniques, modes de communication, mentalités*, Paris, MSH, p. 149-171.
- POPLIN F. (1974) – Deux cas particuliers de débitage par usure, in H. Camps-Fabrer (dir.), *Premier colloque international sur l'industrie de l'os dans la Préhistoire* (abbaye de Sénanque, 18-20 avril, 1974), Aix-en-Provence, université de Provence, p. 84-92.
- POPLIN F. (1995) – Débitage et débitage dans le travail de l'ivoire vrai sur des exemples du Paléolithique supérieur, in J. Hahn, M. Menu, Y. Taborin, P. Walter et F. Widemann (dir.), *Le travail et l'usage de l'ivoire au Paléolithique supérieur*, actes de la table ronde (Ravello, 29-31 mai 1992), Rome, Istituto Poligrafico dello Stato (Varia di arte e letteratura), p. 17-28.
- PROVENZANO N. (2001) – *Les industries en os et bois de cervidés des Terramares émiiliennes*, thèse de doctorat, université de Provence, Aix-en-Provence, 2 vol., 615 p.
- RIGAUD A. (1972) – La technologie du burin appliquée au matériel osseux de la Garenne (Indre), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 69, 4, p. 104-108.
- RIGAUD A. (1984) – Utilisation du ciseau dans le débitage du bois de renne à La Garenne-Saint-Marcel (Indre), *Gallia Préhistoire*, 27,2, p. 245-253.
- RIGAUD A. (2004) – Fiche transformation du bois de renne au Badegoulien. L'exemple de l'abri Frisch (Indre, France), in D. Ramseyer (dir.), *Matières et techniques*, Paris, Société préhistorique française (Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique, XI), p. 75-78.
- SEMENOV S. A. (1964) – *Prehistoric Technology: An Experimental Study of the Oldest Tools and Artefacts from Traces of Manufacture and Wear*, Londres, Cory, Adams & Mackay, 211 p.
- SÉNÉPART I. (1992) – *Les industries en matière dure animale, de l'Épipaléolithique au Néolithique final, dans le Sud-Est de la France*, thèse de doctorat, université de Paris X, Nanterre, 358 p.



- SIDÉRA I. (1989) – *Un complément des données sur les sociétés Rubanéées : l'industrie de l'os de Cuiry-lès-Chaudardes*, Oxford, Anthony Hands & David Walker (BAR, International Series 520), 163 p.
- SIDÉRA I. (1993) – *Les assemblages osseux en bassins parisiens et rhénans du VI<sup>e</sup> au IV<sup>e</sup> millénaire B.C. : histoire, techno-économie et culture*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 2 vol., 830 p.
- SIDÉRA I. (2010) – Early Neolithic and Chalcolithic Crude Adzes. A Technological and Use-Wear Focus on an Unknown Artefact Type from Near-East to Western Europe, in A. Legrand-Pineau, I. Sidéra, N. Buc, É. David et V. Scheinsohn (dir.), *Ancient and Modern Bone Artefacts from America to Russia: Cultural, Technological and Functional Signature*, actes du 6<sup>e</sup> Colloque de l'ICAZ Worked Bone Research Group (Nanterre, 26-31 août, 2007), Oxford, Archaeopress (BAR, International Series 2136), p. 227-233.
- STORDEUR D., CHRISTIDOU R. (2008) – L'industrie osseuse, in J. J. Ibañez (dir.), *Le site néolithique de Tell Mureybet (Syrie du Nord). En hommage à Jacques Cauvin*, Oxford, Archaeopress (BAR, International Series 1843), p. 429-439.
- TARTAR É. (2009) – *De l'os à l'outil : caractérisation technique, économique et sociale de l'utilisation de l'os à l'Aurignacien ancien. Étude de trois sites : l'abri Castanet (secteurs nord et sud), Brasempouy (grotte des Hyènes et abri Dubalen) et Gatzarria*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 300 p.
- TARTAR É. (2012) – The Recognition of a New Type of Bone Tools in Early Aurignacian Assemblages: Implications for Understanding the Appearance of Osseous Technology in Europe, *Journal of Archaeological Science*, 39, p. 2348-2360.
- TARTAR É. (this volume) – La fracturation du bois de renne à l'Aurignacien : mise en évidence d'une nouvelle modalité de débitage impliquant la percussion directe, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 119-138.
- TARTAR É., WHITE R. (2013) – The Manufacture of Aurignacian Split-Based Points: An Experimental Challenge, *Journal of Archaeological Science*, 40, 6, p. 2723-2745.
- TEJERO J. M. (2010) – *La explotación de las materias duras animales en el Paleolítico superior inicial. Una aproximación tecno-económica a las producciones óseas aurignacienses en la Península Ibérica*, thèse de doctorat, université de Madrid (UNED), 2 vol., 463 p. et 295 p.
- TEJERO J. M. (2014) – Towards Complexity in Osseous Raw Material Exploitation by the First Anatomically Modern Humans in Europe: Aurignacian Antler Working, *Journal of Anthropological Archaeology*, 36, p. 72-92.
- TEJERO J. M., CHRISTENSEN M., BODU P. (2011) – La fabricación de soportes en asta de cérvido en el Auriñaciense. Una aproximación experimental para la comprensión del procedimiento de hendido en asta de ciervo, in A. Morgado, J. Baena Preysler et D. García González (dir.), *La investigación experimental aplicada a la Arqueología*, actes du colloque international (Ronda, 26-28 novembre 2008), Grenade, Universidad de Granada, p. 213-223.
- TEJERO J. M., CHRISTENSEN M., BODU P. (2012) – Red Deer Antler Technology and Early Modern Humans in Southeast Europe: An Experimental Study, *Journal of Archaeological Science*, 39, 2, p. 332-346.
- TEJERO J. M., CHRISTENSEN M., BODU P. (this volume) – Exploitation du bois de cervidé et comportements techniques durant l'Aurignacien en Europe occidentale. Caractérisation du débitage par fendage, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 101-118.
- THIÉBAUT C., CLAUD E., COUDENNEAU A., COUMONT M. P., ASSELIN G., BEAUVAL C., CHACÓN G., COSTAMAGNO S., DAULNY L., GERBE M., MALLYE J. B., MAURY S., MOURRE V., PLISSON H., PROVENZANO N., STREIT L. (2007) – *Des traces et des hommes : projet de recherche interdisciplinaire sur l'identification des modalités d'acquisition et de traitement des matières végétales et animales au Paléolithique moyen en Europe occidentale*, rapport annuel du programme collectif de recherche, inédit, 172 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. D. Clark (dir.), *Systematic Investigation of the African Later Tertiary and Quaternary*, actes du colloque international (Burg Wartenstein, juillet-août 1965) Chicago, University of Chicago Press, p. 771-820.
- TIXIER J., INIZAN M.-L., ROCHE H., DAUVOIS M. (1980) – *Terminologie et technologie*, Valbonne, CREP (Préhistoire de la pierre taillée, 1), 123 p.
- TREUILLOT J. (2013) – From the Late Mesolithic to the Early Neolithic: Continuity and Changes in Bone Productions from Zamostje 2 (Excavations 1995-2000), Russia, in V. M. Lozovski, O. V. Lozovskaya et I. Clemente-Conte (dir.), *Zamostje 2, Lake Settlement of the Mesolithic and Neolithic Fishermen in Upper Volga Region*, Saint-Petersbourg, Russian Academy of Sciences, p. 142-157.
- TREUILLOT J. (2016) – *À l'Est quoi de nouveau ? L'exploitation technique de l'élan en Russie centrale au cours de la transition entre pêcheurs-chasseurs-cueilleurs sans céramique (« Mésolithique récent ») et avec céramique (« Néolithique ancien »)*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 390 p.
- TREUILLOT J. (this volume) – L'apport de l'expérimentation à l'étude des techniques de fracture : le cas de la bipartition des métapodes au Mésolithique à Zamostje 2 (région de Moscou, Russie), in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 261-282.

VILLA P., BOUVILLE C., COURTIN J., HELMER D., MAHIEU E., SHIPMAN P., BELLUOMINI G., BRANCA M. (1986) – Cannibalism in the Neolithic, *Science*, 233, 4762, p. 431-437.

VILLA P., MAHIEU E. (1991) – Breakage Patterns of Human Long Bones, *Journal of Human Evolution*, 21, 1, p. 27-48.

VINCENT A. (1985) – Préliminaires expérimentaux du façonnage de l'os par percussion directe. Quelques reproductions d'artefacts reconnus dans des niveaux du Paléolithique moyen, in E. Aguirre et M. Patou (dir.), *Outillage peu élaborés en os et bois de cervidés*, I. *Artefacts*, Treignes, CÉDARC, p. 23-32.

VINCENT A. (1993) – *L'outillage osseux au Paléolithique moyen : une nouvelle approche*, thèse de doctorat, université de Paris X, Nanterre, 331 p.

YESNER D., BONNICHSEN R. (1979) – Caribou Metapodial Shaft Splinter Technology, *Journal of Archaeological Science*, 5, 4, p. 303-308.

**Nejma GOUTAS**

UMR 7041 ArScAn

Ethnologie préhistorique

MAE, 21, allée de l'Université

F-92023 Nanterre cedex

nejma.goutas@cnr.fr

**Marianne CHRISTENSEN**

Université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne

et UMR 7041 ArScAn

Ethnologie préhistorique

3, rue Michelet

F-75006 Paris

marianne.christensen@univ-paris1.fr

**Élise TARTAR**

UMR 7041 ArScAn

Ethnologie préhistorique

MAE, 21, allée de l'Université

F-92023 Nanterre cedex

elise.tartar@cnr.fr

**Romain MALGARINI**

UMR 7041 ArScAn

Ethnologie préhistorique

MAE, 21, allée de l'Université

F-92023 Nanterre cedex

romain.malgarini@gmail.com

**José-Miguel TEJERO**

UMR 7041 ArScAn

Ethnologie préhistorique

MAE, 21, allée de l'Université

F-92023 Nanterre cedex

et Seminari d'Estudis

i Recerques Prehistòriques (SERP)

Universitat de Barcelona

C/ Montalegre 6-8

E-08001 Barcelona

jose-miguel.tejero@mae.cnr.fr

**Julien TREUILLOT**

UMR 7041 ArScAn

Ethnologie préhistorique

MAE, 21, allée de l'Université

F-92023 Nanterre cedex

julien.treillot@me.com



**DEUXIÈME PARTIE**  
**APPLICATIONS CHRONOCULTURELLES**





« À coup d'éclats ! »

*La fracturation des matières osseuses en Préhistoire :*

*discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*

Actes de la séance de la Société préhistorique française de Paris (25 avril 2017)

Textes publiés sous la direction de Marianne CHRISTENSEN et Nejma GOUTAS

Paris, Société préhistorique française, 2018

(Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 101-118

www.prehistoire.org

ISSN : 2263-3847 – ISBN : 2-913745-74-1

# Exploitation du bois de cervidé et comportements techniques durant l'Aurignacien en Europe occidentale

## Caractérisation du débitage par fendage

José-Miguel TEJERO, Marianne CHRISTENSEN et Pierre BODU

**Résumé :** L'exploitation systématique des matières osseuses pour la fabrication de l'outillage cynégétique, domestique et symbolique des groupes de chasseurs-cueilleurs pléistocènes est traditionnellement considérée comme l'un des traits structurant des systèmes techniques du Paléolithique supérieur. Mais, malgré l'importance de l'industrie osseuse aurignacienne dans le débat sur l'émergence et la diffusion des traditions typo-technologiques du Paléolithique supérieur, de nombreux aspects de celle-ci doivent encore être précisés. Parmi les divers éléments traitant de l'exploitation technique des matières dures animales pendant l'Aurignacien, en Europe occidentale, le débitage du bois de cervidé était l'un des moins documentés. Nous présentons dans ce travail une synthèse des données issues de l'analyse technologique de plusieurs séries espagnoles et d'un programme expérimental visant à caractériser les modalités d'obtention des supports en bois de cervidé à la période aurignacienne. Les résultats ont été comparés à ceux provenant de l'étude de quelques sites français et italiens. Enfin, l'ensemble des informations sur le débitage du bois de cervidé à l'Aurignacien en Europe occidentale a été mis en perspective avec des données, encore préliminaires, obtenues sur certaines séries du Proche-Orient. L'ensemble de ces travaux nous a permis de mieux caractériser l'un des procédés engagés dans la production de supports en bois de cervidé à l'Aurignacien, le fendage. Celui-ci, mis en œuvre par percussion indirecte sur des segments de bois, a permis d'obtenir des supports de type baguette (éclats baguettaires), d'une morphologie non aléatoire. Les supports ainsi obtenus peuvent être longs et relativement étroits ce qui est parfaitement cohérent avec les données archéologiques. La complexité conceptuelle et technique de ce procédé est à mettre en relation avec la production d'un élément essentiel à la vie du groupe : les armatures de chasse.

**Mots-clés :** Paléolithique supérieur, Aurignacien, Europe occidentale, industrie en matières dures animales, débitage du bois de cervidé, technologie, expérimentation.

**Abstract:** One of the characteristics of Pleistocene hunter-gatherers is the systematic exploitation of osseous raw material for the manufacture of their equipment (domestic tools, hunting weapons or ornaments). Bone tool manufacturing was one of the major features of the Upper Palaeolithic cultural traditions. Although the Aurignacian bone industry plays a significant role in the debate on the emergence and diffusion of typo-technological traditions within the Upper Palaeolithic, several aspects still need to be detailed. Among other things the aim of this paper is to document the different features of antler exploitation during the Aurignacian techno-complex in Western Europe. For this period, blank production (*débitage*) can be characterised based on the technological analysis of several antler assemblages stemming from the Iberian Peninsula and based on experimentation. The results are compared to those obtained from several French and Italian assemblages as well as to distinct preliminary observation from the Levant context. All of this allowed us to better characterise one of the procedures involved in blank production using antlers during the Aurignacian. It could thus be demonstrated that blanks produced by splitting of antler segments do not present a random morphology. In most cases, they exhibit a rectangular shape and straight or oblique lateral edges as is the case for the archaeological objects. The technical and conceptual complexity of this procedure should be interpreted in the light of the importance of organic projectiles.

**Keywords:** Upper Palaeolithic, Aurignacian, Western Europe, osseous industry, antler debitage, technology, experimental archaeology.

**L'**EXPLOITATION SYSTÉMATIQUE des matières osseuses pour la fabrication de l'outillage cyné-gétique, domestique et symbolique des groupes de chasseurs-cueilleurs pléistocènes est traditionnellement considérée comme l'un des traits structurant des systèmes techniques du Paléolithique supérieur – au même titre que l'apparition de l'art pariétal, l'art mobilier et le remplacement biologique des Néandertaliens par des hommes anatomiquement modernes (HAM; Mellars, 1989 et 1990; Mellars et Stringer, 1989; Klein, 1995). Malgré son importance dans le débat sur l'émergence et la diffusion des traditions typo-techniques du Paléolithique supérieur, l'industrie osseuse aurignacienne n'a été véritablement documentée que depuis une vingtaine d'années. Des travaux récents, parmi lesquels figurent nos propres recherches, ont ainsi contribué à une meilleure caractérisation de l'exploitation des matières dures animales (MDA) durant cette période. Ainsi, après avoir été un des éléments majeurs de périodisation de ce technocomplexe, et notamment par la présence ou l'absence de certains « fossiles-directeurs » telle la sagaie à base fendue (voir Peyrony, 1933 et 1934), des analyses technologiques sont venues progressivement nuancer certains des lieux communs sur ce domaine du registre archéologique (par exemple Knecht, 1991; Liolios, 1999 et 2006; Tartar *et al.*, 2006; White, 2007; Tartar, 2009 et 2012; Tejero, 2010, 2013 et 2014; Tejero *et al.*, 2012; Tartar et White, 2013; Tejero et Grimaldi, 2015).

Ces recherches ont notamment montré que la rupture abrupte évoquée dans le domaine de l'industrie en MDA entre le Paléolithique moyen et le Paléolithique supérieur, ne tient qu'à une seule matière première – le bois de cervidé – tandis que le travail de l'os ne change apparemment guère (Tartar, 2009 et 2012; Tejero, 2010 et 2013; Soressi *et al.*, 2013). Par ailleurs, l'exploitation systématique du bois de cervidé, trait exclusif du Paléolithique supérieur, ne semble pas apparaître, en l'état actuel des recherches, au tout début du Paléolithique supérieur, que ce soit au Proto-Aurignacien ou au sein des technocomplexes dits de transition tel le Châtelperronien, mais à partir de l'Aurignacien ancien (Tejero, 2014; Tejero et Grimaldi, 2015).

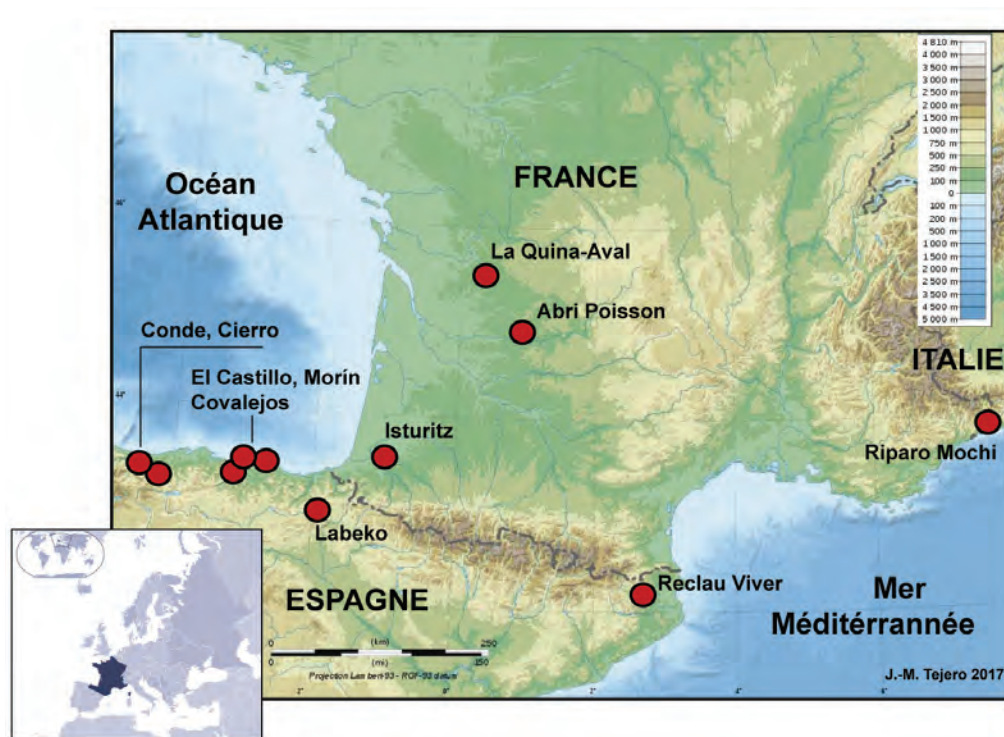
Dans ce contexte, il est évident que la caractérisation de l'exploitation des MDA pendant l'Aurignacien, considéré comme l'expression des premiers hommes anatomiquement modernes arrivés en Europe (cf. Teyssandier, 2007, 2008 et 2010; Hublin, 2015), devient un élément essentiel pour éclairer des aspects comme l'émergence et la diffusion de ceux-ci en Eurasie. Aussi, si la définition de l'Aurignacien européen a surtout reposé jusqu'à présent sur les études de séries lithiques (cf. Bon, 2002 et 2006; Maflo, 2002 et 2003; Teyssandier, 2007 et 2008; Teyssandier *et al.*, 2010), les analyses technologiques des séries osseuses travaillées sont désormais devenues incontournables (Liolios, 1999; Tartar, 2009 et 2012; Tartar et White, 2013; Tejero, 2013 et 2014), au même titre que l'étude d'autres vestiges archéologiques comme les restes fauniques (Letourneux, 2003; Soulier, 2013; Costamagno, 2017).

Nous présentons dans ce travail une synthèse des données issues de l'analyse technologique de plusieurs séries espagnoles et les résultats d'un programme expérimental visant à caractériser les modalités d'obtention des supports en bois de cervidé durant l'Aurignacien. Ces résultats ont été comparés à ceux provenant de l'étude de trois sites français et d'un site italien (voir ci-dessous). Nos résultats sur le débitage du bois de cervidé pendant l'Aurignacien en Europe occidentale ont été comparés à ceux obtenus à partir de séries du Proche Orient qui, bien que préliminaires, n'en demeurent pas moins très informatifs. Il nous a ainsi été possible d'identifier et de caractériser le procédé de fracture utilisé pour l'obtention de supports allongés en bois de cervidé pendant l'Aurignacien. La reproduction expérimentale raisonnée de supports du type baguettes en bois de cerf et la lecture des stigmates liés à leur fabrication facilitent désormais leur identification dans les ensembles archéologiques. De plus, on observe que la production des baguettes est presque entièrement vouée à la fabrication des armatures de chasse (pointes de sagaie).

## CORPUS D'ÉTUDE

**L'**a caractérisation du débitage du bois de cervidé en contexte aurignacien a été fondée, dans un premier temps, sur l'étude technologique des séries espagnoles couplée à un programme expérimental détaillé ci-dessous (voir aussi Tejero, 2010 et 2013; Tejero *et al.*, 2012). Les séries analysées sont issues de sept sites où l'exploitation des matières dures animales a été mise en évidence dans des niveaux attribués à l'Aurignacien. Ces sites sont localisés dans les Cantabres (Conde, Cierro, El Castillo, Covalejos, Cueva Morin et Labeko Cova) et au Nord-Est de l'Espagne (Reclau Viver, Catalogne). Les données obtenues ont été confrontées aux résultats de l'étude technologique de l'industrie osseuse des niveaux aurignaciens de trois sites français, Isturitz dans les Pyrénées-Atlantiques; la Quina-aval en Charente; et l'abri du Poisson en Dordogne; et d'un site italien, Riparo Mochi en Ligurie (Tejero, 2014; Tejero et Grimaldi, 2015; ici : fig. 1 et tabl. 1). À titre comparatif, nous incluons aussi dans cet article des données préliminaires issues de l'analyse de l'industrie osseuse de deux sites possédant des niveaux aurignaciens parmi les plus importants du Proche-Orient : Manot Cave et Hayonim Cave en basse Galilée, Israël (Tejero *et al.*, 2016).

De nouvelles analyses menées sur l'industrie osseuse de certaines des collections provenant de fouilles anciennes ainsi que la révision des restes fauniques ont permis d'augmenter notablement le nombre d'objets en bois de cervidé connus et d'ajouter aux objets finis des supports, des déchets et des ébauches qui constituent des éléments essentiels pour la reconstitution des schémas opératoires de transformation des matières osseuses. L'échantillon final analysé, tous sites confondus, est constitué de plus de six cents éléments travaillés en



**Fig. 1** – Sites européens à industrie osseuse aurignacienne mentionnés dans le texte (France et Nord de l’Espagne : carte topographique et hydrographique d’Éric Gaba, Wikimedia commons user : Sting ; topographie NASA SRTMBO ; bathymétrie NGDC ETOPO1 ; données additionnelles NGDC World Data Bank II).

**Fig. 1** – European sites with Aurignacian bone industry mentioned in the text (France and northern Spain: topographic and hydrographic map by Éric Gaba, Wikimedia commons user: Sting; topography NASA SRTMBO; bathymetry NGDC ETOPO1; additional data NGDC World Data Bank II. Europe map by mapsof.net).

Site	Zone / Région / Pays	Niveau(x)	Collection / Fouilles	Lieu de dépôt
Abri Poisson	Dordogne (France)	Niv. Aurignacien	Girod 1892	MAN
El Castillo	Cantabrie (Espagne)	Delta*	Obermaier 1910-1914	MANM, MUPAC, CIMA
Cierro	Cantabrie (Espagne)	6, 7, 8	F. Jordà 1958-1959	MAO
Conde	Cantabrie (Espagne)	A, B	Vega del Sella 1915	MAO
Covalejos	Cantabrie (Espagne)	B(2)	Montes et Sanguino 1997-1999, 2002	MUPAC
Isturitz	Pyrénées-Orientales (France)	A, A $\omega$	Passemard 1913-1922	MAN
		SIII, Ist V	R. et S. de Saint Périer 1928-1959	MAN
		C4b1, C4b2**	Normand 2000-2010	coll. privée J. Darricau
Labeko	Cantabrie (Espagne)	IV, V, VI	Arrizabalaga 1987-1988	DCGV
Morín	Cantabrie (Espagne)	7, 6	Vega del Sella 1920-1921, Gonzalez Echegaray 1966-1969	MUPAC
La Quina-Aval	Charente (France)	Niveau Aur. ancien	L. Henri-Martin 1905-1930, G. Henri-Martin 1953-1971	MAN
Reclau Viver	Catalogne (Espagne)	B	Corominas 1944-1948	MACB

\* La série de El Castillo analysée est issue des fouilles de H. Obermaier (voir la section Corpus d’étude).

\*\* L’assemblage issue des fouilles de C. Normand à la grotte d’Isturitz (niveaux C4b1, C4b2) a été étudié par N. Goutas et révisé postérieurement par N. Goutas et J.-M. Tejero.

**Tabl. 1** – Séries archéologiques aurignaciennes analysées. CIMA : Centro de Investigación Museo de Altamira, Cantabria; DCGV : Departamento de Cultura Gobierno Vasco, Vitoria; MACB : Museu Arqueològic Comarcal de Banyoles, Girona; collection privée J. Darricau, fouilles Ch. Normand ; MAN : Musée d’Archeologie nationale, Saint Germain-en-Laye; MANM : Museo Arqueológico Nacional, Madrid; MAO : Museo Arqueológico de Oviedo, Asturias; MUPAC : Museo de Prehistoria y Arqueología de Cantabria, Cantabria.

**Table 1** – Studied Aurignacian archaeological collections.



bois de cerf (*Cervus elaphus*), bois de renne (*Rangifer tarandus*), bois de mégacéros (*Megaloceros sp.*) et bois de daim perse (*Dama mesopotamica*), ce dernier étant exclusivement retrouvé sur les sites levantins. Ces sites ont été, pour la plupart, étudiés et amplement publiés (cf. références citées dans le tableau 1).

Nous avons formulé l'hypothèse que l'exploitation des bois de cervidé en Europe se serait mise en place à partir de l'Aurignacien ancien et qu'elle serait donc absente au Proto-Aurignacien (voir discussion et conclusions). Il est de fait important de préciser que nous avons exclu de nos études certaines séries qui posaient des problèmes d'ordre stratigraphique ou chronologique. Ainsi, nos résultats n'intègrent pas le matériel du niveau H du site de l'Arbreda (Espagne). Ce niveau est attribué au Proto-Aurignacien avec des sagaies à base fendue. Daté autour de  $38300 \pm 500$  BP, il est en effet significativement plus récent que la plupart des sites proto-aurignaciens d'Europe de l'Ouest (Bischoff *et al.*, 1989; Maroto *et al.*, 1996). Certains auteurs ont proposé le rattachement de ce niveau à l'Aurignacien ancien (d'Errico *et al.*, 1998; Zilhão, 2006). Pour ces derniers, les niveaux moustériens et aurignaciens pourraient avoir subi des mélanges en relation avec des occupations d'ours des cavernes. Les fouilleurs ont essayé de minimiser l'impact de ces perturbations en présentant la position stratigraphique précise des artefacts (Soler Subils *et al.*, 2008). Toutefois des datations  $^{14}\text{C}$  récentes par ultrafiltration démontrent qu'on n'obtient pas de datations si anciennes sur les os modifiés par l'homme du niveau H (Wood *et al.*, 2014, p. 97).

Pendant ses fouilles au début du  $\text{xx}^{\text{e}}$  siècle à El Castillo, Hugo Obermaier a établi une séquence archéologique qui contient deux niveaux aurignaciens (Delta et Gamma, voir Cabrera, 1984). Depuis 1980, une équipe dirigée par Victoria Cabrera et Federico Bernaldo de Quirós a mené de nouvelles recherches sur le site. Ces travaux ont permis d'affiner la séquence de Hugo Obermaier. Les niveaux aurignaciens ont été renommés niveau 18 (subdivisé en 18b et 18c) et niveau 16. Le niveau 18b est attribué à l'Aurignacien dit « de transition », qui montrerait, d'après les fouilleurs, des éléments d'industrie lithique appartenant aussi bien au Paléolithique moyen qu'au Paléolithique supérieur (Cabrera *et al.*, 2002). De nombreux auteurs, soulignant les problèmes taphonomiques susceptibles d'expliquer une mixité des méthodes de débitage (par exemple, Zilhão et D'Errico, 1999; Zilhão, 2006), ont critiqué l'existence de cet « Aurignacien de transition » qui était en désaccord avec l'attribution technologique et typologique des outils à l'Aurignacien, dans l'unité 18. Les nouvelles datations  $^{14}\text{C}$  montrent que l'âge du niveau Delta des fouilles de Hugo Obermaier, ainsi que l'assemblage lithique et osseux, sont compatibles avec celles de l'Aurignacien ancien pour l'Europe du Sud-Ouest (Wood *et al.*, 2018). Seuls les éléments provenant des fouilles récentes de l'unité 18 sont ainsi plus anciens, et donc concernés par la discussion sur un possible Aurignacien « transitionnel ». Pour cette raison, nous n'avons inclus dans notre étude que les éléments en bois de cervidé issus du niveau aurignacien Delta de Hugo Obermaier. Toutes

les pointes de sagaie à base fendue de El Castillo, ainsi que quelques pièces intermédiaires sur bois et plusieurs déchets associés à leur fabrication ont été trouvés lors des travaux de Hugo Obermaier (Tejero, 2014).

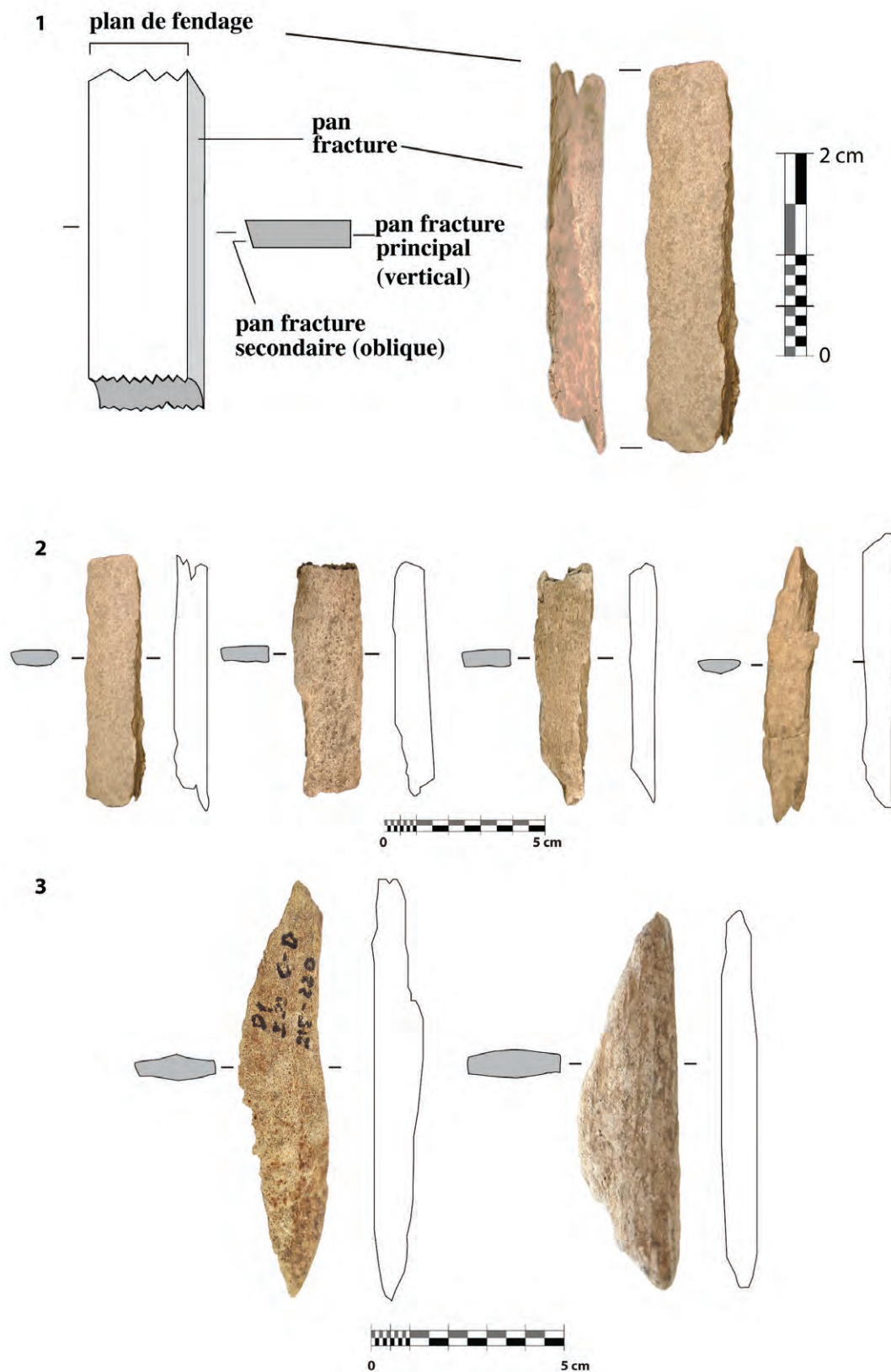
## CARACTÉRISATION DU DÉBITAGE PAR FENDAGE DU BOIS DE CERVIDÉ

Depuis les années 1990, certains auteurs (Knecht, 1991 et 1997; Liolios, 1999) ont proposé que le débitage par refend ait représenté, à l'Aurignacien *sensu lato*, le principal procédé de production des supports sur bois de cervidé. Toutefois, il restait peu caractérisé. Cette méconnaissance, toujours d'actualité, est probablement due, en partie, à la difficulté d'identifier les supports obtenus par un procédé de fendage (refend *sensu* Liolios, 1999 ou tronçonnage/fendage selon Goutas et Christensen, ce volume). En l'absence de stigmates techniques, autres que les pans de fracture, il est particulièrement difficile d'argumenter que ces pièces relèvent de l'industrie osseuse; raison pour laquelle, la plupart d'entre elles ne sont pas distinguées ou isolées des restes de faune. En effet, les supports produits par un procédé de fendage ne montrent pas une forte standardisation, mais il est néanmoins possible de noter une certaine homogénéité parmi ces éléments : il s'agit de supports de type baguette ou éclat baguettaire (*sensu* Goutas et Christensen, ce volume), principalement de contour rectangulaire, et présentant deux pans de fracture latéraux droit ou oblique (Tejero, 2010 et 2013; Tejero *et al.*, 2012; ici : fig. 2).

Afin de combler cette lacune concernant les procédés de débitage des bois de cervidé au début du Paléolithique supérieur, nous avons mis en place une expérimentation (fig. 3). Celle-ci nous a permis de mieux appréhender les données de l'analyse technologique des assemblages espagnols et de constituer un référentiel expérimental concernant le débitage des bois de cervidé par fendage (Tejero *et al.*, 2012). Nous avons bénéficié pour cela des résultats d'expérimentations développées auparavant par d'autres chercheurs. Despina Liolios avait ainsi effectué, dans le cadre de sa thèse de doctorat, des tests didactiques sur bois de renne (Liolios, 1999) mais, bien que pionnier, ce travail ne présente pas de descriptions précises du protocole adopté, même si certains paramètres ont été pris en compte, tels que la fraîcheur du bois, son diamètre, l'épaisseur du tissu cortical, etc. Plus récemment, Nejma Goutas, Stéphan Hinguant et l'un d'entre nous (Pierre Bodu) ont aussi testé différents procédés de débitage par fendage sur bois de renne, confirmant plusieurs de nos observations sur bois de cerf (voir Goutas *et al.*, ce volume).

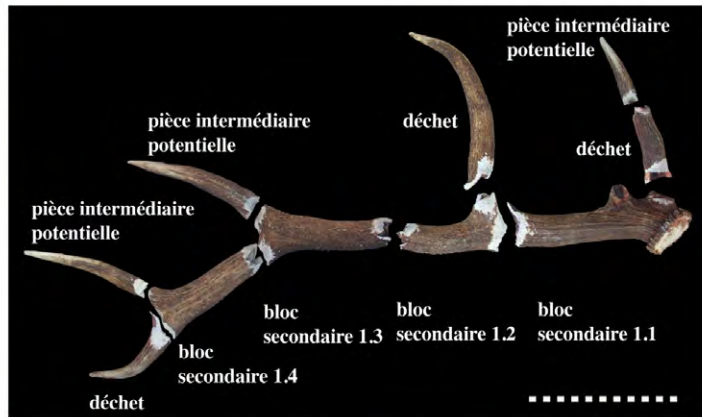
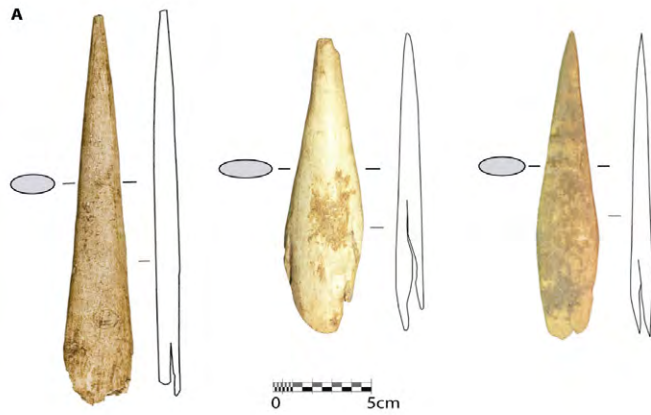
### Choix de la matière première

En ce qui concerne la matière première, il semble exister une différence dans l'utilisation du bois de cervidé, entre les versants français et espagnol des Pyrénées, au cours du Paléolithique supérieur. En Espagne, le bois de cerf est le



**Fig. 2** – 1 : attributs morphologiques des supports obtenus par un procédé de fendage au moyen d’une percussion indirecte ; 2 : grotte de Covalejos (Cantabrie, Espagne), niveau B(2), supports en bois de cerf ; 3 : grotte de Hayonim, niveau D et Manot Cave, niveaux aurignaciens (Israël), supports en bois de cerf et daim perse *Dama mesopotamica* (1-2 : modifiés d’après Tejero *et al.*, 2012 ; 3 : modifié d’après Tejero *et al.*, 2016).

**Fig. 2** – 1: Fracture planes characteristic of blank production (debitage) by fracturing: breakage by indirect percussion; 2: Covalejos Cave (Cantabria, Spain), level B(2), red deer antler blanks; 3: Hayonim Cave, level D and Manot Cave, Aurignacian levels (Israel), antler blanks from red deer and Persian fallow deer *Dama mesopotamica* (1-2: after Tejero *et al.*, 2012 modified; 3: after Tejero *et al.*, 2016, modified).



**Fig. 3 (page précédente)** – À gauche de haut en bas : déroulement des différentes étapes de l'expérimentation (élagage des merrains et extraction des supports). À droite en haut : outils lithiques employés lors de l'expérimentation. Au centre : remontage d'un bois débité. En bas : détail de plans de fendage sur blocs secondaires et sur supports (modifié d'après Tejero *et al.*, 2012).

**Fig. 3 (previous page)** – From top to bottom left: different stages of the experimentation (trimming of the beams and extraction of blanks); on the top right: lithic tools used during the experimentation; at the centre: refitting of a detached piece of antler; on the bottom: detail of the splitting plans on secondary blocks and on blanks (after Tejero *et al.*, 2012 modified).

plus exploité, tandis qu'en France c'est le bois de renne qui domine généralement (Knecht, 1991; Liolios, 1999). De fait, dans les corpus fauniques espagnols, le cerf est très représenté alors que les restes de renne sont beaucoup moins fréquents (Costamagno et Mateos, 2007; Tejero, 2013). Toutefois, la détermination taxinomique reste difficile à préciser pour certains objets très transformés qui ne présentent pas de caractéristiques univoques permettant d'aller au-delà de la distinction entre os et bois de cervidé (Tejero, 2010 et 2013). Malgré cela, quand les critères d'identification sont clairs, la plupart des objets aurignaciens espagnols en bois de cervidé – presque exclusivement des pointes de sagaie (Tejero, 2014 et 2016) – sont en bois de cerf. Partant de ce constat, nous avons choisi d'utiliser uniquement des bois de cette espèce lors de notre expérimentation.

À toutes les étapes de l'expérimentation, nous avons utilisé des outils comparables à ceux qui ont pu être employés pendant l'Aurignacien pour la production d'artefacts par tronçonnage/fendage. C'est le cas de plusieurs objets identifiés comme des pièces intermédiaires, biseautées ou non, principalement en bois de cerf mais aussi en os, qui ont été retenus comme des outils susceptibles d'être intervenus lors du fendage des bois. Leur identification en tant que pièces intermédiaires repose sur l'analyse des stigmates fonctionnels macroscopiques associés, dont les caractéristiques ont été abondamment décrites (voir par ex. Provenzano, 1998; Tartar, 2009 et 2012). Il s'agit de traces de compression et de repli des fibres osseuses, ainsi que de négatifs d'enlèvements, en partie proximale, sur le plan de frappe ou son pourtour; en revanche, en partie distale active, on peut observer des esquillements, de petites fissures et parfois aussi des petits négatifs d'enlèvements. Ces objets, peu manufacturés, sont présents dans toutes les séries archéologiques analysées, que ce soit celles d'Espagne, de France ou encore d'Italie. Plus récemment, nous avons aussi identifié des pièces intermédiaires identiques en bois de cervidé provenant des niveaux aurignaciens levantins à Manot Cave et à Hayonim Cave en Israël (Tejero *et al.*, 2016). Certaines de ces pièces ont été façonnées sur des andouillers et des épois qui pourraient correspondre, d'après notre expérimentation, aux déchets générés pendant la préparation des ramures (phase d'élagage) (voir *infra*). Dans d'autres cas, des biseaux ont été façonnés sur des fragments de merrains segmentés transversalement.

Nous nous sommes également intéressés aux vestiges lithiques taillés des niveaux aurignaciens, car certains d'entre eux auraient pu être utilisés pour la segmentation des bois et pour le fendage longitudinal des blocs secondaires. Cela semble bien être le cas puisque certains stigmates techniques visibles sur les bois de cervidé, comme

les négatifs d'enlèvements, sont compatibles avec l'emploi d'outils en pierre. Les outils lithiques utilisés lors de notre expérimentation tiennent compte des spécificités des assemblages lithiques associés aux industries osseuses étudiées, à la fois à partir des données publiées (cf. Bernaldo de Quirós, 1982; Arrizabalaga, 2000; Maíllo, 2002) et à nos propres observations et réflexions. De même, des pièces lithiques brutes ont pu être impliquées dans le travail des bois de cervidés.

Dans d'autres contextes d'études des galets sommairement taillés (de type *chopper* ou *chopping tool*) ou des nucléus constituent des outils lithiques suffisamment lourds pour être efficaces, par exemple lors de travaux d'élagage des bois de cervidé (cf. le cas du site de la Vache : Averbouh, 2000, p. 87).

Des éclats ou des lames, retouchés ou non, ainsi que certains nucléus, présents dans les niveaux aurignaciens espagnols, pourraient ainsi avoir été utilisés pour la segmentation des bois de cerf par percussion tranchante directe (entaillage). La question du rôle potentiel des pièces esquillées pour le travail du bois de cervidé, dans des sites comme Labeko Koba, El Castillo et Cueva Morín (Bernaldo de Quirós, 1982; Cabrera, 1984; Arrizabalaga, 2000), s'est également posée. Ceci nous a conduit à les intégrer à notre protocole expérimental à la fois dans des actions de fendage et de segmentation. L'inefficacité constatée de ces pièces esquillées, quand elles sont utilisées directement en pièces intermédiaires pour fendre du bois animal, nous a conduit à choisir de les emmancher pour des opérations d'entaillage en percussion directe tranchante dans des procédés de segmentation du bois (Tejero *et al.*, 2012). L'analyse technologique des supports archéologiques en bois de cervidé montre que leur production a fait intervenir la percussion indirecte. La nature des stigmates de percussion associés évoque clairement le recours à des pièces intermédiaires en matières organiques, probablement en matières osseuses (Rigaud, 1984 et voir aussi détails : Goutas *et al.*, ce volume); à l'inverse, les pièces esquillées trouvent leur rôle dans le tronçonnage des bois pour la production de blocs secondaires (*sensu* Averbouh, 2000) à l'instar des éclats retouchés et non retouchés et des nucléus.

### Le protocole expérimental

Le protocole expérimental a été établi pour les différentes étapes depuis la préparation des ramures de bois de cerf jusqu'à l'obtention des supports, en suivant la chaîne opératoire suivante :

- la préparation des ramures qui a consisté à éliminer, par élagage, certains andouillers et épois ;

**Tabl. 2 (page suivante)** – Morphométrie des supports expérimentaux et archéologiques.  
**Table 2 (next page)** – *Morphometrical data of the experimental and archaeological blanks.*

– la production de blocs secondaires par segmentation des merrains ;

– le débitage longitudinal de blocs secondaires.

La première étape a donc consisté à préparer les bois entiers en éliminant les andouillers ou les épois susceptibles d'empêcher ou de gêner la segmentation des merrains. Ce sont des bois de mâles adultes provenant d'un élevage dans l'Est de la France (quatre bois de chute et un bois de massacre) dont l'épaisseur corticale atteint 5 à 6 mm. Ces éléments ont été sectionnés en utilisant une percussion directe tranchante bifaciale ou périphérique. Nous avons installé des gorges à l'aide de grands éclats, retouchés ou non, et de nucléus en silex. Pour optimiser l'efficacité des outils, nous les avons réaffûtés au cours du débitage. Cependant, cela n'a pas toujours été nécessaire puisque les tranchants des pièces ainsi utilisées bénéficient d'un auto-affûtage, au gré des percussions, sous la forme d'esquillements des bords actifs. Une fois la gorge suffisamment profonde, la suppression des andouillers et des épois a été finalisée par une percussion diffuse, à l'aide de gros galets de rhyolite (2-3 kg). Chaque opération a duré entre 15 et 25 minutes pour entailler et supprimer chaque élément anatomique, en fonction de son diamètre.

Une fois les bois élagués, nous avons procédé à la segmentation transversale des merrains par percussion tranchante directe pour obtenir des blocs cylindriques qui, plus tard, seraient divisés dans leur longueur par un procédé de fendage.

Nous avons utilisé les mêmes outils en silex que précédemment, ainsi que des petits éclats en silex et en quartzite, emmanchés dans la partie centrale, spongieuse, de tronçons de bois de cerf faisant office de manches. Ces petits éclats, lors de leur utilisation, se sont transformés en pièces esquillées. La technique était la même : une percussion directe tranchante, mais ici systématiquement bifaciale et non périphérique, afin de faciliter la formation de pans de fracture en dents de scie, sur les zones non entamées par l'entaillage, lors du sectionnement transversal final des fibres osseuses. Lors de cette opération, les bois de cervidé étaient maintenus fermement sur des billots en bois végétal afin d'augmenter l'efficacité de la percussion. Ces tronçonnages ont duré en moyenne une quinzaine de minutes.

L'étape suivante du protocole expérimental a consisté à fendre longitudinalement des blocs secondaires cylindriques dans l'objectif de détacher des supports allongés, au moyen d'un procédé faisant appel à une technique de fracture (*sensu* Christensen, 2015), dans le cas présent, l'éclatement par percussion indirecte. Ces blocs ont été travaillés à l'état sec, excepté un, testé congelé, ce qui a eu pour résultat d'empêcher son fendage. Le travail expérimental de Despina Liolios (Liolios, 1999), comme nos tests précédents ainsi que des essais plus récents (Goutas *et al.*, ce volume), ont montré que le bois de cervidé

répond en effet beaucoup mieux à la technique de fendage lorsqu'il est sec. À l'opposé, le bois humide ou frais, et plus encore le bois détrempe (Goutas *et al.*, ce volume), oppose une plus grande résistance à la fracturation, probablement parce qu'il absorbe de façon plus importante les percussions, la propagation de la ligne de fracture étant ainsi amoindrie. C'est pourquoi nous avons choisi de travailler sur un matériau sec. La propagation de la ligne de fracture selon l'axe longitudinal du bloc donne lieu, une fois le support détaché, à deux pans de fracture latéraux. La propagation plus ou moins rectiligne atteindra ou non l'extrémité du bloc, déterminant ainsi le contour du support – rectangulaire ou sub-triangulaire. On peut donc proposer un modèle théorique dans lequel le pan de fracture principal, produit à partir du point d'insertion du coin dans le tissu compact du bois, est rectiligne, alors que le pan de fracture secondaire, souvent opposé au premier, provoqué presque simultanément par le déchirement de fibres osseuses lors du détachement de la pièce, est généralement oblique. Cependant, différentes variables utilisées pendant le débitage peuvent donner lieu à différentes combinaisons dans la délimitation des bords du support : rectiligne-rectiligne, rectiligne-oblique, oblique-rectiligne et oblique-oblique (voir Tejero, 2010 ; Goutas *et al.*, ce volume).

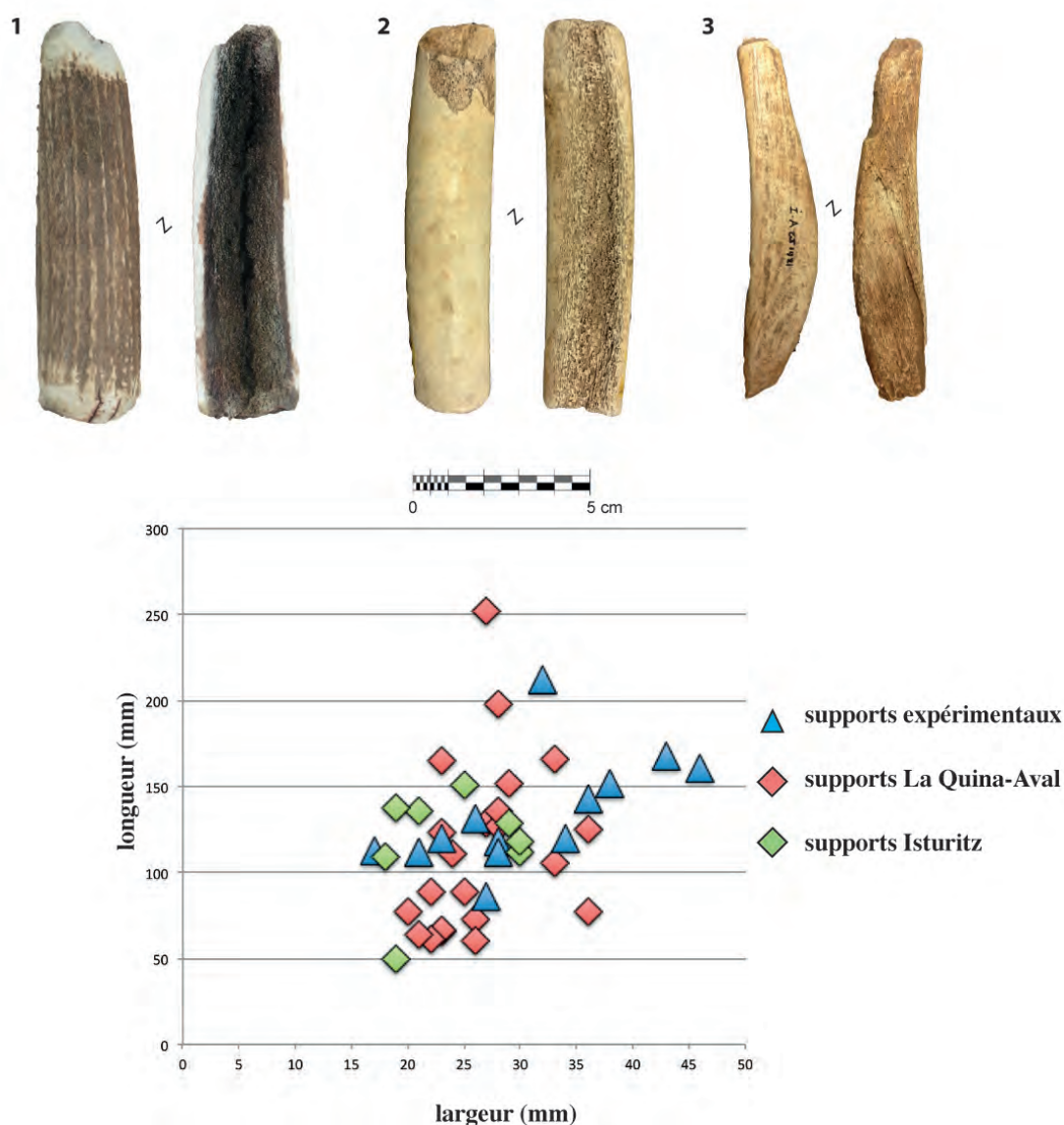
## Résultats

Nous avons obtenu un total de treize supports provenant de sept segments de merrain. La morphologie des supports obtenus et leurs sections (principalement plano-convexes) s'accordent parfaitement avec le matériel archéologique analysé, en particulier avec les quatre séries aurignaciennes les plus riches en supports parmi notre corpus d'étude, celles de la Quina-aval, Isturitz, El Castillo et Covalejos (Tejero, 2014). Les pans de fracture (droit et gauche) des supports expérimentaux montrent, pour la plupart, la combinaison rectiligne et oblique, telle qu'observée sur les pans des supports archéologiques. Le pan rectiligne constitue la principale ligne de fracture (la première fissure). Les supports obtenus varient en taille, avec des longueurs de 86 à 212 mm, des largeurs de 17 à 46 mm et des épaisseurs comprises entre 2 et 27 mm (tabl. 2). Nous avons en effet réussi à produire des supports très longs et larges avec ce procédé. Par ailleurs, il est important de souligner que leurs dimensions (longueur et largeur) peuvent être contrôlées relativement facilement, permettant d'obtenir ainsi des supports calibrés. La longueur dépend évidemment de celle du segment de merrain utilisé, alors que la largeur dépend des points d'insertion des pièces intermédiaires. La réussite de la propagation de la ligne de fracture le long des blocs secondaires est fonction de divers facteurs : la position parfaitement perpendiculaire du bloc secondaire au plan de travail et la position

Origine-Site	Taille (L × l × ép.) en mm	Section transversale	Long. Plan de fracture*
Expérimental	212 × 32 × 27	Plano-convexe	oblique-rectiligne
	168 × 43 × 2	Plano-convexe	rectiligne-oblique
	161 × 46 × 2	Bi-convexe-plano-convexe	rectiligne-oblique
	152 × 38 × 21	Plano-convexe	rectiligne-oblique
	143 × 36 × 18	Plano-convexe	rectiligne-oblique
	131 × 26 × 12	Plano-convexe	rectiligne-oblique
	120 × 34 × 14	Plano-convexe	rectiligne-oblique
	120 × 23 × 18	Convexe	rectiligne-oblique
	118 × 28 × 13	Plano-convexe	oblique-oblique
	113 × 17 × 16	Sub-triangulaire	rectiligne-oblique
	112 × 28 × 8	Plano-convexe	rectiligne-rectiligne
	112 × 21 × 14	Sub-triangulaire-plano-convexe	rectiligne-oblique
	86 × 27 × 12	Bi-convexe-plano-convexe	oblique-oblique
El Castillo	156 × 25 × 9	Plano-convexe	rectiligne-rectiligne
	116 × 24 × 9	Sub-triangulaire	rectiligne-rectiligne
	105 × 24 × 9	Plano-convexe	oblique-oblique
	98 × 23 × 10	Sub-triangulaire	rectiligne-oblique
	92 × 22 × 11	Plano-convexe	rectiligne-oblique
	90 × 22 × 8	Plano-convexe	rectiligne-rectiligne
	88 × 19 × 8	Plano-convexe	rectiligne-oblique
	85 × 22 × 8	Plano-convexe	rectiligne-oblique
Covalejos	85 × 15 × 11	Sub-triangulaire	oblique-oblique
	81 × 15 × 9	Sub-triangulaire	sub-triangulaire
	72 × 16 × 11	Plano-convexe	rectiligne-rectiligne
	70 × 21 × 9	Plano-convexe	rectiligne-oblique
	70 × 16 × 11	Plano-convexe	rectiligne-oblique
Isturitz	151 × 25 × 16	Plano-convexe	rectiligne-oblique
	138 × 19 × 10	Bi-convexe-plano-convexe	rectiligne-rectiligne
	136 × 21 × 10	Plano-convexe	rectiligne-oblique
	129 × 29 × 13	Sub-triangulaire	rectiligne-rectiligne
	118 × 30 × 10	Convexe	rectiligne-oblique
	112 × 30 × 11	Plano-convexe	rectiligne-rectiligne
	109 × 18 × 6	Plano-convexe	rectiligne-rectiligne
	50 × 19 × 9	Sub-triangulaire	rectiligne-oblique
La Quina-Aval	252 × 36 × 12	Plano-convexe	rectiligne-oblique
	198 × 27 × 12	Plano-convexe	rectiligne-oblique
	166 × 36 × 11	Bi-convexe-plano-convexe	rectiligne-oblique
	165 × 28 × 11	Plano-convexe	rectiligne-rectiligne
	152 × 33 × 11	Plano-convexe	rectiligne-oblique
	136 × 29 × 13	Plano-convexe	rectiligne-oblique
	129 × 23 × 12	Convexe	oblique-oblique
	127 × 36 × 11	Plano-convexe	rectiligne-rectiligne
	125 × 24 × 10	Plano-convexe	rectiligne-rectiligne
	124 × 23 × 12	Sub-triangulaire	oblique-rectiligne
	123 × 33 × 9	Plano-convexe	rectiligne-oblique
	111 × 27 × 9	Sub-triangulaire	rectiligne-oblique
	106 × 25 × 11	Plano-convexe	rectiligne-oblique
	89 × 22 × 9	Bi-convexe-plano-convexe	rectiligne-oblique
	89 × 23 × 8	Sub-triangulaire	oblique-rectiligne
	77 × 23 × 11	Plano-convexe	rectiligne-oblique
	77 × 20 × 6	Plano-convexe	oblique-oblique
	73 × 22 × 10	Plano-convexe	rectiligne-oblique
	67 × 26 × 9	Plano-convexe	oblique-rectiligne
	66 × 21 × 10	Bi-convexe-plano-convexe	rectiligne-oblique
64 × 28 × 9	Plano-convexe	rectiligne-oblique	
61 × 28 × 8	Bi-convexe-plano-convexe	rectiligne-rectiligne	
60 × 26 × 10	Plano-convexe	rectiligne-oblique	

axiale de la pièce intermédiaire, contrôle des percussions et du maintien du support sur l'enclume, etc. Si ces paramètres sont respectés, cela permet la production de supports longs et relativement rectilignes. La production de longs supports en bois de cervidé est indirectement mise en évidence dans l'industrie osseuse de l'Aurignacien ancien espagnol, par la dimension de certains objets, dont quelques pointes de sagaie d'une longueur de 210 mm (El Castillo, niveau Delta). Mais dans certains sites français (Isturitz et la Quina-aval), ce type de production est directement documenté sous la forme de baguettes brutes dont la longueur dépasse, dans un cas au moins, les 250 mm et dont la largeur varie entre 20 et 35 mm (Tejero, 2014; ici : fig. 4).

Enfin, l'expérimentation a permis un dernier constat : l'absence de déchets de débitage au terme du procédé de tronçonnage/fendage. En effet, la partition progressive des blocs par percussion indirecte assure une exploitation pratiquement intégrale des segments de merrain (blocs secondaires), en particulier ceux présentant une morphologie régulière et cylindrique, et sans départ d'andouiller ou d'épois pouvant provoquer la déviation de la ligne de fracture. Les déchets potentiels semblent se restreindre aux seuls andouillers et épois supprimés lors des premières étapes de préparation des blocs, en supposant toutefois qu'ils n'aient pas été transformés en pièces intermédiaires ou en manches. Ceci est tout à fait cohérent avec ce que l'on observe dans les collections archéo-



**Fig. 4** – Support sur éclat baguetteira. 1 : expérimental (d'après Tejero *et al.*, 2012); 2 : la Quina-aval; 3 : grotte d'Isturitz. En bas : comparaison morphométrique (rapport longueur/largeur) entre les supports d'Isturitz, la Quina-aval et les supports expérimentaux obtenus par le procédé de tronçonnage/fendage (modifié d'après Tejero, 2014).

**Fig. 4** – Rod-shaped flake. 1: experimental piece (after Tejero *et al.*, 2012); 2: La Quina-aval; 3: Isturitz cave. On the bottom: morphometrical comparison (length/width ratio) between antler blanks of Isturitz, La Quina-aval and experimental pieces obtained by splitting (after Tejero, 2014, modified).

logiques étudiées, où l'absence de déchets associés au débitage par fendage est un caractère prégnant. Notons cependant que cette sous-représentation pourrait dans certains cas être liée à la difficulté d'identifier ces déchets dans le registre archéologique. L'exploitation des ramures à l'Aurignacien permet donc, en théorie, une exploitation complète des ramures, et par conséquent une optimisation de l'exploitation de cette ressource saisonnière. Malgré cela, quelques rares éléments en bois de cervidé ont été identifiés comme étant des déchets de débitage liés à la production des blocs secondaires. Il s'agit pour la plupart de fragments de merrain (souvent des intersections merrain-andouiller) ou bien de bases de bois portant toujours les stigmates de tronçonnage périphérique ou bifacial par entaillage sur les extrémités. Ces mêmes stigmates sont également observés sur les blocs secondaires et certaines baguettes produites à partir de ces blocs en présentent aussi. Ceci tend à confirmer notre hypothèse concernant la segmentation transversale des ramures et la technique employée (une percussion directe tranchante).

Le procédé de débitage que nous venons de détailler a été caractérisé à partir des séries aurignaciennes européennes, mais des analyses menées par l'un d'entre nous (José-Miguel Tejero) sur des collections provenant des niveaux aurignaciens de certains sites du Proche-Orient, permettent d'ores et déjà une première comparaison entre ces deux régions. Cette comparaison, bien que préliminaire, est d'autant plus importante que les relations entre l'Aurignacien ancien européen et levantin, aussi bien qu'entre l'Ahmarien et le Proto-Aurignacien, sont au cœur du débat sur l'émergence et la dispersion des traditions typo-technologiques aurignaciennes sur le continent eurasiatique (par exemple : Bar-Yosef et Belfer-Cohen, 1996, 2010 et 2013 ; Bon, 2006 ; Goring-Morris et Belfer-Cohen, 2006 ; Belfer-Cohen et Goring-Morris, 2007, 2014a et 2014b ; Teyssandier, 2007 ; Teyssandier *et al.*, 2010 ; Hershkovitz *et al.*, 2015 ; Hublin, 2015 ; Alex *et al.*, 2017).

Ces données montrent que les groupes aurignaciens levantins ont employé un procédé de débitage du bois de cervidé identique à celui mis en œuvre en Europe. En effet, la production de supports de type baguette par un procédé de fendage longitudinal est attesté au moins dans les sites israéliens de Manot Cave et à Hayonim Cave (Tejero *et al.*, 2016). Tout comme pour l'Aurignacien ancien européen, les supports en bois de cervidé de l'Aurignacien levantin, présentent des contours rectangulaires ou triangulaires, et des délinéations de pans de fracture latéraux majoritairement de combinaison rectiligne-oblique. Le peu de déchets générés par ce procédé nous permet aussi de reconstituer le procédé suivi pour l'obtention des supports à partir de blocs secondaires, fendus longitudinalement par percussion indirecte. Ces supports ont été, comme en Europe, exclusivement destinés à la fabrication des pointes de projectile. Néanmoins, un trait remarquable différencie les supports levantins et européens : leurs dimensions. Les supports de l'Aurignacien levantin sont en effet d'une taille sensiblement plus réduite. Leurs longueurs sont comprises entre 85 et 102 mm, leurs lar-

geurs entre 18 et 24 mm, et leurs épaisseurs entre 7 et 17 mm. Il faut préciser qu'il s'agit de valeurs minimales pour les longueurs, aussi bien pour les supports européens que levantins, en raison des fractures post-dépositionnelles qui affectent certaines baguettes. Néanmoins, ces valeurs trouvent leur correspondance pour les pointes lorsqu'on compare les exemplaires complets de l'Aurignacien ancien et l'Aurignacien levantin.

Bien qu'il s'agisse de résultats préliminaires et donc à prendre avec précaution, les variations enregistrées ne semblent pas tenir à des contraintes dues à la matière première (différences dans la taille ou le diamètre des bois ou dans la morphologie des ramures), ou aux espèces exploitées (renne, cerf, et occasionnellement mégacéros en Europe ; cerf et daim perse au Levant). Elles résulteraient davantage de la typologie, et probablement aussi du fonctionnement, des pointes de projectile fabriquées dans les deux régions. Effectivement, alors qu'en Europe les pointes en bois exclusives de l'Aurignacien ancien sont des pointes à base fendue (Knecht, 1991 ; Liolios, 1999 ; Tartar et White, 2013 ; Tejero, 2013 et 2014), les pointes de l'Aurignacien levantin sont (à l'exception d'un ou peut-être deux exemplaires de Kebara et Hayonim) des pointes à base simple ou massive (Belfer-Cohen et Bar-Yosef, 1981 ; Bergman, 1987 ; Gilead, 1991 ; Tejero *et al.*, 2016). L'efficacité des premières comme pointes de sagaie lancées au propulseur a été évoquée à partir de tests expérimentaux menés par le groupe TFPS – technologie fonctionnelle des pointes aurignaciennes (Knecht, 1991 ; Doyon, 2013) –, mais l'absence de publication exhaustive sur les données issues de ces expérimentations ne permet pas de vérifier cette hypothèse. En revanche, le plus petit gabarit des pointes en bois de cervidé de l'Aurignacien du Levant (inférieur à 10 mm de diamètre) pourrait aller de pair avec l'utilisation d'autres systèmes de tir, tels que l'arc (Bergman, 1987). Des tests expérimentaux menés par Christopher A. Bergman dans les années 1980, à partir des pointes du site libanais de Ksar Akil (Bergman, 1987), vont dans ce sens, mais une recherche plus approfondie sur cette question est désormais incontournable. La mise en place d'un programme expérimental, auquel nous travaillons actuellement, pourrait permettre de confirmer ou d'infirmer ces hypothèses. Ce programme en cours (collaboration avec les universités de Ber-Sheva, Haifa, HUJI et l'Israel Antiquities Authority, Israël) vise à préciser les modalités du lancer de pointes de sagaies à base simple de l'Aurignacien levantin dans l'objectif d'établir un référentiel de traces d'impact.

## DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Les résultats de la recherche expérimentale que nous avons menée et la comparaison avec les données issues de l'analyse technologique des séries archéologiques espagnoles, françaises et italiennes, mettent en avant une extrême homogénéité dans les procédés de débitage par fendage des tronçons de bois de cervidé chez



les groupes aurignaciens du Vieux Continent. Pour l'aménagement de la base de ces pointes caractéristiques de l'Aurignacien ancien en Europe, le fendage semble avoir été l'un des procédés choisis, au moins sur certains sites (Tejero, 2014), tel que le docteur Léon Henri-Martin (Henri-Martin, 1930) l'avait déjà identifié. Toutefois, le procédé de Denis Peyrony (Peyrony, 1935) par suppression d'une portion de matière pour créer la fente, produisant un déchet nommé « pièce en languette » est observé dans d'autres sites (Nuzhnyi, 1998; Tartar et White, 2013; Tejero, 2014).

Une comparaison entre les procédés de débitage par fendage (ou le refend), et celui de l'extraction par double rainurage longitudinal montre que les produits obtenus sont intentionnellement différents. Dans un cas, celui par extraction, la future morphologie et les dimensions du support (baguette, plaquette...) sont précisément prédéterminées et le résultat est très proche de la silhouette de l'objet recherché. Dans l'autre, celui par tronçonnage/fendage, il s'agit d'un contrôle relatif de la morphologie du support recherché. La longueur du support ne peut évidemment pas excéder celle du bloc secondaire.

Entre ces deux catégories, le taux de façonnage est donc nécessairement différent, en fonction du degré de prédétermination. Il est plus faible lorsqu'il est produit par fendage, en raison d'un contrôle moindre de l'ensemble des paramètres dimensionnels et de la régularité des éclats baguettaires. L'importance de l'investissement dans le façonnage et le débitage semble inversement proportionnel entre ces deux procédés, tronçonnage/fendage et double rainurage longitudinal. Cette hypothèse doit cependant être nuancée car certaines techniques de façonnage sont très efficaces et fonctionnent par une ablation de portions de matières bien plus importante qu'un simple raclage; elles sont particulièrement bien adaptées aux bords en dièdre des éclats baguettaires. Lors de nos expérimentations, en 2008, nous avons ainsi testé, à l'initiative de l'un d'entre nous (Pierre Bodu), l'usage de la percussion directe tranchante avec de grands éclats pour équarrir

les pans de fracture (la pièce étant posée sur un billot), et pour ébaucher le contour et le volume de la pointe de projectile avant sa régularisation finale par raclage (Tejero *et al.*, 2011). Ce procédé de mise en forme a été évoqué ultérieurement pour certains outils solutréens (Baumann, 2014). Pour l'Aurignacien, cette percussion tranchante (entaillage) n'a pas encore été identifiée et il sera nécessaire d'approfondir l'étude des pièces archéologiques.

Notre démarche montre une correspondance assez nette entre les traces de débitage observées sur les supports archéologiques et celles que nous avons pu reproduire expérimentalement. De la même façon, les stigmates des pièces intermédiaires utilisées lors de l'expérimentation sont identiques à ceux du registre archéologique étudié. Nous avons également montré, de façon reproductible, qu'en employant le procédé du tronçonnage/fendage par percussion indirecte il était possible d'obtenir des supports calibrés relativement longs et étroits dont la morphologie est tout à fait comparable à celle des supports en bois de cervidé du matériel aurignacien européen. Nous avons enfin démontré que ce procédé permet une exploitation presque intégrale des ramures et par conséquent que les déchets associés à ce débitage sont très peu nombreux (voir *infra*).

L'exploitation de bois de cervidé au cours de l'Aurignacien est clairement orientée vers la production presque exclusive des armatures de projectile, comme en témoignent les ensembles aurignaciens européens où les pointes de sagaie, à base fendue pour l'Aurignacien ancien, sont presque les seuls objets en cette matière première (Leroy-Prost, 1977 et 1979; Otte, 1977 et 1979; Knecht, 1991; Liolios, 1999; Tartar et White, 2013; Tejero, 2013, 2014 et 2016; ici tabl. 3 et fig. 5). L'utilisation des pointes de projectile aurignaciennes qui sous-tend des modalités de chasse particulières, est perçue comme une innovation stratégique qui aurait permis la dispersion rapide des HAM à travers l'Eurasie (cf. Shea, 2006 et 2009; Churchill et Rhodes, 2009). S'il est difficile de définir le concept de complexité,

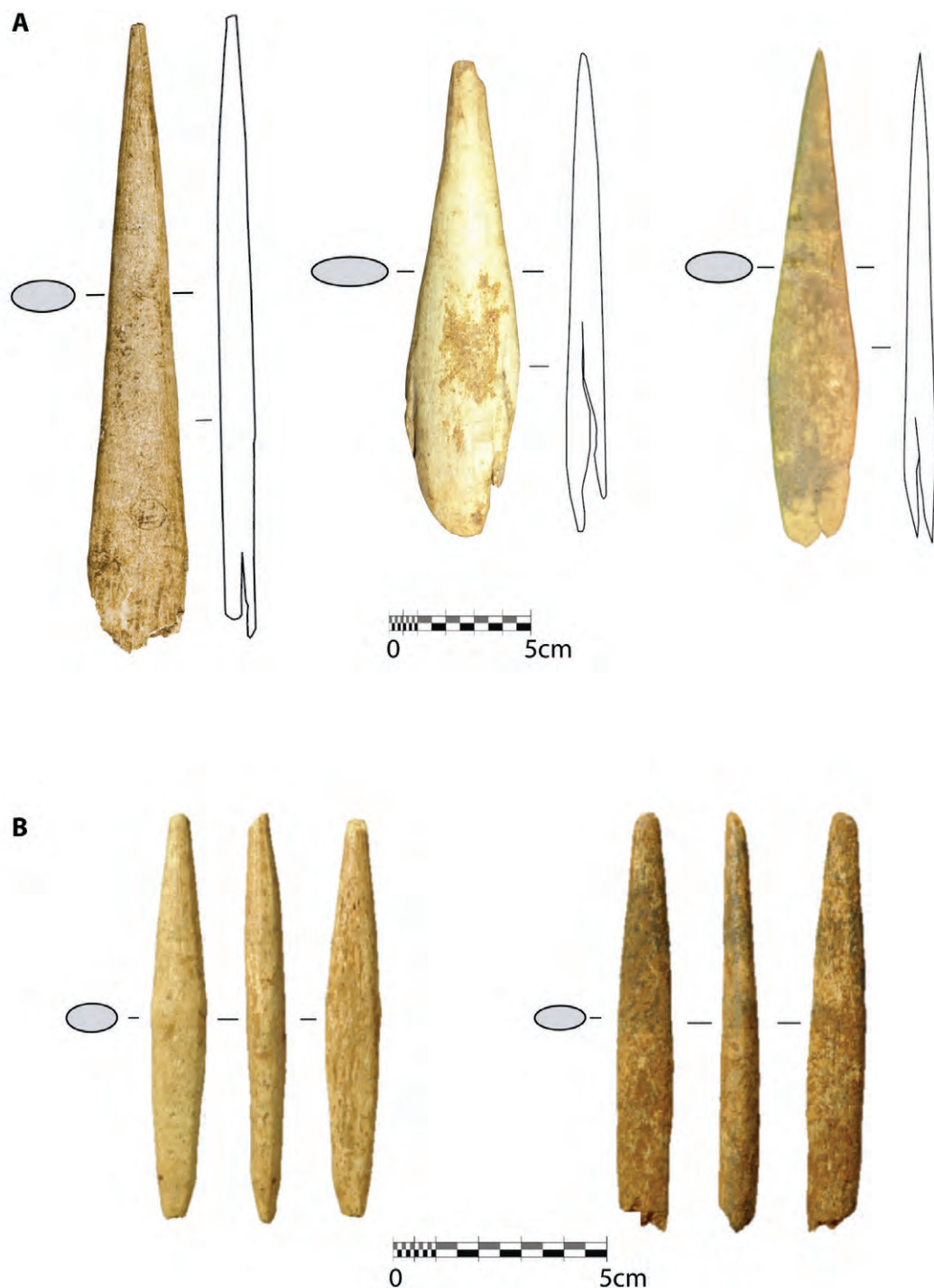
Site	0-50 mm longueur (N)	51-80 mm longueur (N)	81-110 mm longueur (N)	> 110 mm longueur (N)	Section transversale elliptique**	Section transversale biconvexe
Abri Poisson	-	-	3	5	7	1
El Castillo	3	4	1	2	7	3
Covalejos	3	2	-	-	4	1
Isturitz	7	36	23	7	62	11
Labeko	1	2	-	-	1	2
Morin	1	-	-	-	-	1
La Quina-Aval	11	18	12	7	39	6
Reclau Viver	2	-	-	-	2	-
Total	28	62	39	21	122	25

**Tabl. 3** – Morphométrie des pointes de sagaie à base fendue entières ou presque entières (les sections presque rectangulaires ou triangulaires, très peu nombreuses, n'ont pas prises en compte).

**Table 3** – Morphometrical data of the complete or almost complete split-base points (the very few subrectangular and subtriangular sections were not taken into account).

on peut néanmoins tenter sa caractérisation. La complexité peut illustrer un système dont les différentes composantes interagissent de multiples façons. Par conséquent, au Paléolithique supérieur, l'exploitation du bois animal constitue sans doute un élément majeur des domaines techniques et économiques, voire sociaux, impliquant de nombreuses

combinaisons techniques différentes pour transformer le bois en projectiles (Tejero, 2014). John J. Shea et Matthew L. Sisk (Shea et Sisk, 2010, p. 102) utilisent le terme de *complex projectile technology* pour décrire des systèmes de tir qui font appel à une énergie cumulée de façon exosomatique, comme le propulseur ou l'arc, pour envoyer un



**Fig. 5** – Exemples de pointes de sagaie en bois de cervidé. A : de gauche à droite, grotte de El Castillo (Cantabrie), niveau Delta (des fouilles de Hugo Obermaier), la Quina-aval (Charente), niveau Aurignacien ancien, et abri Poisson (Dordogne), niveau aurignacien (Tejero, 2014) ; B : pointes en bois de cervidé de la grotte de Manot Cave (Israël), niveaux aurignaciens (Tejero *et al.*, 2016).

*Fig. 5* – Examples of antler split-base points. A: from the left to the right, El Castillo cave (Cantabria), level Delta of the excavations by Hugo Obermaier, La Quina-aval (Charente), Early Aurignacian layer, and abri Poisson (Dordogne), Aurignacian layer (Tejero, 2014); B: antler projectile points from Manot Cave (Israel), Aurignacian layers (Tejero *et al.*, 2016).

projectile de faible masse à des vitesses nécessaires pour infliger une blessure létale. Certains chercheurs considèrent également que les activités d'entretien et de recyclage du matériel de chasse développées par les chasseurs-cueilleurs préhistoriques sont un signe de complexité en soi (Bamforth, 1986). La réparation et, dans certains cas, le recyclage, sont attestés systématiquement pour les armatures aurignaciennes en bois de cervidé (Tejero, 2014). Comparativement au bois de cervidé, le travail de l'os relève d'un système d'exploitation plus simple puisqu'il utilise presque exclusivement, dès les premiers témoins de travail de l'os au Paléolithique inférieur, une seule technique, la percussion directe (cf. Tartar, 2009 et 2012, Soressi *et al.*, 2013). L'absence d'entretien ou de recyclage est également une caractéristique pour les objets en os.

La technologie des projectiles en MDA apparaît dans le registre archéologique pour la première fois pendant l'Aurignacien ancien en Europe (Tejero, 2014). Les données présentées sur le débitage permettent d'étendre cette notion de complexité à l'ensemble de l'exploitation du bois animal, depuis l'approvisionnement jusqu'à l'abandon de l'objet usagé (Tejero, 2014).

La compréhension des comportements techniques mis en œuvre dans l'exploitation des MDA pendant l'Aurignacien dans les diverses régions de l'Eurasie est essentielle pour approcher au plus près les mécanismes d'émergence et de diffusion, et les relations entre les différentes entités identifiées au sein de ce technocomplexe (Proto-Aurignacien, Aurignacien ancien et Aurignacien évolué en Europe; Aurignacien levantin au Proche-Orient). Ces comportements sont relativement bien connus en Europe

par des travaux antérieurs (cf. Knecht 1991; Liolios, 1999; White, 2007; Tartar, 2009 et 2012; Tartar et White, 2013; Tejero, 2013); ils manquaient cependant d'une caractérisation précise du débitage du bois de cervidé. Le présent travail, appuyé sur une documentation expérimentale rigoureuse (Tejero *et al.*, 2012) et une confrontation au matériel archéologique de l'Europe du Sud-Ouest (Tejero, 2014; Tejero et Grimaldi, 2015) a permis de commencer à combler ce manque en identifiant une des façons de faire des groupes aurignaciens : le procédé de fendage.

**Remerciements** : Ce travail a bénéficié de financement via les projets suivant : MINECO HAR2017-86509, Grup de Recerca de Qualitat de la Generalitat de Catalunya SGR2017-0011 (dir. Josep Maria Fullola Pericot); The Irene Levi Sala CARE Archaeological Foundation (projet : « Bone and antler hunting weapons during the Early Upper Palaeolithic in the Levant »); le MECD de l'Espagne (projet : « HAM en el Próximo Oriente. Una aproximación a la comprensión de la expansión de Homo sapiens a través de un análisis multidisciplinar de las armas de proyectil de caza del PSI ») et le MINECO de l'Espagne grâce à un contrat postdoctoral. Il a aussi été soutenu par l'équipe Ethnologie préhistorique de l'UMR 7041 ArScAn du CNRS et le Centre de recherche français à Jérusalem (CRFJ) à travers des « missions chercheur invité » et le « Manot Cave project » (Israël). Nous remercions aussi J. Darricau et Ch. Normand de nous avoir autorisé l'étude de l'industrie en bois de cervidé de la grotte d'Isturitz, en collaboration avec N. Goutas. Enfin, nous tenons à remercier Nejma Goutas, pour ses commentaires très constructifs sur la version initiale de cet article ainsi que le rapporteur.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALEX B., BARZILAI O., HERSHKOVITZ I., MARDER O., BERNA F., CARACUTA V., ABULAFIA T., DAVIS L., GODER-GOLDBERGER M., LAVI R., MINTZ E., REGEV L., BAR YOSEF D., TEJERO J. M., YESHURUN R., AYALON A., BAR-MATTHEWS M., YASUR G., FRUMKIN A., LATIMER B., HANS M., BOARETTO E. (2017) – Radiocarbon Chronology of Manot Cave, Israel and Upper Paleolithic Dispersals, *Science Advances*, 3, 11, e1701450, DOI: 10.1126/sciadv.1701450 [en ligne]
- ARRIZABALAGA A. (2000) – Los tecnocomplejos líticos del yacimiento arqueológico de Labeko Koba (Arrasate, País Vasco), in A. Arrizabalaga et J. Altuna (dir.), *Labeko Koba (País Vasco). Hienas y humanos en los albores del Paleolítico Superior*, San Sebastian, Sociedad Ciencias Naturales Aranzadi (Munibe, 52), p. 193-343.
- AVERBOUH A. (2000) – *Technologie de la matière osseuse travaillée et implications paléolithiques : l'exemple des chaînes d'exploitation du bois de cervidé chez les Magdaléniens des Pyrénées*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 2 vol., 253 et 247 p.
- BAMFORTH D.B. (1986) – Technological efficiency and tool curation, *American Antiquity*, 51 (1), p. 38-50.
- BAR-YOSEF O., BELFER-COHEN A. (1996) – Another Look at the Levantine Aurignacian, in A. Palma di Cesnola, A. Mon-
- et-White et K. Valoch (dir.), *The Late Aurignacian, Colloquium XI, The Upper Palaeolithic*, actes du 13<sup>e</sup> Congrès de l'UISPP (Forlì, 8-14 septembre 1996), Forlì, ABACO, p. 139-150.
- BAR-YOSEF O., BELFER-COHEN A. (2010) – The Levantine Upper Palaeolithic and Epipalaeolithic, in E. Garcea (dir.), *South-Eastern Mediterranean Peoples between 130,000 and 10,000 Years ago*, Oxford, Oxbow Books, p. 144-167.
- BAR-YOSEF O., BELFER-COHEN A. (2013) – Following Pleistocene Road Signs of Human Dispersals across Eurasia, *Quaternary International*, 285, p. 30-43.
- BAUMANN M. (2014) – *À l'ombre des feuilles de laurier, les équipements osseux solutréens du Sud-Ouest de la France : apports et limites des collections anciennes*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 593 p.
- BELFER-COHEN A., BAR-YOSEF O. (1981) – The Aurignacian at Hayonim Cave, *Paléorient*, 7, 2, p. 19-42.
- BELFER-COHEN A., GORING-MORRIS A. N. (2007) – From the Beginning: Levantine Upper Palaeolithic Cultural Changes and Continuity, in P. Mellars, K. Boyle, O. Bar-Yosef et C. Stringer (dir.), *Rethinking the Human Evolution*, Oxford, McDonald Institute, p. 199-205.

- BELFER-COHEN A., GORING-MORRIS A. N. (2014a) – On the Rebound: a Levantine View of Upper Paleolithic Dynamics, in M. Otte (dir.), *Modes de contacts et de déplacements au Paléolithique eurasiatique = Modes of Contact and Mobility during the Eurasian Palaeolithic*, actes du colloque international de la commission 8 de l'UISPP (Liège, 28-31 mai 2012), Liège, université de Liège (ERAUL, 140), p. 27-36.
- BELFER-COHEN A., GORING-MORRIS A. N. (2014b) – The Upper Palaeolithic and Earlier Epipalaeolithic of Western Asia, in A. C. Renfrew et P. Bahn (dir.), *The Cambridge World Prehistory*, Cambridge, Cambridge University Press, vol. 3, p. 1381-1407.
- BERGMAN C. A. (1987) – Hafting and Use of Bone and Antler Points from Ksar Akil, Lebanon, in D. Stordeur (dir.), *La main et l'outil, manches et emmanchements préhistoriques*, actes de la table ronde (Lyon, 26-29 novembre 1984), Lyon, Maison de l'Orient et de la Méditerranée Jean-Pouilloux (Travaux de la Maison de l'Orient, 15), p. 117-126.
- BERNALDO DE QUIRÓS F. (1982) – *Los inicios del Paleolítico superior cantábrico*, Madrid, Ministerio de Cultura. Dirección General de Bellas Artes y Archivos, 347 p.
- BISCHOFF J. L., SOLER N., MAROTO J., JULIÀ R. (1989) – Abrupt Mousterian/Aurignacian Boundary at c. 40 ka BP: Accelerator <sup>14</sup>C dates from l'Arbreda Cave (Catalunya, Spain), *Journal of Archaeological Science*, 16, 6, p. 563-576.
- BON F. (2002) – *L'Aurignacien entre mer et océan : réflexion sur l'unité des phases anciennes de l'Aurignacien dans le Sud de la France*, Paris, Société préhistorique française (Mémoire, 29), 253 p.
- BON F. (2006) – A Brief Overview of Aurignacian Cultures in the Context of the Industries of the Transition from the Middle to the Upper Paleolithic, in O. Bar-Yosef et J. Zilhão (dir.), *Towards a Definition of the Aurignacian*, actes du colloque international (Lisbonne, 25-30 juin 2002), Lisbonne, American School of Prehistoric Research et Instituto Português de Arqueologia (Trabalhos de Arqueologia, 45), p. 133-144.
- CABRERA V. (1984) – *El yacimiento de La Cueva de « El Castillo » : Puente Viesgo, Santander*, Madrid, Instituto Español de Prehistoria, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Bibliotheca praehistorica Hispana, 22), 485 p.
- CABRERA VALDÉS V., BERNALDO DE QUIRÓS F., MAÍLLO J. M., VALLADAS H., LLORET M. (2002) – El Auriñaciense arcaico de El Castillo (Cantabria) : descripción tecnológica y objetivos de la producción, in F. Bon, J. M. Maíllo et D. Ortega (dir.), *En torno a los conceptos de Protoauriñaciense, Auriñaciense arcaico, inicial y antiguo: unidad y variabilidad de los comportamientos tecnológicos de los primeros grupos humanos en el sur de Francia y norte de España = Autour des concepts de Proto-Aurignacien, d'Aurignacien archaïque, initial et ancien: unité et variabilité des comportements techniques des premiers groupes d'hommes modernes dans le Sud de la France et le Nord de l'Espagne*, actes du colloque international (Toulouse, 27 février-1<sup>er</sup> mars 2003), Madrid, UNED (Espacio, Tiempo y Forma, 15), p. 67-86.
- CHRISTENSEN M. (2016) – *L'industrie osseuse des chasseurs-cueilleurs : le cas des nomades marins de Patagonie et Terre de Feu*, Punta Arenas, Universidad de Magallanes, 306 p.
- CHURCHILL S. E., RHODES J. A. (2009) – The Evolution of the Human Capacity for 'Killing at a Distance': The Human Fossil Evidence for the Evolution of Projectile Weaponry, in J.-J. Hublin et M. P. Richards (dir.), *The Evolution of Hominin Diets: Integrating Approaches to the Study of Palaeolithic Subsistence*, Dordrecht, Springer, p. 201-210.
- COSTAMAGNO S. (2017) – Taphonomie et archéozoologie des ensembles fauniques aurignaciens d'Isturitz, in C. Normand et P. Cattelain (dir.), *La grotte d'Isturitz. Fouilles anciennes et récentes*, actes de la table ronde (Hasparren, 14-15 novembre 2003), Treignes, Cédarc (Artefacts, 13), p. 179-190.
- COSTAMAGNO S., MATEOS A. (2007) – Milieu animal de part et d'autre de la chaîne pyrénéenne : implications sur les modes de subsistance au Magdalénien, in N. Cazals, J. González Araujo et X. Terradas (dir.), *Frontières naturelles et frontières culturelles dans les Pyrénées préhistoriques*, Santander, Universidad de Cantabria, p. 53-73.
- D'ERRICO F., ZILHÃO J., JULIEN M., BAFFIER D., PELEGRIN J. (1998) – Neanderthal Acculturation in Western Europe? A Critical Review of the Evidence and its Interpretation, *Current Anthropology*, 39, p. 1-44.
- DOYON L. (2013) – *L'apport du réaffûtage à la variabilité morphométrique des pointes de projectile aurignaciennes en bois de cervidé*, mémoire de master, université de Montréal, 110 p.
- GILEAD I. (1991) – The Upper Paleolithic Period in the Levant, *Journal of World Prehistory*, 5, p. 105-154.
- GORING-MORRIS A. N., BELFER-COHEN A. (2006) – A Hard Look at the 'Levantine Aurignacian': how Real is the Taxon?, in O. Bar-Yosef, et J. Zilhão (dir.), *Towards a Definition of the Aurignacian*, actes du colloque international (Lisbonne, 25-30 juin 2002), Lisbonne, American School of Prehistoric Research et Instituto Português de Arqueologia (Trabalhos de Arqueologia, 45), p. 297-314.
- GOUTAS N., BODU P., HINGUANT S., AVERBOUH A., CHRISTENSEN M. (ce volume) – La « production baguettaire » au Gravettien : étude de cas et discussions à partir de l'industrie en bois de cervidé de Laugerie-Haute (Dordogne, France), in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 139-180.
- GOUTAS N., CHRISTENSEN M. avec la collaboration de TARTAR E., MALGARINI R., TEJERO J.-M. et TREUILLOT J. (ce volume) – Extraction, partition, réduction ou fracturation ? De quoi parlons-nous ? Discussion sur la production de supports allongés (baguette, éclat baguettaire vs éclat), in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris,

- SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 55-97.
- GOUTAS N., TEJERO J.-M. (2016) – Osseous Technology as a Reflection of Chronological, Economic and Sociological Aspects of Palaeolithic Hunter-Gatherers: Examples from Key Aurignacian and Gravettian Sites in South-West Europe, *Quaternary International*, 403, p. 79-89.
- HENRI-MARTIN L. (1930) – La station aurignacienne de la Quina (Charente), *Bulletins et Mémoires de la Société archéologique et historique de la Charente*, 20, p. 5-84.
- HERSHKOVITZ I., MARDER O., AYALON A., BAR-MATTHEWS M., YASUR G., BOARETTO E., CARACUTA V., ALEX B., FRUMKIN A., GODER-GOLDBERGER M., GUNZ P., HOLLOWAY R. L., LATIMER B., LAVI R., MATTHEWS A., SLON V., BAR-YOSEF MAYER D., BERNA F., BAR-OZ G., YESHURUN R., MAY H., HANS M. G., WEBER G. W., BARZILAI O. (2015) – Levantine Cranium from Manot Cave (Israel) Foreshadows the First European Modern Humans, *Nature*, 520, p. 216-219.
- HUBLIN J. J. (2015) – The Modern Human Colonization of Western Eurasia: When and Where?, *Quaternary Science Reviews*, 118, p. 194-210.
- KUHN S. L. (2012) – Emergent Patterns of Creativity and Innovation in Early Technologies. Developments, *Quaternary Science*, 16, p. 69-87.
- KLEIN R. (1995) – Anatomy, Behavior and Modern Human Origins, *Journal of World Prehistory*, 9, p. 167-198.
- KNECHT H. (1991) – *Technological Innovation and Design during the Early Upper Paleolithic: A Study of Organic Projectile Technologies*, thèse de doctorat, New York University, 729 p.
- KNECHT H. (1993) – Splits and Wedges: the Techniques and Technology of Early Aurignacian Antler Working, in H. Knecht, A. Pike-Tay et R. White (dir.), *Before Lascaux: The Complex Record of the Early Upper Paleolithic*, Boca Ratón (Fla.), CRC Press, p. 137-162.
- KNECHT H. (1997) – Projectile Points of Bone, Antler, and Stone. Experimental Explorations of Manufacture and Use, in H. Knecht (dir.), *Projectile Technology*, New York, Plenum Press, p. 191-212.
- LE BRUN-RICALENS F. (2006) – Les pièces esquillées : état des connaissances après un siècle de reconnaissance, *Paleo*, 18, p. 95-114.
- LEROY-PROST C. (1975) – L'industrie osseuse aurignacienne. Essai régional de classification : Poitou, Charentes, Périgord, *Gallia Préhistoire*, 18, 1, p. 65-156.
- LEROY-PROST C. (1979) – L'industrie osseuse aurignacienne. Essai régional de classification : Poitou, Charentes, Périgord (suite), *Gallia Préhistoire*, 22, 1, p. 205-370.
- LETOURNEUX C. (2003) – *Devinez qui est venu dîner à Brassempouy? Approche taphonomique pour une interprétation archéozoologique des vestiges osseux de l'Aurignacien ancien de la grotte des Hyènes (Brassempouy, Landes)*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 424 p.
- LIOLIOS D. (1999) – *Variabilité et caractéristique du travail des matières osseuses au début de l'Aurignacien : approche technologique et économique*, thèse de doctorat, université Paris X, Nanterre, 360 p.
- LIOLIOS D. (2006) – Reflections on the Role of Bone Tools in the Definition of the Early Aurignacian, in O. Bar-Yosef et J. Zilhão (dir.), *Towards a Definition of the Aurignacian*, actes du colloque international (Lisbonne, 25-30 juin 2002), Lisbonne, American School of Prehistoric Research et Instituto Português de Arqueologia (Trabalhos de Arqueologia, 45), p. 37-52.
- LUCAS G., HAYS M. A. (2004) – Les pièces esquillées du site paléolithique du Flageolet I (Dordogne) : outils ou nucléus?, in P. Bodu et C. Constantin (dir.), *Approches fonctionnelles en Préhistoire*, actes du 25<sup>e</sup> Congrès préhistorique de France (Nanterre, 24-26 novembre 2000), Paris, Société préhistorique française, p. 107-120.
- MAÍLLO J. M. (2002) – Tecnología lítica en el Auriñaciense Arcaico de Cueva Morín (Villanueva de Villaescusa, Cantabria), in F. Bon, J. M. Maíllo et D. Ortega (dir.), *En torno a los conceptos de Protoauriñaciense, Auriñaciense arcaico, inicial y antiguo: unidad y variabilidad de los comportamientos tecnológicos de los primeros grupos humanos en el sur de Francia y norte de España = Autour des concepts de Proto-Aurignacien, d'Aurignacien archaïque, initial et ancien: unité et variabilité des comportements techniques des premiers groupes d'hommes modernes dans le Sud de la France et le Nord de l'Espagne*, actes du colloque international (Toulouse, 27 février-1<sup>er</sup> mars 2003), Madrid, UNED (Espacio, Tiempo y Forma, 15), p. 87-116.
- MAÍLLO J. M. (2003) – *La transición Paleolítico Medio-Superior en Cantabria : análisis tecnológico de la industria lítica de Cueva Morín*, thèse de doctorat, Universidad de Madrid, 547 p.
- MAROTO J., SOLER N., FULLOLA J. M. (1996) – Cultural Change between Middle and Upper Palaeolithic in Catalonia, in E. Carbonell et M. Vaquero (dir.), *The Last Neandertals, the First Anatomically Modern Humans: A Tale about the Human Diversity, Cultural Change and Human Evolution: the Crisis at 40 ka BP*, Tarragone, Universitat Rovira i Virgili, p. 219-250.
- MELLARS P. (1989) – Major Issues in the Emergence of Modern Humans, *Current Anthropology*, 30, p. 349-385.
- MELLARS P. (1990) – *The Emergence of Modern Humans: an Archaeological Perspective*, Édinburgh, Edinburgh University Press, 555 p.
- MELLARS P., STRINGER C. (1989) – *The Human Revolution: Behavioural and Biological Perspectives in the Origins of Modern Humans*, Édinburgh, Edinburgh University Press, 800 p.
- NUZHNYI D. (1998) – The Preliminary Results of Experiments with Aurignacian Split Based Points Production, Hafting and Usage, *Préhistoire européenne*, 13, p. 117-132.
- OTTE M. (1977) – Les sagaies de l'Aurignaco-Périgordien en Belgique, in H. Camps Fabrer (dir.), *Méthodologie appliquée à l'industrie de l'os préhistorique*, actes du 2<sup>e</sup> Colloque international sur l'industrie de l'os dans la Préhistoire (abbaye de Sénanque, 9-12 juin 1976), Paris, CNRS (Colloques internationaux du CNRS, 568), p. 193-203.

- OTTE M. (1977) – *Le Paléolithique supérieur ancien en Belgique*, Bruxelles, Musées royaux d'Art et d'Histoire (Monographies 5).
- PEYRONY D. (1933) – Les industries « aurignaciennes » dans le bassin de la Vézère, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 30, p. 543-559.
- PEYRONY D. (1934) – La Ferrassie (Moustérien, Périgordien, Aurignacien), *Préhistoire*, 3, p. 1-92.
- PEYRONY D. (1935) – Le gisement Castanet, vallon de Castelmerle, commune de Sergeac (Dordogne). Aurignacien I et II, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 32, 9, p. 418-443.
- PROVENZANO N. (1998) – Objets à biseau distal unifacial avec débitage longitudinal pris sur bois de cervidé, in H. Camps-Fabrer (dir.), *Biseaux et tranchants*, Treignes, CEDARC (Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique, VIII), p. 43-50.
- RIGAUD A. (1984) – Utilisation du ciseau dans le débitage du bois de renne à La Garenne-Saint-Marcel (Indre), *Gallia Préhistoire*, 27, 2, p. 245-253.
- SHEA J. J. (2006) – The Origins of Lithic Projectile Point Technology: Evidence from Africa, the Levant, and Europe, *Journal of Archaeological Science*, 33, 6, p. 823-846.
- SHEA J. J. (1997) – Middle Paleolithic Spear Point Technology, in H. Knecht (dir.), *Projectile Technology*, New York, Plenum Press, p. 79-106.
- SHEA J. J. (2009) – The Impact of Projectile Weaponry on Late Pleistocene Hominin Evolution, in J. J. Hublin et M. Richards (dir.), *The Evolution of Hominin Diets*, Dordrecht, Springer, p. 189-199.
- SHEA J. J., SISK M. L. (2010) – Complex Projectile Technology and *Homo sapiens* Dispersal into Western Eurasia, *Paleo-Anthropology*, 2010, p. 100-122.
- SOLER SUBILS J., SOLER MASFERRER N., MAROTO J. (2008) – L'Arbreda's Archaic Aurignacian Dates Clarified, *Eurasian Prehistory*, 5, 2, p. 45-55.
- SORESSI M., MCPHERRON S. P., LENOIR M., DOGANĐŽIĆ T., GOLDBERG P., JACOBS Z., MAIGROT Y., MARTISIUS N. L., MILLER C. E., RENDU W., RICHARDS M., SKINNER M. M., STEELE T. E., TALAMO S., TEXIER J.-P. (2013) – Neanderthals Made the First Specialized Bone Tools in Europe, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110, 35, p. 14186-14190.
- SOULIER M.-C. (2013) – *Entre alimentaire et technique : l'exploitation animale aux débuts du Paléolithique supérieur. Stratégies de subsistance et chaîne opératoire de traitement du gibier à Isturitz, la Quina Aval, Roc de Combes et Les Abeilles*, thèse de doctorat, université Toulouse 2 – Le Mirail, Toulouse, 756 p.
- TARTAR É. (2009) – *De l'os à l'outil. Caractérisation technique, économique et sociale de l'utilisation de l'os à l'Aurignacien ancien. Étude de trois sites : l'abri Castanet (secteurs nord et sud), Brassempony (grotte des Hyènes et abri Dubalen) et Gatzarria*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, Paris, 308 p.
- TARTAR É., TEYSSANDIER N., BON F., LIOLIOS D. (2006) – Équipement de chasse, équipement domestique : une distinction efficace? Réflexion sur la notion d'investissement technique dans les industries aurignaciennes, in L. Astruc, F. Bon, V. Léa, P.-Y. Milcent et S. Philibert (dir.), *Normes techniques et pratiques sociales : de la simplicité des outillages pré- et protohistoriques*, actes du colloque international (Antibes, 20-22 octobre 2005), Antibes, APDCA, p. 107-117.
- TARTAR É. (2012) – The Recognition of a New Type of Bone Tools in Early Aurignacian Assemblages: Implications for Understanding the Appearance of Osseous Technology in Europe, *Journal of Archaeological Science*, 39, p. 2348-2360.
- TARTAR É., WHITE R. (2013) – The Manufacture of Aurignacian Split-Based Points: an Experimental Challenge, *Journal of Archaeological Science*, 40, 6, p. 2723-2745.
- TEJERO J.-M. (2010) – *La explotación de las materias duras animales en el Paleolítico superior inicial. Una aproximación tecno-económica a las producciones óseas auriniacienses en la Península Ibérica*, thèse de doctorat, Universidad de Madrid, 2 vol., 463 et 295 p.
- TEJERO J.-M. (2013) – *La explotación de las materias óseas en el Auriniaciense. Caracterización tecnoeconómica de las producciones del Paleolítico superior inicial en la Península Ibérica*, Oxford, Archaeopress (BAR, International Series 2469), 275 p.
- TEJERO J.-M. (2014) – Towards Complexity in Osseous Raw Material Exploitation by the First Anatomically Modern Humans in Europe: Aurignacian Antler Working, *Journal of Anthropological Archaeology*, 36, p. 72-92.
- TEJERO J.-M. (2016) – Spanish Aurignacian Projectile Points. An Example of the First European Palaeolithic Hunting Weapons in Osseous Material, in M. Langley (dir.), *Osseous Projectile Weaponry: Towards an Understanding of Pleistocene Cultural Variability*, Dordrecht, Springer, p. 55-69.
- TEJERO J.-M., CHRISTENSEN M., BODU P. (2011) – La fabricación de soportes en asta de cervido en el Auriniaciense. Una aproximación experimental para la comprensión del procedimiento de hendido en asta de ciervo, in A. Morgado, J. Baena Preysler et D. García González (dir.), *La investigación experimental aplicada a la Arqueología*, actes du colloque international (Malaga, 26-28 novembre 2008), Grenade, Universidad de Granada, p. 213-223.
- TEJERO J.-M., CHRISTENSEN M., BODU P. (2012) – Red Deer Antler Technology and Early Modern Humans in Southeast Europe: an Experimental Study, *Journal of Archaeological Science*, 39, 2, p. 332-346.
- TEJERO J.-M., GRIMALDI S. (2015) – Assessing Bone and Antler Exploitation at Proto- and Early Aurignacian Levels of Riparo Mochi (Italy). Implications for the Characterization of the Aurignacian in South-Western Europe, *Journal of Archaeological Science*, 61, p. 59-77.
- TEJERO J.-M., MARDER O., BARZILAI O., HERSHKOVITZ I., YESHURUN R., SCHNELLER-PELS N., BAR-OZ G. (2016) – Osseous Industry from Manot Cave (Western Galilee, Israel). Seeking to Reconstitute the Operational Sequences of Bone and Antler Exploitation at the Early Upper Palaeolithic in Levant, *Quaternary International*, 403, 1, p. 90-106.

- TEYSSANDIER N. (2007) – *En route vers l'Ouest. Les débuts de l'Aurignacien en Europe*, Oxford, Archaeopress (BAR, International Series 1638), 312 p.
- TEYSSANDIER N. (2008) – Revolution or Evolution: The Emergence of the Upper Paleolithic in Europe, *World Archaeology*, 40, p. 493-519.
- TEYSSANDIER N., BON F., BORDES J.-G. (2010) – Within Projectile Range: Some Thoughts on the Appearance of the Aurignacian in Europe, *Journal of Anthropological Research*, 66, p. 209-229.
- WHITE R. (2007) – Systems of Personal Ornamentation in the Early Upper Palaeolithic: Methodological Challenges and New Observations, in P. Mellars, O. Bar-Yosef et C. Stringer (dir.), *Rethinking the Human Revolution: New Behavioral and Biological Perspectives on the Origin and Dispersal of Modern Humans*, Cambridge, McDonald Institute for Archaeological Research, p. 287-302.
- WOOD R. E., BERNALDO DE QUIRÓS F., MAÍLLO F., TEJERO J.-M., NEIRA A., HIGHAM T. F. G., (2018) – El Castillo, Northern Spain, and the Transitional Aurignacian Using Radiocarbon Dating to Assess Site Taphonomy, *Quaternary International*, 474 (A), p. 56-70.
- WOOD R. E., ARRIZABALAGA A., CAMPS M., FALLON S., IRIARTE-CHIAPUSSO M. J., JONES R., MAROTO J., DE LA RASILLA M., SANTAMARÍA D., SOLER J., SOLER N., VILLALUENGA A., HIGHAM T. F. G. (2014) – The Chronology of the Earliest Upper Palaeolithic in Northern Iberia: New Insights from L'Arbreda, Labeko Koba and La Viña, *Journal of Human Evolution*, 69, p. 91-109.
- ZILHÃO J. (2006) – Chronostratigraphy of the Middle-to-Upper Paleolithic Transition in the Iberian Peninsula, *Pyrenae*, 37, 1, p. 7-84.
- ZILHÃO J., D'ERRICO F. (1999) – The Chronology and Taphonomy of the Earliest Aurignacian and its Implications for the Understanding of Neandertal Extinction, *Journal of World Prehistory*, 13, 1, p. 1-68.

**José-Miguel TEJERO**

UMR 7041 ArScAn, Ethnologie préhistorique  
MAE, 21, allée de l'Université  
F-92023 Nanterre cedex  
et Seminari d'Estudis  
i Recerques Prehistòriques (SERP)  
Universitat de Barcelona  
C/ Montalegre 6-8  
E-08001 Barcelona  
jose-miguel.tejero@mae.cnrs.fr

**Marianne CHRISTENSEN**

Université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne  
UMR 7041 ArScAn, Ethnologie préhistorique  
3, rue Michelet  
F-75006 Paris  
marianne.christensen@univ-paris1.fr

**Pierre BODU**

UMR 7041 ArScAn, Ethnologie préhistorique  
MAE, 21, allée de l'Université  
F-92023 Nanterre cedex  
pierre.bodu@cnrs.fr



« À coup d'éclats! »

*La fracturation des matières osseuses en Préhistoire :*

*discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*

Actes de la séance de la Société préhistorique française de Paris (25 avril 2017)

Textes publiés sous la direction de Marianne CHRISTENSEN et Nejma GOUTAS

Paris, Société préhistorique française, 2018

(Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 119-138

www.prehistoire.org

ISSN : 2263-3847 – ISBN : 2-913745-74-1

## La fracturation du bois de renne à l'Aurignacien

### Mise en évidence d'une nouvelle modalité d'exploitation impliquant la percussion directe

Élise TARTAR

**Résumé :** Dès le début du XX<sup>e</sup> siècle, les préhistoriens menant des recherches sur l'Aurignacien reconnaissent l'emploi du fendage sur le bois de renne. Il faut toutefois attendre la fin des années 1990 pour que soit menée une étude technologique approfondie sur le débitage du bois de renne pour ce contexte. À partir de l'étude de plusieurs séries, en particulier celle issue des fouilles de Denis Peyrony à l'abri Castanet (secteur nord), et de reconstitutions expérimentales, Despina Liolios confirme l'emploi du fendage sur bois de renne, qu'elle intègre au sein d'un procédé, « le refend » (production de tronçons par débitage transversal des perches, puis division longitudinale des tronçons par fendage au coin). Le refend est alors considéré comme le seul procédé de débitage employé pour l'obtention de supports baguettaires à l'Aurignacien. Au cours des années 2000, l'étude de nouvelles séries aurignaciennes va toutefois permettre l'identification de vestiges dont les caractéristiques attestent de l'emploi d'une autre technique de fracture (*sensu* Christensen, 2016) pour le débitage des bois : la percussion directe. Parmi ces séries, figure l'industrie provenant des fouilles récentes de l'abri Castanet (secteur sud, dir. Jacques Pelegrin et Randall White, puis Randall White). D'autres vestiges dont la production fait intervenir la même technique ont été également repérés au sein de l'industrie provenant des fouilles anciennes du site (secteur nord). Parce qu'ils remettaient en cause l'exclusivité de l'emploi du refend, ces indices de percussion directe nous ont incité à entreprendre une réévaluation du système d'exploitation du bois de renne à l'abri Castanet.

L'étude des caractéristiques morpho-techniques des produits du débitage a permis de confirmer qu'au moins une partie d'entre eux relevaient bien d'un débitage par fracturation *lato sensu* ayant impliqué la percussion directe. Cette technique a également été employée au cours du façonnage, lors d'une première étape de mise en forme des supports. Faute d'une conservation satisfaisante des vestiges, la dynamique globale d'exploitation des bois est toutefois encore floue et devra nécessiter le recours à des reconstitutions expérimentales pour être affinés.

**Mots-clés :** Aurignacien ancien, bois de renne, débitage, percussion directe, fendage, refend, éclatement.

**Abstract:** As early as the beginning of the early 20th century the prehistorians who had carried out research on Aurignacian assemblages identified the use of splitting on reindeer antlers, but it was not until the late 1990s that in-depth technical analysis of worked antler objects from the Aurignacian was undertaken. Based on the study of several archaeological assemblages, more particularly the one stemming from Denis Peyrony's excavations at the Castanet rock shelter (northern sector) and on experimental reconstructions, Despina Liolios confirmed the use of splitting on antler and identified it as part of a procedure, known as the 'splitting and wedging procedure' (the production of sections by transverse cutting of the beam, followed by longitudinal division of the sections by splitting/wedging). The 'splitting and wedging procedure' (*refend*) was then considered as being the only method used by the Aurignacian people to produce elongated rod-shaped antler blanks (*baguettes*). However, during the 2000s the study of new Aurignacian assemblages made it possible to identify artefacts the characteristics of which attest to the use of different fracturing technique (*sensu* Christensen, 2016) for antler processing: direct percussion. Among these assemblages the one stemming from the recent excavation carried out at the Castanet rock shelter (southern sector, directed by Jacques Pelegrin and Randall White, followed by Randall White) is notable. Other artefacts which were produced using the same technique were also identified amongst the assemblages stemming from the early 20th century excavations (northern sector) of the site. Because they call into question the exclusivity of the use of the 'splitting and wedging procedure', these indications for the use of direct percussion prompted us to undertake a reassessment of the reindeer antler exploitation systems at the Castanet rock shelter.

The study of morpho-technical characteristics of antler blanks confirmed that at least some were indeed a result of *lato sensu* fracturing involving direct percussion. This technique was also used as a first step in the initial shaping of objects. However, in the absence of



sound conservation of the archaeological remains, the overall dynamics of antler exploitation remains unclear, and will require the use of experimental reconstruction to be refined.

**Keywords:** Early Aurignacian, reindeer antler, debitage, direct percussion, splitting and wedging procedure (*refend*), breaking by direct percussion.

## LE DÉBITAGE DU BOIS DE CERVIDÉ À L'AURIGNACIEN : HISTORIQUE DES RECHERCHES ET DÉCOUVERTE RÉCENTE

### L'hypothèse du fendage

Dès le début du <sup>xx</sup>e siècle et les premières fouilles de niveaux aurignaciens, plusieurs préhistoriens vont constater que les déchets de fabrication en matières osseuses, en particulier ceux en bois de cervidés, ne portent pas de traces de rainurage comme les vestiges d'occupations paléolithiques plus récentes, mais des pans de fracture lisses et réguliers, rapportés communément à un débitage par fracturation au sens large (le thème « Ressources animales » propose en effet de redéfinir ce terme de manière plus restrictive, voir Goutas et Christensen, ce volume). L'association de ces déchets avec des pièces intermédiaires biseautées (coins et ciseaux) va conduire, par analogie avec le travail du bois végétal, à émettre l'hypothèse d'un débitage par « percussion indirecte linéaire » ou fendage du bois de cervidé. Dans sa publication consacrée aux fouilles de l'abri Castanet, Denis Peyrony écrit ainsi que :

« les gros ciseaux ou coins [...] paraissent avoir servi à fendre du bois, de l'os, de l'ivoire ou du bois de Renne. C'est avec des coins en bois que nos bûcherons débitent en long de petits troncs d'arbres et avec des coins en fer et en acier que les carriers mettent en pièces la pierre calcaire, le marbre et le granit. Le débitage au burin par rainures profondes longitudinales paraît ne s'être pratiqué, dans la vallée de la Vézère, qu'à l'extrême fin de l'Aurignacien, et surtout au Magdalénien (Peyrony, 1935, p. 427). »

Le débitage par fendage du bois de cervidé à l'Aurignacien est une hypothèse qui va perdurer jusqu'à la fin du <sup>xx</sup>e siècle. Ainsi, Christiane Leroy-Prost suppose « l'éclatement du bois et de l'os [...] par l'intermédiaire d'un ciseau ou d'un coin » (Leroy-Prost, 1975, p. 76), Heidi Knecht écrit : « Wedges were used for the longitudinal splitting of long segments of antler and ivory » (Knecht, 1993, p. 157) et Harvey M. Bricker défend « ... la technique au coin où l'os et le bois renne sont fendus en longueur à l'aide de coins, eux-mêmes en os et en bois » (Bricker, 1995, p. 193). L'hypothèse du fendage emporte l'adhésion de tous. Seuls Joseph et Jean Vézian semblent avoir envisagé l'emploi d'une autre technique (Vézian et Vézian, 1966). S'ils parlent de « fendre les tronçons », l'action telle qu'elle est décrite (« porter avec le percuteur des coups sur l'extrémité des tronçons ») et les produits

obtenus (« éclats longitudinaux ») pourrait également évoquer la percussion directe (Vézian et Vézian, 1966, p. 49).

### Premières reconstitutions expérimentales : le procédé du refend

Despina Liolios va être la première à entreprendre des reconstitutions expérimentales sur le fendage du bois de renne, à la fin des années 1990, dans le cadre de sa recherche doctorale consacrée au travail des matières osseuses à l'Aurignacien (Liolios, 1999). À ce stade, les connaissances sur la fracturation du bois de cervidé sont encore très limitées et le fendage apparaît encore comme la seule technique applicable au bois de renne pour la production de supports baguettaires (appellation correspondant à l'éclat baguettaire dans Goutas et Christensen, ce volume). De fait, si dès les années 1970, Jacques Allain, André Rigaud et leurs collègues documentent l'éclatement du bois de renne au sein des niveaux badegouliens de l'abri Frisch, la méthode de débitage, décrite comme « brutale et primitive », passe pour une excentricité badegoulienne, tout à fait originale et exceptionnelle (Allain *et al.*, 1974, p. 67). Despina Liolios va ainsi entreprendre ses expérimentations moins pour démontrer l'emploi du fendage, que pour tester la technique afin de la comprendre et de la replacer dans le système d'exploitation du bois de renne.

Les tests de fracturation vont porter sur trente-trois bois de renne (12 bois de mâles et 21 bois de femelles), présentant différents états de fraîcheur (Liolios, 1999, p. 87). Le fendage sagittal des tronçons est testé en ayant recours à deux types de percussion : premièrement, la percussion lancée sur enclume (arête tranchante d'un bloc de silex) et, deuxièmement, la percussion indirecte avec d'une part, un outil intermédiaire conique inséré dans la *spongiosa*, et d'autre part un ciseau en buis à extrémité biseautée de largeur égale ou supérieure au diamètre du tronçon à débiter. C'est la percussion indirecte à l'aide du coin en buis qui apparaît la plus efficace et la plus sûre. Placé dans le prolongement du tronçon à fendre, l'outil biseauté permet à la fois d'initier la fente à l'extrémité du tronçon et de conduire la ligne de fracture en maintenant le contact avec le point de séparation des fibres (Liolios, 1999, p. 91). Despina Liolios définit ainsi le procédé du « refend » qui consiste en un tronçonnage du bois de renne, suivi d'une bipartition des tronçons par fendage sagittal (Liolios, 1999, 2003 et 2006 ; ici : fig. 1). Cette dernière étape peut s'effectuer en deux temps : la production d'hémi-tronçons (bipartition primaire) qui peuvent être divisés à nouveau pour obtenir des quarts de tronçons (bipartition secondaire).

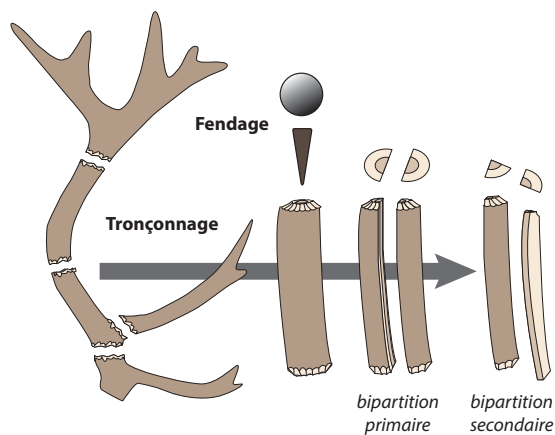
Lorsque le fendage est parfaitement maîtrisé, les supports obtenus présentent un contour quadrangulaire et des

extrémités ayant conservé les stigmates du sectionnement antérieur des tronçons (Liolios, 1999). Les pans de fracture sont lisses et réguliers, situés dans un même pan de fente sur les héli-tronçons, et à plus ou moins 90° sur les quarts de tronçons. Despina Liolios insiste toutefois sur la difficulté qu'il y a à contrôler la propagation de la ligne de fracture et donc la morphologie des supports obtenus (contour, délimitation et orientation des pans de fracture). La ligne de fracture tend à suivre les fibres osseuses, « tourner » autour du tronçon et produire des supports vrillés. Elle peut également s'échapper latéralement, sans gagner l'extrémité opposée, et donner des supports réfléchis. Pour l'éviter, une alternative consiste à retourner le tronçon pour initier une nouvelle ligne de fracture à l'extrémité opposée et à la prolonger jusqu'à atteindre la ligne précédente. Ce débitage bipolaire (deux plans de fente opposés) produit des supports aux pans de fracture à double orientation (Liolios, 1999).

Confrontant ces données expérimentales au matériel archéologique de Geißenklösterle (niveaux II et III), La Quina (station aval, couche 3), l'abri Castanet (secteur nord, couche A) et Isturitz (salle Saint-Martin, niveau SIII), Despina Liolios voit des correspondances ce qui la conforte dans l'idée que le fendage est bien la technique employée pour la production de supports allongés qu'elle nomme baguettes. Étant donné la composition des corpus étudiés (peu de vestiges en bois de cervidé à Geißenklösterle, étude centrée sur les pointes à base fendue à La Quina et Isturitz), c'est toutefois essentiellement sur le matériel du secteur nord de l'abri Castanet que se basent ses comparaisons.

### Indices d'emploi de la percussion directe sur le bois de renne

Au cours des années 2000, l'étude de nouvelles séries aurignaciennes conduit à l'identification de vestiges en bois de renne dont les caractéristiques attestent l'emploi d'une autre technique de fracture (*sensu* Christensen, 2016) pour



**Fig. 1** – Procédé du refend selon Liolios, 1999.

**Fig. 1** – The 'splitting and wedging' procedure after Liolios, 1999.

le débitage des bois : la percussion directe. Au sein de l'industrie de la grotte des Hyènes à Brassempouy, Jean-Marc Pétilion identifie ainsi une douzaine « d'éclats » dont un portant « un point d'impact indiquant que son détachement a été effectué au moyen d'une percussion orientée perpendiculairement à la surface du bois, selon une technique également attestée au Badegoulien » (Pétilion, à paraître, p. 12; ici : fig. 2). Par la suite, différents vestiges en bois de renne obtenus par percussion directe vont être repérés dans d'autres séries, bien qu'en nombre toujours limités (notamment à Gatzarria et à la grotte de la Verpillière I; Tartar et Heckel, 2015; obs. pers). Contre toute attente, l'étude du matériel issu des nouvelles fouilles conduites à l'abri Castanet (cf. *infra*, secteur sud) va permettre d'en identifier un nombre plus conséquent (Tartar, 2012). Des vestiges supplémentaires vont être également repérés au sein de l'industrie des fouilles anciennes (secteur nord). Parce qu'ils remettaient en cause l'exclusivité de l'emploi du refend, les indices de percussion directe relevés à l'abri Castanet nous ont incité à entreprendre une réévaluation du système d'exploitation du bois de renne. Cet article tente de faire le point sur le rôle de cette technique en regard du fendage dans la transformation du bois de renne par les Aurignaciens de l'abri Castanet.

## CORPUS D'ÉTUDE

### L'abri Castanet

L'abri Castanet fait partie de l'ensemble des sites archéologiques du vallon de Castel-Merle, situé sur la commune de Sergeac en Dordogne, et débouchant sur la rive gauche de la Vézère (fig. 3). Sur le versant est du vallon, l'abri aujourd'hui effondré occupe une longue terrasse rocheuse qu'il partage avec l'abri Blanchard situé 25 m plus au nord.

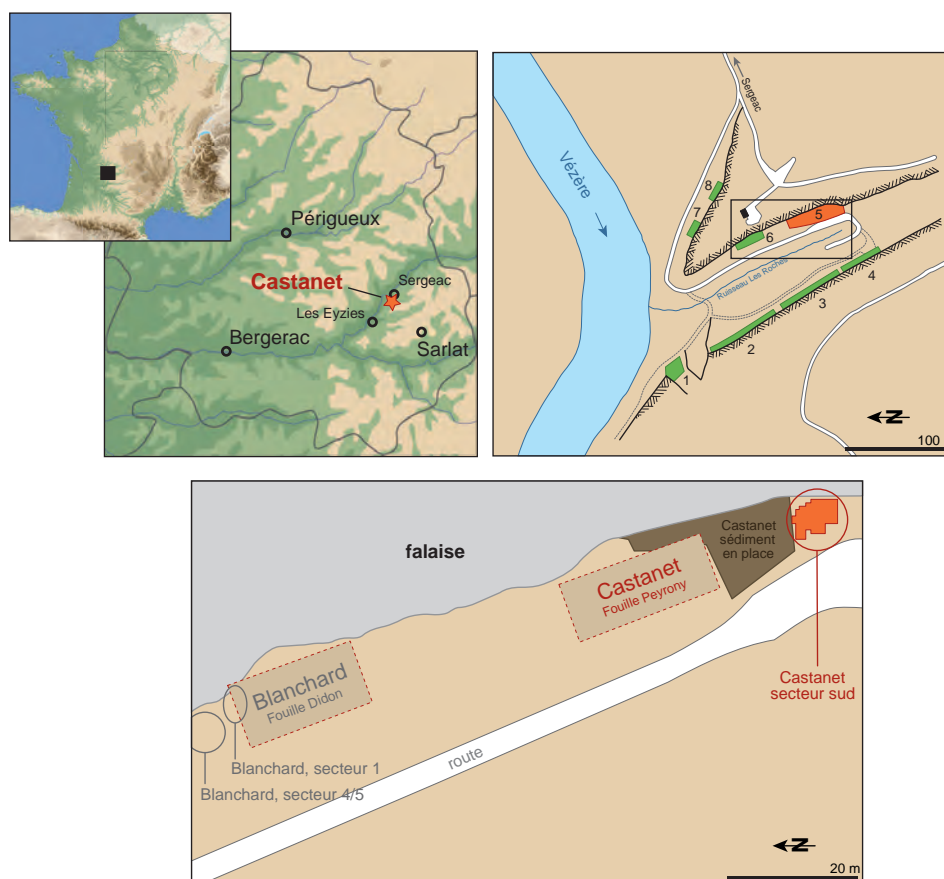
Marcel Castanet fouille l'abri Castanet pour le compte de Denis Peyrony, entre 1911 et 1912 et à la fin des années 1924 et 1925 sur une superficie estimée à 120 m<sup>2</sup>. Denis Peyrony distingue deux couches archéologiques, la couche A en contact du substrat rocheux, séparée de la couche C par un niveau stérile (B). La couche A, très riche, est attribuée à l'Aurignacien I sur la présence de lames aurignaciennes et de nombreuses pointes à base fendue. C'est l'industrie osseuse de cette couche que Despina Liolios (Liolios, 1999) étudiera dans le cadre de sa thèse. La couche C, beaucoup plus pauvre est attribuée à l'Aurignacien II sur la présence de deux pointes losangiques.

En 1995, un nouveau secteur de fouille de 25 m<sup>2</sup> est ouvert, 10 m plus au sud. Cette opération, dirigée par Jacques Pelegrin et Randall White jusqu'en 1998<sup>(1)</sup> puis par Randall White de 2005 à 2010, permet de retrouver l'équivalent de la couche A, divisée en une quinzaine d'unités stratigraphiques. Son attribution à l'Aurignacien ancien est confirmée avec une série de dates <sup>14</sup>C avoisinant les 32400 BP (non calibré; White *et al.*, 2012). Le niveau correspond à une succession d'occupations de type résidentiel, effectuées au cours de la saison froide (Pike-Tay,



**Fig. 2** – Éclat en bois de renne des niveaux aurignaciens de la grotte des Hyènes (Brasempouy, Landes) montrant un point d'impact (pièce BD4 611, US 2C, d'après Pétillon, à paraître, fig. 5).

**Fig. 2** – Aurignacian reindeer antler flake from the Hyènes Cave (Brasempouy, Landes) showing an impact point (artefact BD4 611, US 2C, after Pétillon, in press, fig. 5).



**Fig. 3** – Localisation de l'abri Castanet et plan des deux secteurs de fouilles (modifié d'après Chiotti *et al.*, 2015, fig. 2, p. 79; DAO L. Chiotti).

**Fig. 3** – Location of the Castanet rock shelter and map of the two excavations sectors (modified after Chiotti *et al.*, 2015, fig. 2 p. 79; CAD Laurent Chiotti).

1998 ; White *et al.*, 2017). Les occupants ont orienté leurs chasses principalement sur le renne, dont les carcasses ont été introduites entières sur le site (Castel, 2011). La composition des industries lithiques et osseuses reflète la réalisation d'un large registre d'activités : fabrication d'armatures de chasse lithiques (production lamellaire) et osseuses (pointes à base fendue), fabrication de perles en panier en ivoire, confection et entretien de l'outillage domestique, traitement des peaux, etc. (White, 2007 ; Tartar, 2009 ; Tartar et White, 2013 ; Chiotti *et al.*, 2015).

### Constitution du corpus

Notre corpus d'étude comprend des vestiges provenant du secteur sud et du secteur nord de l'abri (tabl. 1). Pour le secteur sud, il réunit l'ensemble des vestiges en bois de renne travaillés, soit 168 pièces. En l'absence de stigmates techniques indubitables, 277 vestiges ont été écartés. Il s'agit de vestiges possédant uniquement des pans de fracture récents, post-dépositionnels ou non diagnostiques. L'importante fragmentation a pu empêcher l'identification des stigmates techniques, mais le renne représentant 90 % des restes osseux mis au jour dans le secteur sud, une partie des vestiges écartés pourraient être des sous-produits de la chasse : introduits sur le site avec les rennes capturés et abandonnés sur place sans avoir été exploités. Notre corpus inclut également une soixantaine de pièces provenant du secteur nord du site, correspondant à une sélection des produits de débitage bruts ou légèrement façonnés les mieux conservés (tabl. 1). Si notre étude s'appuie princi-

palement sur le matériel du secteur sud de l'abri, les vestiges du secteur nord ont permis de compléter les données relatives à la production des supports baguettaires.

### État de conservation

D'une façon générale, l'état de conservation des matières osseuses à l'abri Castanet est plutôt médiocre. Au même titre que les restes du squelette interne (Castel, 2011), les vestiges en bois de renne du secteur sud sont marqués par une dissolution des surfaces spongieuses, une desquamation des surfaces corticales et une érosion parfois importante des bords (aspect poudreux). Surtout, les vestiges ont particulièrement souffert de la fragmentation post-dépositionnelle, liée en grande partie à l'effondrement de l'abri. Si des raccords ont été systématiquement recherchés, le taux de fragmentation des vestiges n'en reste pas moins important. Ces différentes altérations s'observent également sur les vestiges du secteur nord du site. Les pièces de ce secteur intégrées au corpus offrent toutefois un meilleur état de conservation général.

## LE BOIS DE RENNE

### Module des bois exploités

L'étude morphométrique des vestiges en bois de renne travaillés de Castanet-sud, et en particulier le rapport entre

Industrie en bois de renne	Castanet sud	Castanet nord	TOTAL
<b>Objets finis</b>			
Pointes à base fendue	10		10
Pointes indet. (Fragments)	11		11
Outils intermédiaires	7		7
Objets à extrémité mousse	2		2
Élément récepteur	1		1
Objets indéterminés (fragments)	8		8
<b>Ébauches</b>			
Ébauches de pointe	3		3
<b>Éclats / produits baguettaires</b>			
Produits bruts de débitage	68	26	94
Produits en cours de mise en forme	15	6	21
<b>Déchets</b>			
Déchets de débitage	16	5	21
Déchets de mise en forme	12		12
Pièces à languette	5	32	37
<b>Autres</b>			
Bâtonnets	6		6
<b>TOTAL</b>	<b>164</b>	<b>69</b>	<b>233</b>

**Tabl. 1** – Composition du corpus d'étude.

**Table 1** – Composition of the studied sample.

tissus compact et spongieux, indique que les occupants du site ont privilégié les bois de modules moyen et gros pour la confection de leur industrie (tabl. 2). Si le nombre d'indéterminés est relativement important en raison de la fragmentation importante des vestiges, ces modules représentent tout de même 52 % des pièces travaillées et 96 % des pièces qui ont pu être attribuées à un module. Les bois de renne de gros module renvoient sans ambiguïté à des bois de mâles adultes (Averbouh, 2000). Les bois de module moyen constituent en revanche une catégorie mixte pouvant correspondre à des bois de femelles adultes comme à ceux de jeunes mâles (Averbouh, 2000).

La transformation de bois de petit module est, quant à elle, attestée par la présence de trois parties basilaires de bois de massacre, sectionnées au départ de la perche A (par percussion directe, flexion ou sciage). En l'absence de tout autre élément d'industrie rapportable à ce module, cette opération ne relève peut-être pas d'un débitage au sens strict du terme. Il est possible en effet qu'elle ait eu pour objectif de se délester des bois, afin de faciliter le transport ou le traitement boucher des rennes abattus. Ajoutons que parmi les nombreux vestiges en bois de renne sans stigmates techniques indubitables (cf. *supra*), figure une vingtaine de vestiges de petit module dont cinq bois de massacre. Ces données suggèrent que les bois de petits modules provenant des rennes abattus et introduits sur le site ont été délaissés au profit de bois de moyen et gros modules, pour lesquels les modes d'acquisition et d'introduction sur le site restent à déterminer.

### Acquisition et introduction sur le site

Seule l'étude des parties basilaires permet théoriquement de statuer sur le mode d'acquisition des bois (bois de massacre *via* la chasse, bois de chute *via* la collecte). Exception faite des bois de petit module évoqués plus haut, à Castanet-sud on ne dénombre qu'une seule partie basilaire. Sectionnée par entaillage quelques centimètres au-dessus de la meule et au départ de l'andouiller d'œil, elle provient d'un bois de chute de gros module. Ce déficit en parties basilaires, constaté également dans le secteur nord du site (Liolios, 1999) et qui s'observe dans la plupart des sites aurignaciens, touche également les déchets d'élagage (rares andouillers, absence d'empau-

mure, cf. *infra*). La fouille ayant livré plusieurs bois de massacre de petit module, un problème de conservation paraît difficile à invoquer, surtout pour les parties basilaires particulièrement denses.

L'exploitation de bois de massacre apparaît peu probable. Les données archéozoologiques supposent en effet que les différentes parties des rennes chassés ont été ramenées sur le site (Castel, 2011). Dans ce cas, à moins d'envisager un déplacement ou une destruction volontaire par les Aurignaciens, les déchets d'exploitation de bois de moyen et gros modules, notamment les parties basilaires de massacre, auraient dû être retrouvés à la fouille. En outre, les analyses cémento-chronologiques conduites par Anne Pike-Tay (Pike-Tay, 1998) et William Rendu (White *et al.*, 2017) situent l'occupation du site pendant la saison froide (entre décembre et mai) dont le début coïncide avec la période de mue des rennes mâles (jeunes et adultes). L'exploitation de bois de chute apparaît dès lors comme l'hypothèse la plus vraisemblable. Les Aurignaciens avaient la possibilité de collecter des bois de chute de moyen et gros modules : au début de l'occupation, pendant la période de mue des mâles (jeunes et adultes), voire en fin d'occupation au moment de la mue des femelles non gravides (Spiess, 1979). Le faible nombre de déchets d'exploitation pourrait alors s'expliquer par le fait que les premières étapes du débitage se soient effectuées hors du site, éventuellement sur le lieu même de collecte, comme cela a été avancé pour d'autres contextes (Pétillon et Averbouh, 2012).

En somme, malgré la rareté des parties basilaires, il semble que les Aurignaciens de Castanet aient délaissé les bois de petits modules introduits fortuitement sur le site sur le crâne des rennes chassés, au profit de bois de plus gros modules, récupérés vraisemblablement par collecte et élagués avant leur introduction sur le site.

## LE DÉBITAGE

### Élagage

Cette opération, qui consiste à éliminer les parties périphériques non exploitées du bois, est attestée par de rares

Modules	Parties basilaires		Produits sur tronçons	Produits baguettaires	Total
	Chute	Massacre			
Petit	–	3	–	–	3
Moyen	–	–	–	6	6
Moyen/gros	–	–	1	30	31
Gros	1	–	3	45	49
Indéterminé	–	–	13	62	75
Total	1	3	17	143	164

**Tabl. 2** – Module des bois de renne exploités.

**Table 2** – Worked reindeer antlers by size-class.

déchets à Castanet-sud : sur andouillers d'œil et de glace (n = 5) et sur chevillure (n = 1), auxquels s'ajoute la base d'un bois de chute de gros module. Le sectionnement s'est fait par entaillage suivi d'une percussion ou d'une flexion. Les bois de petits diamètres ont parfois été préparés par sciage ou le plus souvent sectionnés directement par percussion ou flexion. Comme évoqué précédemment, le faible nombre de déchets et l'absence de restes d'empaumure pourraient indiquer que l'opération s'est effectuée principalement en dehors du site.

### L'équipement sur tronçons

Quatre objets ont été réalisés sur tronçons. C'est le cas notamment de deux pièces biseautées (coins), l'une sur perche A et l'autre sur andouiller de glace portant les stigmates d'un sectionnement perpendiculaire par entaillage en partie proximale et d'une percussion directe en partie distale. Les données disponibles ne permettent pas de déterminer si ces outils ont été produits sur place ou introduits sur le site à l'état d'objets finis.

### L'équipement sur supports baguettaires

La majorité de l'équipement du secteur sud a été réalisée à partir de supports allongés et plats, aux bords plus ou moins parallèles nommés « baguettes » par Despina Liolios mais que nous appellerons ici « supports baguettaires » (cf. Goutas et Christensen, ce volume). Cela inclut l'ensemble des pointes de projectile (n = 21), deux pièces biseautées, un objet à pointe mousse et huit fragments d'objets indéterminés. Différentes catégories de déchets attestent de leur production sur place.

#### *Fendage vs percussion directe ?*

À la différence des « techniques de coupe » (Christensen, 2016), comme le rainurage ou le sciage qui laissent des stigmates bien caractéristiques sur les produits du débitage, les techniques de fracture sont plus difficiles à distinguer. Les pans de fracture obtenus par fendage et par percussion directe sont morphologiquement très semblables (délimitation, aspect) et seuls les stigmates laissés par l'outil utilisé lors de la fracturation permettraient théoriquement de les différencier sans ambiguïté. Pour le fendage sagittal, il s'agit de l'empreinte du coin inséré à l'extrémité du tronçon en bois de renne. Mais l'expérimentation a montré que l'outil laissait peu de traces ou si discrètes que leur conservation sur les pièces archéologiques reste hypothétique (Liolios, 1999 ; Tejero *et al.*, 2012). Ce n'est pas le cas en revanche des entailles laissées par le tronçonnage qui a précédé le fendage. Les vestiges en bois de renne de notre corpus ne comprenant aucun tronçon brut de débitage, ces stigmates techniques doivent être recherchés à l'extrémité des produits baguettaires (cf. *infra*). Concernant la percussion directe, le stigmate caractéristique est le point d'impact. Compte tenu du caractère élastique du bois de renne, les points d'impact y sont généralement moins marqués que sur l'os et

l'ivoire et donc plus difficiles à repérer. Ils sont à rechercher le long des pans de fracture latéraux (cf. *infra*).

### Extrémités des produits baguettaires

L'importante fragmentation post-dépositionnelle subie par les vestiges en bois de renne a limité notre observation des extrémités des produits. Elle a été réalisée sur un échantillon de 53 pièces provenant de Castanet-sud (n = 23) et de Castanet-nord (n = 30), dont certaines incomplètes : l'échantillon analysé totalise ainsi 74 extrémités et 21 produits entiers.

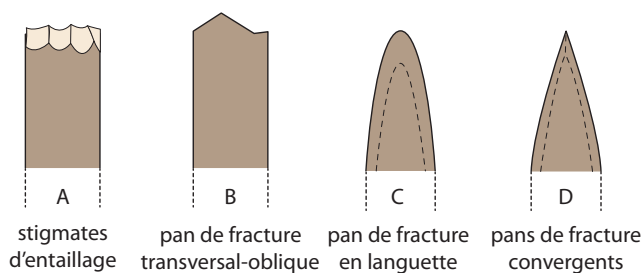
Le tronçonnage, préalable indispensable au fendage du bloc secondaire a fait appel à deux registres de techniques. Le premier combine l'entaillage et la flexion. Ce procédé apparaît le plus approprié puisqu'il permet un travail précis, et notamment de bien contrôler l'orientation des extrémités du tronçon par rapport à son axe d'allongement, un facteur déterminant pour la réussite du fendage sagittal. Il contribue également à amincir l'épaisseur de tissu compact à l'extrémité des tronçons, ce qui facilite l'insertion du coin et l'initiation de la ligne de fracture. Après le fendage, les produits obtenus conservent les stigmates d'entaillage à leurs extrémités. Le sectionnement des bois peut, théoriquement, s'effectuer aussi par percussion directe transversale mais le résultat est, dans ce cas, beaucoup moins régulier. Les extrémités des produits obtenus à l'issue du fendage présentent alors des pans de fracture perpendiculaires ou légèrement obliques.

Ces deux types d'extrémités – avec traces d'entaillage (type A) ou avec pans de fracture perpendiculaires ou légèrement obliques (type B) – sont bien représentés au sein de l'échantillon de pièces considérées, avec respectivement trente et quatorze extrémités (fig. 4 ; tabl. 3). Mais bien que compatibles avec le refend, elles ne peuvent constituer une preuve de son emploi. Car en effet, les extrémités portant des traces d'entaillage (type A) affichent des épaisseurs de tissu compact importantes (comprises entre 6 et 9 mm) impliquant que cet entaillage a été pratiqué sur des bois de gros module au départ de la perche A. Or le sectionnement du bois dans cette région ne résulte pas nécessairement de la production de tronçons destinés à être fendus (production baguettaire) mais relève avant tout de la suppression des parties basilaires. De leurs côtés, les pans de fracture transversaux perpendiculaires ou légèrement obliques (extrémités de type B) sont peu caractéristiques puisqu'ils peuvent résulter d'actions et d'objectifs très divers (tronçonnage ou sectionnement par flexion des supports pour une mise à longueur par exemple).

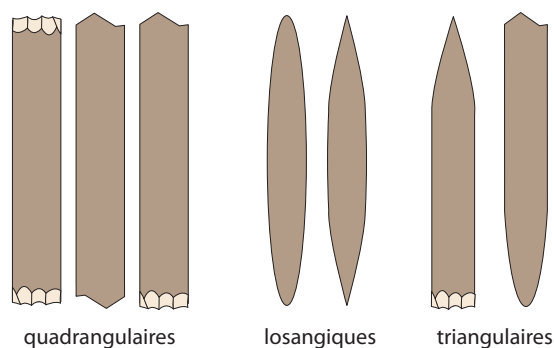
Parmi les produits baguettaires entiers (n = 21), seuls cinq possèdent des extrémités de type A ou B (A/A, A/B ou B/B). Autrement dit, ces produits de contour quadrangulaire (fig. 5, n<sup>os</sup> 3 et 4), qui sont les plus compatibles avec le refend, sont minoritaires. Un seul porte des traces d'entaillage aux deux extrémités (A/A).

Parmi l'échantillon de pièces considérées, deux autres types d'extrémités sont représentés : les extrémités formées d'un pan de fracture en languette (type C) et celles dont les pans de fracture latéraux convergent pour former une pointe

## a) Extrémités des produits baguettaires



## b) Morphologie des produits baguettaires



**Fig. 4** – Les produits baguettaires : types d'extrémités et caractéristiques morphologiques.

*Fig. 4* – The rod-shaped antler blanks: types of ends and morphological characteristics.

a) Extrémités des produits baguettaires	Castanet sud	Castanet nord	TOTAL
Type A	6	24	30
Type B	9	5	14
Type C	21	3	24
Type D	1	5	6
TOTAL	37	37	74
b) Morphologie des produits baguettaires	Castanet sud	Castanet nord	TOTAL
Quadrangulaire	3	2	5
Losangique	7	2	9
Triangulaire	4	3	7
TOTAL	14	7	21

**Tabl. 3** – Représentation des différents types d'extrémités et de catégories morphologiques des produits baguettaires.

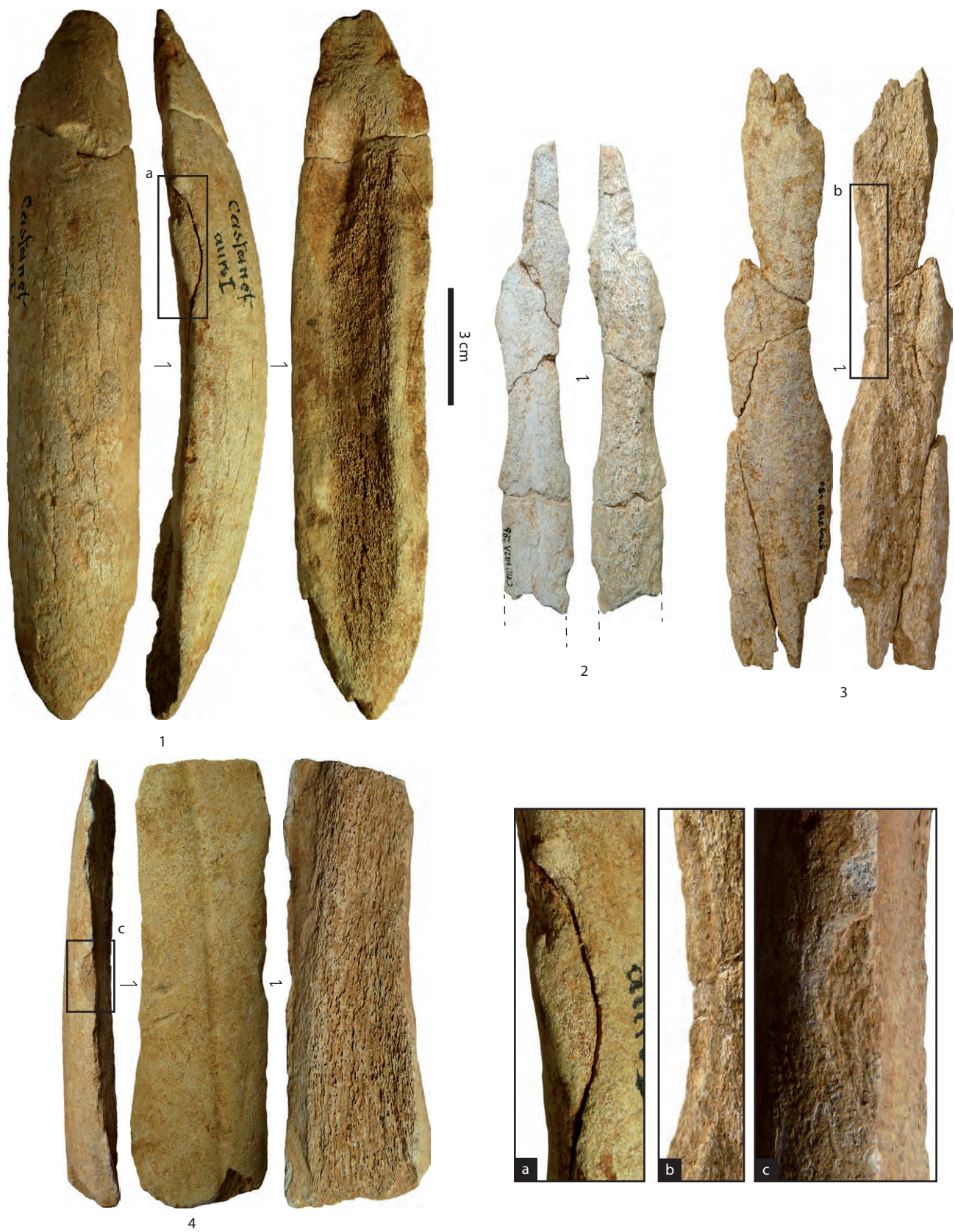
*Table 3* – Representation of the types of ends and morphological groups of the rod-shaped antler blanks.

(type D, cf. fig. 4; tabl. 3). Ces deux types d'extrémités ne portent aucune trace de sectionnement. Neuf produits, de forme losangique, possèdent ces extrémités (C/C, C/D ou D/D) et relèvent donc nécessairement d'une autre modalité de débitage que le refend (fig. 5, n° 1; fig. 6, n° 5).

Enfin sept produits, de forme triangulaire, associent une extrémité de type A ou B et une extrémité de type C ou D (cf. fig. 4; tabl. 3; fig. 6, n° 2). Dans l'hypothèse du refend, ces produits résulteraient d'échecs de fendage sagittal : la ligne de fracture, initiée à une extrémité du tronçon (bipartition primaire) ou de l'hémi-tronçon (bipartition secondaire) – correspondant à l'extrémité de

type A ou B des produits – se serait échappée produisant une extrémité réfléchie – correspondant à l'extrémité de type C ou D des produits. Rappelons toutefois qu'à une exception près, les stigmata d'entaillage présents à l'extrémité des produits correspondent à la suppression des parties basilaires. La proportion importante d'extrémités de type C et D (30 sur 74) rend également peu probable l'hypothèse d'accidents de fendage sagittal.

Pans de fracture latéraux



**Fig. 5** – Exemples de produits baguettaires de l’abri Castanet I. 1 et 4 : pièces du secteur-nord ; 2 et 3 : pièces du secteur-sud ; a : éclat adhérent ; b : encoche de percussion ; c : écrasement de la surface corticale.

**Fig. 5** – Examples of rod-shaped antler blanks from the Castanet I rock shelter. 1 and 4: artefacts from the northern sector; 2 and 3: artefacts from the northern sector; a: microflake; b: percussion notch; c: crushing of the cortical surface.





**Fig. 6** – Exemples de produits baguettaires de l’abri Castanet II. 1-3 et 5 : pièces du secteur-sud ; 4 : pièces du secteur-nord ; a : encoche de percussion ; b : négatif d’éclat cortical.

**Fig. 6** – Examples of rod-shaped antler blanks from the Castanet II rock shelter. 1 to 3 and 5: artefacts from the southern sector; 4: artefacts from the northern sector; a: percussion notch; b: cortical flake scar.

L'état de conservation des vestiges en bois de renne, notamment l'érosion des pièces, a souvent limité l'examen des pans de fracture et l'identification d'éventuels points d'impact. Ces stigmates de percussion ont toutefois été identifiés sur vingt-cinq produits baguettaires.

Comme sur l'os, les points d'impact présentent une combinaison de différents « stigmates secondaires » (*sensu* Christensen, 2016) : écrasement de la surface corticale, encoches de percussion, bulbes et contre-bulbes, éclats corticaux adhérents et fissures (Binford, 1981 ; Capaldo et Blumenshine, 1994 ; Fischer, 1995 ; Pickering et Egeland, 2006). Chaque point d'impact réunit rarement l'ensemble de ces stigmates secondaires qui, pris individuellement, peuvent être plus ou moins prononcés (encoches plus ou moins larges ou contre-bulbes plus ou moins marqués par exemple, fig. 5 et fig. 6). Dans la majorité des cas, plusieurs points d'impact ont pu être repérés sur les pièces, espacés de quelques centimètres sur chacun des bords. Certaines encoches, situées en vis-à-vis, suggèrent l'emploi d'une enclume (coup du percuteur et contre-coup sur l'enclume). Les produits portant des points d'impact présentent des pans de fracture dont l'orientation est variable, proche de 90° par rapport à la surface corticale ou formant un angle aigu, plus rarement un angle obtus. La délimitation des pans de fracture, liée en partie à l'orientation des fibres osseuses, peut être très rectiligne ou plus sinueuse et vrillée. Des points d'impact ont pu être identifiés tant sur des produits losangiques (extrémités de type C/D), que quadrangulaires (extrémités de type A/B) et triangulaires (extrémités de type A ou B et C ou D).

#### Synthèse sur les techniques employées

Les données réunies permettent de remettre en cause l'hypothèse selon laquelle le refend serait la seule modalité de débitage appliquée au bois de renne à l'Aurignacien pour la production de supports baguettaires. À Castanet, les caractéristiques morphologiques d'un grand nombre de ces produits ainsi que l'absence de stigmates de sectionnement à leurs extrémités jettent en effet le doute sur l'emploi du fendage, tel qu'envisagé par Despina Liolios (fendage sagittal de tronçons). Surtout, l'identification de points d'impact sur une vingtaine de pièces illustre un autre mode de transformation, ayant impliqué la percussion directe. Envisager que le fendage du bois de renne n'a pas été pratiqué à Castanet serait toutefois très prématuré. Étant donné la fragmentation importante des vestiges, notre étude n'a pu s'appuyer sur l'ensemble des vestiges mais seulement les pièces les mieux conservées, parmi lesquelles certaines n'ont révélé aucun point d'impact. Ce dernier point pourrait toutefois s'expliquer par le caractère élastique du bois de renne, qui le rend particulièrement résistant au choc et marque moins les coups portés par percussion directe. Un produit de Castanet-sud en est une belle illustration (fig. 6, n° 1) : avec son contour formé d'un pan de fracture en spirale, il ressemble à s'y méprendre à un éclat diaphysaire issu de l'éclatement d'un os long. Bien qu'il soit relative-

ment bien conservé, ses pans de fracture ne portent aucune marque de percussion indubitable.

#### *La place de la percussion directe au sein du débitage*

Pour autant que l'on puisse en juger à partir du corpus considéré, la percussion directe a été appliquée à deux portions du bois de renne, ou deux types de blocs secondaires :

- la perche, débarrassée des andouillers et de la base, incluant la perche A+B et au moins le départ de la perche C ;

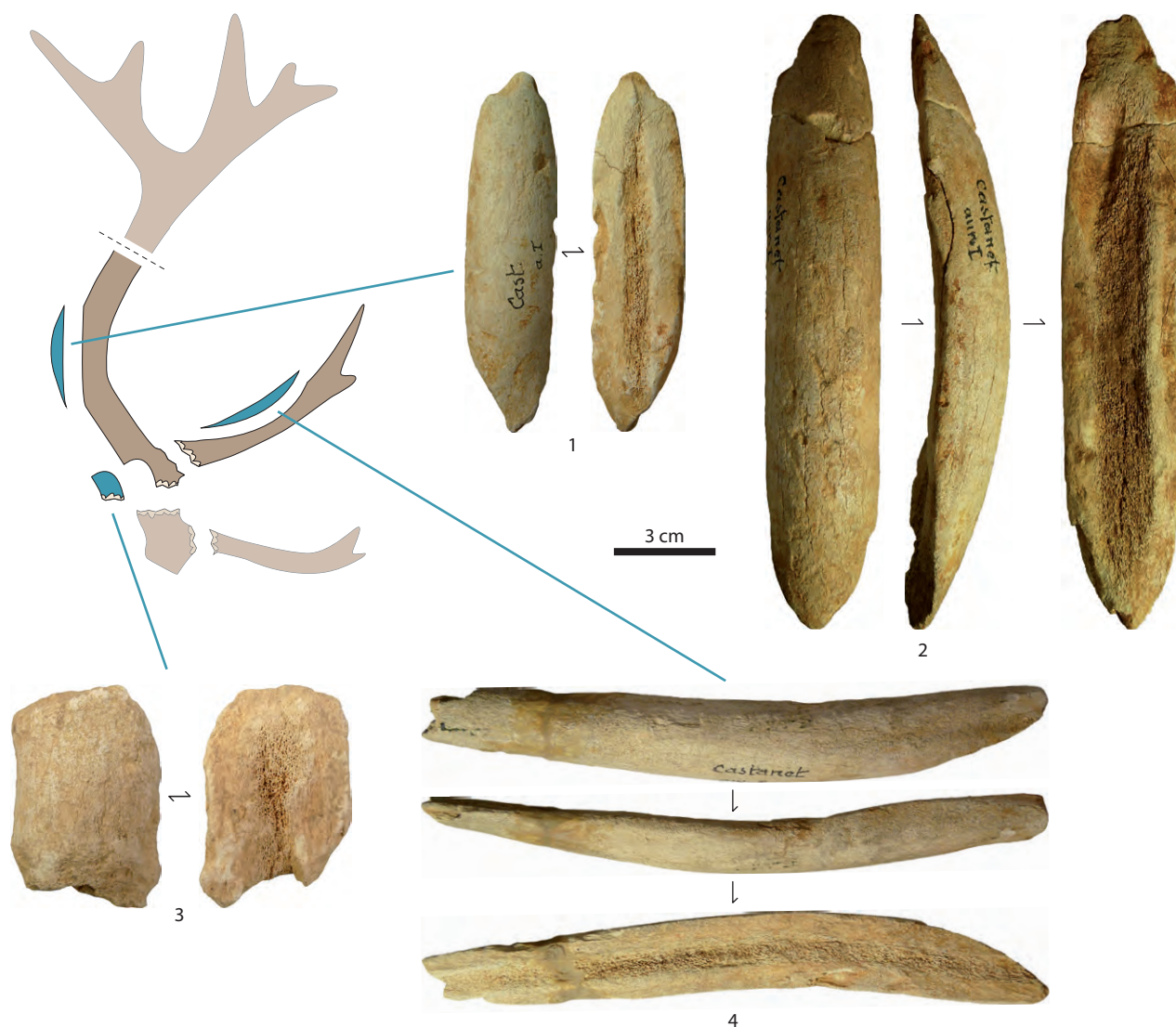
- l'andouiller de glace.

Les marques de percussion visibles sur les produits de débitage (en particulier les écrasements et les encoches) évoquent l'emploi d'un percuteur minéral. La présence, sur certaines pièces, d'encoches opposées pourrait également suggérer l'utilisation d'une enclume. L'observation des pans de fracture latéraux n'a révélé aucune marque d'insertion de coins, mais l'état de conservation des vestiges ne permet pas d'exclure l'emploi de ces outils pour faciliter le détachement des produits du débitage<sup>(2)</sup>.

#### Initialisation du débitage

Quatre produits de débitage, trois provenant du secteur nord et un du secteur sud, semblent témoigner de l'étape de débitage qui fait immédiatement suite à l'élagage des bois (fig. 7), étape qui pourrait être qualifiée « d'initialisation du débitage », pour reprendre un terme de technologie lithique. Parmi ces produits, figurent deux pièces de Castanet-nord provenant de la face postérieure d'un bois de gros module, au niveau de la perche B. Il s'agit de pièces allongées de contour losangique et au profil courbe, dont les pans de fracture forment un angle de 90° avec la surface externe au niveau des bords et se terminent en languette aux deux extrémités. Plusieurs points d'impact sont associés aux pans de fracture. Les caractéristiques morpho-techniques des deux produits impliquent qu'ils ont été détachés par une série de coups portés sur les faces latérales (sur la face interne et sans doute également sur la face externe) avec une percussion « rentrante », effectuée perpendiculairement à la surface du bois. L'absence, à leur surface, de tout négatif d'enlèvement antérieur permet d'envisager qu'ils font partie des premiers produits à avoir été détachés des perches. L'emploi répété de la percussion directe intègre ici un procédé de préparation du bois « par éclatement » répondant à un double objectif : éliminer une portion de la perche trop courbe pour être exploitable, tout en créant un plan d'ouverture permettant d'amorcer le débitage. Précisons à ce propos que les deux pièces ne portent pas de traces de façonnage ni d'utilisation et qu'aucune ébauche ou objet fini du corpus ne semble provenir de cette région du bois. Il semble donc bien s'agir de déchets.

La troisième pièce provient également du secteur nord de Castanet et offrent des caractéristiques similaires aux précédentes. Toutefois, la pièce provient cette fois de la face supérieure d'un andouiller de glace de gros module.



**Fig. 7** – Déchets d’initialisation du débitage. 1, 2 et 4 : pièces du secteur-nord ; 3 : pièces du secteur sud.

**Fig. 7** – Waste resulting from initial stages of working. 1, 2 and 4: artefacts from the northern sector; 3: artefacts from the southern sector.

Elle a été détachée par une série de percussions portées sur la face médiale ou latérale.

Le dernier produit provient du secteur sud de Castanet. Ses petites dimensions laissent peu de doute sur le fait qu’il s’agit également d’un déchet. Issu de la perche d’un bois de gros module, il provient de la face postérieure, au niveau du départ de la perche A. Les marques d’entaillage visibles à son extrémité proximale indiquent qu’il a été détaché après le tronçonnage de la base par une percussion initiée sur l’une des faces latérales. Dans ce cas, la zone sectionnée lors de l’élagage a vraisemblablement servi de plan d’ouverture pour amorcer le débitage.

#### Organisation et objectifs du débitage

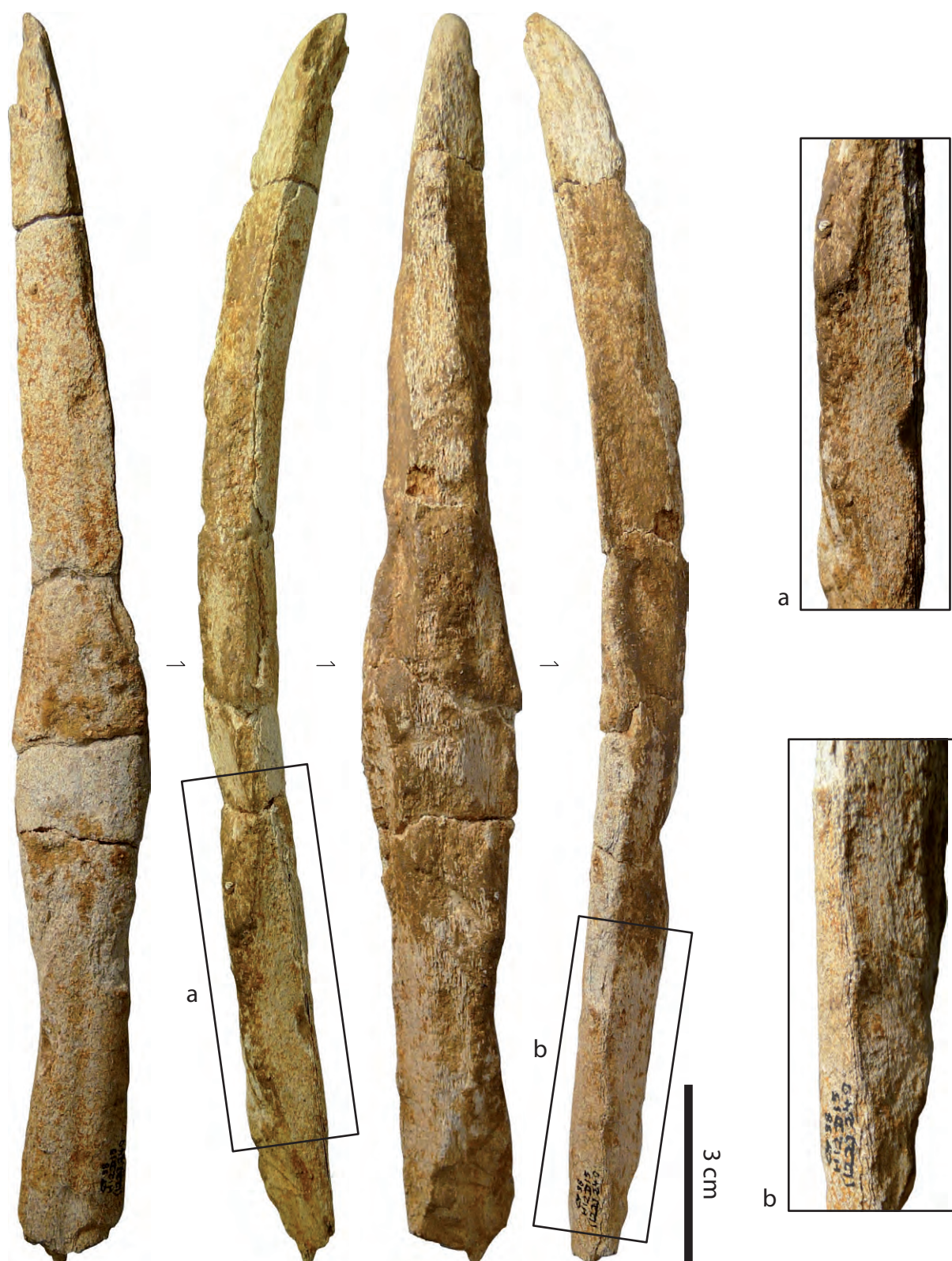
À ce stade de l’analyse, faute de remontages et de reconstitutions expérimentales, les suites du débitage sont encore floues. En dehors des déchets d’initialisation, le corpus comprend un nombre important de produits bruts au statut incertain (supports ou déchets) et diffi-

ciles à replacer au sein d’un schéma opératoire. Une des difficultés tient à la caractérisation du type de supports recherchés par les Aurignaciens de Castanet. Les pointes à base fendue qui représentent l’essentiel des objets finis, ont en effet un degré de transformation trop important pour reconstituer précisément les caractéristiques de leurs supports d’origine (position sur le bois, morphométrie, etc.). Si on se réfère aux quelques pièces partiellement façonnées, celles-ci témoignent de la recherche de supports plutôt rectilignes, provenant des faces latérales de la perche (fig. 8, une pièce provient néanmoins de la face antérieure et est très courbe, cf. fig. 9). Trois d’entre elles sont entières et mesurent entre 193 et 223 mm de long (fig. 8, n<sup>os</sup> 1 et 3). Signalons également une pièce à languette longue de 162 mm (fig. 8, n<sup>o</sup> 2). Une étude antérieure (Tartar et White, 2013) a démontré que ce type de pièce correspondait au déchet résultant de l’aménagement basal d’une pointe à base fendue, ce qui signifie que le support d’origine (avant détachement de la future pointe)



**Fig. 8** – Pièces techniques sur produits baguettaires de grandes dimensions. 1 : ébauche de pointe à base fendue (l'extrémité proximale montre un trait de sciage et l'amorce d'une fente : l'aménagement de la base n'a pas été mené à son terme); 2 : pièce à languette (secteur sud); 3 : produits partiellement façonnés par raclage portant les traces d'un sectionnement par sciage et flexion.

**Fig. 8** – Large rod-shaped antler blanks . 1: roughout of a split-based point (the proximal end shows a sawing groove and the beginning of a split: the cleavage of the base was interrupted); 2: tongued piece (south sector); 3: blanks partially shaped by scraping, showing traces of sectioning by sawing and flexion.



**Fig. 9** – Objet à extrémité mousse sur support baguettaire dont les bords ont été régularisés par retouche (Castanet-sud).

**Fig. 9** – Object with blunt end made on an rod-shaped antler blank the edges of which are regularised by retouch (sector Castanet-sud).

était sensiblement plus long. Sur la base de quelques déchets et ébauches, cette même étude a également mis en évidence que certains supports avaient permis la réalisation de plusieurs pointes (production en série). Compte tenu des dimensions des pointes et des pièces à languette (comprises respectivement entre 56 mm et 193 mm et entre 19 mm et 162 mm de long), ces supports pouvaient présenter des longueurs assez importantes.

À Castanet, un petit ensemble de pièces témoignent donc de la production de supports relativement longs, provenant principalement des faces latérales de la perche. Les données actuellement disponibles restent toutefois insuffisantes pour déterminer si cette recherche de longs supports a été systématique et si elle a constitué l'objectif premier du débitage.

#### Bilan sur le débitage

D'importantes zones d'ombre subsistent quant à l'organisation et aux objectifs précis du débitage mis en œuvre sur le bois de renne par les Aurignaciens de Castanet. Si les données réunies jusqu'à présent ne laissent aucun doute sur le recours, au moins partiel, à la percussion directe, elles sont encore insuffisantes pour définir un véritable schéma opératoire. Malgré tout, plusieurs informations ont déjà pu être compilées.

Les Aurignaciens de Castanet ont exploité des bois de chute de moyen et de gros modules, vraisemblablement collectés au cours de l'occupation du site. Dans la majorité des cas, il semble que l'élagage ait été réalisé à l'extérieur du site, pour ne conserver que les parties destinées à être exploitées : les perches et certains andouillers (suppression des parties basilaires et empaumures). Si l'industrie comprend quelques outils sur tronçons (outils intermédiaires, objet à extrémité mousse), leur lieu de production reste inconnu (production *in situ* vs équipement importé). L'essentiel de l'équipement produit sur place a été réalisé à partir de supports baguettaires, issus majoritairement des perches (portions de perche A + B + départ de C), et dans une moindre mesure d'andouillers de glace. Ces blocs secondaires ont été préparés par percussion directe au percuteur dur, vraisemblablement sur enclume.

Pour les perches, le débitage a été initialisé depuis deux zones distinctes : d'une part, depuis l'extrémité proximale du bois, en face postérieure, en profitant du plan d'ouverture créé par la suppression de la partie basilaire et d'autre part depuis la perche B, par la création d'un plan d'ouverture en face postérieure via le détachement d'un gros éclat losangique. Le débitage s'est ensuite poursuivi le long et autour de la perche, selon un mode opératoire qu'il reste encore à définir. Le fait que les déchets d'initialisation proviennent de la face postérieure des perches pourrait laisser penser que le débitage a d'abord progressé le long de cette face, par éclatement, c'est à dire par enlèvements successifs d'éclats en percussion directe, permettant ainsi d'accéder aux faces latérales (et à la face antérieure) dont semble provenir la majorité des supports recherchés. Toutefois, une telle séquence aurait sans doute produit des déchets caractéris-

tiques, de type éclats en tuile<sup>(3)</sup> tels que ceux rencontrés dans les ensembles badegouliens (Rigaud, 2004 ; Bidart, 1991 ; Pétilion et Averbouh, 2012 ; Rémy, 2013), mais ces derniers font défaut à Castanet. En revanche, le corpus comprend un nombre important de produits au statut encore incertain (déchets ou supports) qu'il est difficile de replacer au sein d'un schéma opératoire.

Si plusieurs pièces techniques attestent de la production de supports baguettaires de grande longueur provenant principalement des faces latérales de la perche, les données manquent encore pour évaluer si ces longs supports ont été spécifiquement recherchés et s'ils ont constitué l'objectif premier du débitage. En l'état des connaissances, les modalités de débitage mises en évidence à Castanet relève donc d'un schéma de transformation « par fracturation *lato sensu* » (voir Goutas et Christensen, ce volume).

### PERCUSSION DIRECTE ET MISE EN FORME DES SUPPORTS

La percussion directe n'a pas été employée uniquement lors de la phase de débitage mais a été également utilisée comme première étape de mise en forme des supports. En témoignent plusieurs pièces portant de petits négatifs d'enlèvements continus partant de la face corticale du bois (fig. 9). En outre, parmi les vestiges de Castanet-sud, figure une dizaine de petits éclats losangiques dont la forme et les dimensions rappellent fortement certains éclats des niveaux badegouliens du Cuzoul de Vers, interprétés comme des déchets de façonnage (Pétilion et Averbouh 2012, p. 378 ; ici : fig. 10). Comme plusieurs exemplaires badegouliens, un éclat de Castanet porte les stigmates d'une percussion initiée depuis la face inférieure, impliquant qu'il a été détaché d'un support déjà préalablement débité (fig. 10). Ici, la percussion directe intègre donc un procédé de mise en forme des supports « par retouche » (*sensu* Christensen, 2016) visant sans doute à réduire leur largeur et à régulariser leurs contour et profil afin de faciliter leur façonnage par raclage. À ce stade de l'analyse (et en l'attente des reconstitutions expérimentales), on ne peut toutefois pas exclure que certains des petits éclats losangiques relèvent du débitage.

### SYNTHÈSE ET PERSPECTIVES

La révision des modalités d'exploitation du bois de renne engagées à l'abri Castanet a permis de remettre en cause l'hypothèse selon laquelle le refend serait le seul procédé employé sur le bois de renne à l'Aurignacien pour la production de supports baguettaires (Liolios, 1999, 2003 et 2006). Notre étude des caractéristiques morpho-techniques de ces produits a mis en évidence qu'au moins une partie d'entre eux relevaient d'un débitage impliquant la percussion directe, technique employée également au cours du



**Fig. 10** – Éclats losangiques correspondant sans doute à des déchets de façonnage (retouche des supports). L'un d'entre eux porte les stigmates d'une percussion initiée depuis la face inférieure.

**Fig. 10** – Lozenge-shaped flakes, which are certainly waste-products stemming from the shaping process (retouching of blanks). One of these exhibits the marks of percussion initiated from the internal surface.

façonnage lors d'une première étape de mise en forme des supports. La dynamique globale d'exploitation des bois reste toutefois à préciser et devra nécessiter le recours à des reconstitutions expérimentales pour être affinée.

Le fait que l'industrie du secteur nord de Castanet ait servi de principale référence pour l'édification du concept de refend, conduit inévitablement à s'interroger sur la place de ce procédé dans l'exploitation du bois de renne à l'Aurignacien ancien. Les expérimentations conduites par Despina Liolios ont montré qu'il était applicable au bois de renne et permettait d'obtenir des supports aux caractéristiques proches de celles des exemplaires archéologiques. Mais les risques de confusion entre pans de fracture obtenus par fendage et ceux obtenus par percussion directe sont importants (cf. *supra*). La distinction entre les deux techniques demande un examen approfondi (cf. *supra*. : morphologie générale des produits baguet-

taires, stigmates présents sur les extrémités et les pans de fracture latéraux, etc.), dont le résultat est largement tributaire de l'état de conservation des vestiges. Dans ces conditions, et compte tenu des *a priori* qui ont longtemps persisté sur l'emploi de la percussion directe sur le bois de renne, il n'est pas impossible que l'identification du refend ait, dans certains cas, fait l'objet d'un jugement trop hâtif<sup>(4)</sup>. Le recours à la percussion directe sur le bois de renne, tel que mis en évidence à Castanet, n'est pas un cas isolé à l'Aurignacien ancien (Pétillon, à paraître; Tartar, 2012; Tartar et Heckel, 2015) et il faut envisager que plusieurs modes de débitage aient coexisté.

Si les découvertes restent assez isolées, rappelons que nos connaissances sur les productions en matières osseuses aurignaciennes reposent essentiellement sur l'étude de séries provenant de fouilles anciennes, au cours desquelles les pièces brutes ou peu façonnées n'ont souvent pas été

collectées. Comme le soulignait André Rigaud, « la banalité des éclats de bois de renne obtenus par percussion lancée a certainement fait sous-estimer la présence de cette méthode dans les fouilles anciennes » (Rigaud, 2004, p. 76). De fait, l'identification des stigmates de percussion directe sur le bois de renne à Castanet a été rendue possible grâce à la reprise récente des fouilles dans le secteur sud du site et à la récolte exhaustive de tous les vestiges. Cette reconnaissance doit aussi beaucoup au renouvellement des recherches sur les productions osseuses badegouliennes (Castel et Chauvière, 2007; Averbouh et Pétillon, 2011; Pétillon et Ducasse, 2012; Rémy, 2013), initiées par Jacques Allain, René Fritsch, André Rigaud et Françoise Trotignon à l'abri Fritsch (Allain *et al.*, 1974). Elles ont confirmé le recours à la percussion directe sur le bois de renne au Paléolithique supérieur et contribué à sensibiliser davantage les technologues osseux à la recherche des stigmates qui lui sont associés (Averbouh et Pétillon, 2011). En tant que technique de débitage, la percussion directe est maintenant attestée dans d'autres techno-complexes du Paléolithique supérieur, notamment au Magdalénien, par quelques vestiges isolés (Chauvière, 2002; Ducasse *et al.*, 2011; Pétillon et Ducasse, 2012; Malgarini et Bodu, ce volume; Lefebvre et Pétillon, ce volume) mais aussi au Solutrén où elle aurait pu occuper une place centrale dans l'exploitation du bois de renne (Rigaud, 2004; Baumann et Maury, 2013). En réalité, tout porte à croire que le recours à la percussion sur le bois de renne était « sous des formes et selon des objectifs variés, une composante du Paléolithique supérieur » (Ducasse *et al.*, 2011, p. 143).

S'agissant de l'Aurignacien ancien, les données réunies à Castanet demandent de reconsidérer le système d'exploitation du bois de renne à cette période. Cela doit passer par un retour critique sur les séries archéologiques afin de faire la part entre fendage et percussion directe et plus largement entre ce qui relève du refend et de l'éclatement au sein du débitage. Une étude récente, fondée sur l'expérimentation, a montré que le refend avait été employé à l'Aurignacien sur le bois de cerf pour la production des supports baguettaires (Tejero *et al.*, 2012; Tejero *et al.*, ce volume). Ces résultats permettent d'envisager la possibilité que les propriétés anatomiques et structurelles des bois<sup>(5)</sup> aient fortement influencées les choix techniques. Selon cette hypothèse, le module des bois, leur degré de fraîcheur (très frais pour les bois de massacre exploités immédiatement après leur détachement du crâne, plus sec pour les bois de chute et cela d'autant plus que l'exploitation est différée) ou encore leur morphologie générale (chez le renne, elle peut être très variable d'un individu à l'autre) pourraient avoir dictés les techniques et modes de débitage engagés.

**Remerciements** : Les recherches menées à l'abri Castanet ont été soutenues depuis 1994 par un certain nombre d'organismes que nous souhaitons remercier ici : la United States National Science Foundation, la direction régionale des Affaires culturelles d'Aquitaine (DRAC-Aquitaine), la L. S. B. Leakey Foundation, la Reed Foundation, la Rock Foundation, la Fine Foundation, l'UMI 3199-CNRS-NYU (Center for Internatio-

nal Research in the Humanities and Social Sciences), l'Institute for Ice Age Studies, la Theodore Dubin Foundation, le service archéologique départemental de la Dordogne, la New York University, la Fondation Fyssen et la Fulbright Foundation. Une partie de ces recherches a été effectuée dans le cadre du programme de recherche franco-américain « Aurignacian Genius: art, daily life and social identity of the first modern humans of Europe », UMI 3199-CNRS-NYU et UMR 5608-TRACES, financées par le Partner University Fund et la Andrew Mellon Foundation.

Concernant plus spécifiquement l'objet de cette étude, je voudrais adresser mes remerciements à Jacques Pelegrin et Randall White pour m'avoir permis d'étudier le matériel osseux issu de leurs fouilles (1995-1998), ainsi qu'à Randall White pour m'avoir accordé sa confiance lors de la reprise des opérations en 2005. Je n'oublie pas toutes les autres personnes (membres des équipes scientifiques et fouilleurs) sans qui cet article n'aurait pu voir le jour. Je remercie également les conservateurs et personnels des musées qui m'ont accueillie et facilitée l'accès aux collections : à Jean-Jacques Cleyet-Merle, André Morala, Peggy Jacquement et Bernard Nicolas du musée national de Préhistoire des Eyzies; à Catherine Schwab et Marie-Sylvie Larguèze du Musée d'Archéologie Nationale de Saint-Germain-en-Laye. J'adresse mes remerciements aux organisateurs et participants du Workshop OccitanOs (coord. Jean-Marc Pétillon et Benjamin Marquebielle) pour leurs avis et conseils précieux lors de la phase de maturation de cet article. Merci Jean-Marc pour m'avoir permis d'inclure dans cet article, une planche photographique de vestiges provenant de la grotte des Hyènes (cf. fig. 2). Je remercie enfin chaleureusement Marianne Christensen et Nejma Goutas pour l'organisation de la séance SPF « À coup d'éclats! » et la relecture de cet article. Merci également à Jean-Guillaume Bordes pour ses remarques et conseils avisés.

## NOTES

- (1) De 1995 à 1998, l'étude de l'industrie osseuse est menée par Heidi Knecht puis nous est confiée à partir de la reprise des fouilles en 2005.
- (2) Les quelques expérimentations consacrées à l'emploi de la percussion directe sur le bois de renne ont démontré que l'usage d'un coin et d'une enclume pouvaient se révéler très utile, voire indispensable (Allain *et al.*, 1974; Rigaud, 2004; Malgarini et Bodu, ce volume). Les secteurs nord et sud de Castanet ont livré plusieurs outils intermédiaires sur héli-côte (Tartar, 2009 et 2012) dont l'extrémité distale, étroite et fine, semble particulièrement adapté au détachement des produits. En revanche, les exemplaires en bois de cervidé, aux biseaux épais, semblent moins appropriés et pourraient renvoyer à la transformation d'autres matières tel le bois végétal (Tartar, 2009 et 2012).
- (3) Issus d'enlèvements successifs d'éclats jointifs, ces éclats se caractérisent par une extrémité en languette, opposée à une extrémité portant le négatif de la languette de l'éclat antérieur (Pétillon et Averbouh, 2012, p. 373).
- (4) Par nous en premier lieu.
- (5) Le bois de cerf a une plus faible épaisseur de tissu compact et un tissu spongieux plus lâche que le bois de renne. En outre, sa partie centrale (merrain) tend à être moins courbe que la perche des bois de renne (Averbouh, 2000).



## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALLAIN J., FRITSCH R., RIGAUD A., TROTIGNON F. (1974) – Le débitage du bois de renne dans les niveaux à raclettes du Badegoulien de l’abri Fritsch et sa signification, in H. Camps-Fabrer (dir.), *Premier colloque international sur l’industrie de l’os dans la Préhistoire* (abbaye de Sénanque, 18-20 avril 1974), Aix-en-Provence, université d’Aix-en-Provence, p. 67-71.
- AVERBOUH A. (2000) – *Technologie de la matière osseuse travaillée et implications paléolithiques : l’exemple des chaînes d’exploitation du bois de cervidé chez les Magdaléniens des Pyrénées*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 2 vol., 253 et 247 p.
- AVERBOUH A., PÉTILLON J.-M. (2011) – Identification of ‘Debitage by Fracturation’ on Reindeer Antler: Case Study of the Badegoulian Levels at the Cuzoul de Vers (Lot, France), in J. Baron et B. Kufel-Diakowska (dir.), *Written in Bones. Studies on Technological and Social Contexts of Past Faunal Skeletal Remains*, actes des 7<sup>es</sup> rencontres du Groupe de recherche sur le travail des matières osseuses (Wrocław, 7-11 septembre 2009), Wrocław, université de Wrocław, p. 41-52.
- BAUMANN M., MAURY S. (2013) – Ideas no Longer Written in Antler, *Journal of Archaeological Science*, 40, 1, p. 601-614.
- BIDART P. (1991) – L’industrie osseuse de l’abri Casserole, in L. Detrain (dir.), *Fouilles préliminaires à l’agrandissement du musée national de Préhistoire des Eyzies : rapport final*, rapport de fouilles, service régional de l’Archéologie de Midi-Pyrénées, Toulouse, p. 64-73.
- BINFORD L. R. (1981) – *Bones : Ancient Men and Modern Myths*, New York, Academic Press (Studies in Archaeology), 320 p.
- BRICKER H. M. (1995) – *Le Paléolithique supérieur de l’abri Pataud (Dordogne) : les fouilles de H. L. Movius Jr.*, Paris, MSH (Documents d’archéologie française, 50), 328 p.
- CAPALDO S.D., BLUMENSCHINE R. J. (1994) – A Quantitative Diagnosis of Notches Made by Hammerstone Percussion and Carnivore Gnawing on Bovid Long Bones, *American Antiquity*, 59, 4, p. 724-748.
- CASTEL J.-C. (2011) – Archéozoologie de l’Aurignacien de l’abri Castanet (Sergeac, Dordogne, France) : les fouilles 1994-1998, *Revue de paléobiologie*, 30, 2, p. 783-815.
- CASTEL J.-C., CHAUVIÈRE F.-X. (2007) – Y a-t-il exploitation spécifique du renne au Badegoulien entre Charente et Quercy?, in S. Beyries et V. Vaté (dir.), *Les civilisations du renne d’hier et d’aujourd’hui : approches ethnohistoriques, archéologiques et anthropologiques*, actes des rencontres d’Antibes (Antibes, 19-21 octobre 2006), Antibes, APDCA, p. 279-293.
- CHAUVIÈRE F.-X. (2002) – Industries et parures sur matières dures animales du Paléolithique supérieur de la grotte de Caldeirão (Tomar, Portugal), *Revista Portuguesa de Arqueologia*, 5, 1, p. 5-28.
- CHIOTTI L., CRETIN C., MORALA A. (2015) – Les industries lithiques des abris Blanchard et Castanet (Dordogne, France) : données issues des fouilles 2005-2012, in R. White, R. Bourrillon et F. Bon (dir.), *Aurignacian Genius : art, technologie et société des premiers hommes modernes en Europe*, actes du symposium international (New York, 8-10 avril 2013), New York, New York University (*P@lethnology*, 7), p. 77-98.
- CHRISTENSEN M. (2016) – *L’industrie osseuse des chasseurs-cueilleurs : le cas des nomades marins de Patagonie et Terre de Feu*, Punta Arenas, Ediciones Universidad de Magallanes (Colección poblamiento humano de Fuego-Patagonia), 308 p.
- DUCASSE S., CASTEL J.-C., CHAUVIÈRE F.-X., LANGLAIS M., CAMUS H., MORALA A., TURQ A. (2011) – Le Quercy au cœur du Dernier Maximum Glaciaire. La couche 4 du Petit Cloup Barrat et la question de la transition badegoulo-magdalénienne, *Paleo*, 22, p. 101-154.
- FISCHER J. W. (1995) – Bone Surface Modifications in Zooarchaeology, *Journal of Archaeological Method and Theory*, 2, 1, p. 7-68.
- GOUTAS N., BODU P., HINGUANT S., AVERBOUH A., CHRISTENSEN M. (ce volume) – La « production baguettaire » au Gravettien : étude de cas et discussions à partir de l’industrie en bois de cervidé de Laugerie-Haute (Dordogne, France), in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d’éclats! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d’une modalité d’exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 139-180.
- GOUTAS N., CHRISTENSEN M. avec la collaboration de TARTAR E., MALGARINI R., TEJERO J.-M., TREUILLOT J. (ce volume) – Extraction partition, réduction ou fracturation? De quoi parlons-nous? Discussion sur la production de supports allongés (baguette, éclat baguettaire vs éclat), in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d’éclats! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d’une modalité d’exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 55-97.
- KNECHT H. (1993) – Split and Wedges: the Techniques and Technology of Early Aurignacian Antler Working, in H. Knecht, A. Pike-Tay et R. White (dir.), *Before Lascaux. The Complex Record of the Early Upper Palaeolithic*, Boca Raton, CRC Press, p. 137-162.
- LEFEBVRE A., PÉTILLON J.-M. (ce volume) – Techniques de fracture pour la production de supports en bois de cervidé au Magdalénien moyen et supérieur (19-14 ka cal BP) : premier inventaire et perspectives, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d’éclats! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d’une modalité d’exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 213-230.

- LEROY-PROST C. (1975) – L'industrie osseuse aurignacienne. Essai régional de classification : Poitou, Charentes, Périgord, *Gallia Préhistoire*, 18, 1, p. 65-156.
- LIOLIOS D. (1999) – *Variabilité et caractéristiques du travail des matières osseuses au début de l'Aurignacien: approche technologique et économique*, thèse de doctorat, université Paris X, Nanterre, 360 p.
- LIOLIOS D. (2003) – L'apparition de l'industrie osseuse au début du Paléolithique supérieur: un transfert de techniques du travail du végétal sur les matières osseuses, in R. Desbrosse et A. Thévenin (dir.), *Préhistoire de l'Europe. Des origines à l'âge du Bronze*, actes du 125<sup>e</sup> Congrès national des sociétés historiques et scientifiques (Lille et Villeneuve d'Ascq, 10-15 avril 2000) Paris, CTHS, p. 219-226.
- LIOLIOS D. (2006) – Reflections on the Role of Bone Tools in the Definition of the Early Aurignacian, in O. Bar-Yosef et J. Zilhão (dir.), *Towards a Definition of the Aurignacian*, actes du colloque international (Lisbonne, 25-30 juin 2002), Lisbonne, Instituto Português de Arqueologia, p. 37-51.
- MALGARINI R., BODU P. (ce volume) – Des tests expérimentaux aux cas archéologiques : le débitage par percussion du bois de renne au Magdalénien moyen dans l'Est de la France, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 187-211.
- PÉTIILLON J.-M. (à paraître) – L'industrie en bois de cervidé de l'Aurignacien ancien de la grotte des Hyènes, in D. Henry-Gambier et F. Bon (dir.), *L'Aurignacien de la grotte des Hyènes (Brassempouy, Landes)*, 25 p.
- PÉTIILLON J.-M., AVERBOUH A. (2012) – Le travail du bois de renne dans les couches badegouliennes, in J. Clottes, J.-P. Giraud, et P. Chalard (dir.), *Solutréen et Badegoulien au Cuzoul de Vers : des chasseurs de rennes en Quercy*, Liège, université de Liège (ERAUL, 131), p. 359-386.
- PÉTIILLON J.-M., DUCASSE S. (2012) – From Flakes to Grooves: a Technical Shift in Antlerworking during the Last Glacial Maximum in Southwest France, *Journal of Human Evolution*, 62, 4, p. 435-465.
- PEYRONY D. (1935) – Le gisement Castanet, Vallon de Castelmerle, commune de Sergeac (Dordogne). Aurignacien I et II, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 32, 9, p. 418-443.
- PICKERING T. R., EGELAND C. P. (2006) – Experimental Patterns of Hammerstone Percussion Damage on Bones: Implications for Inferences of Carcass Processing by Humans, *Journal of Archaeological Science*, 33, 4, p. 459-469.
- PIKE-TAY A. (1998) – Dental Growth Mark Analysis of a *Rangifer tarandus* Sample from Abri Castanet, in J. Pelegrin et R. White (dir.), *Abri Castanet : rapport de fouille programmée, années 1996-1998*, rapport de fouilles, service régional d'Archéologie d'Aquitaine, Bordeaux, 6 p.
- RÉMY D. (2013) – *Caractérisation techno-économique d'industries en bois de cervidés du Badegoulien et du Magdalénien : le cas du Rond-du-Barry (Haute-Loire) et de Roche-reuil (Dordogne)*, thèse de doctorat, université Montpellier 3 – Paul-Valéry, 358 p.
- RIGAUD A. (2004) – Débitage du bois de renne dans les couches badegouliennes de l'abri Fritsch (Indre, France), in D. Ramseier (dir.), *Matières et techniques*, Paris, Société préhistorique française (Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique, XI), p. 75-78.
- SPIESS A. (1979) – *Reindeer and Caribou Hunters: an Archaeological Study*, New York, Academic Press, 305 p.
- TARTAR É. (2009) – *De l'os à l'outil : caractérisation technique, économique et sociale de l'utilisation de l'os à l'Aurignacien ancien. Étude de trois sites : l'abri Castanet (secteurs nord et sud), Brassempouy (grotte des Hyènes et abri Dubalen) et Gatzarria*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 300 p.
- TARTAR É. (2012) – The Recognition of a New Type of Bone Tools in Early Aurignacian Assemblages : Implications for Understanding the Appearance of Osseous Technology in Europe, *Journal of Archaeological Science*, 39, 7, p. 2348-2360.
- TARTAR É., HECKEL C. (2015) – Les productions en matières osseuses de la grotte de la Verpillière I, in H. Floss (dir.), *Le Paléolithique supérieur ancien en Bourgogne méridionale : genèse, chronologie et structuration interne, évolution culturelle et technologique*, rapport de PCR, année 2015, service régional de l'Archéologie de Bourgogne, Dijon, 28 p.
- TARTAR É., WHITE R. (2013) – The Manufacture of Aurignacian Split-Based Points: an Experimental Challenge, *Journal of Archaeological Science*, 40, 6, p. 2723-2745.
- TEJERO J.-M., CHRISTENSEN M., BODU P. (2012) – Red Deer Antler Technology and Early Modern Humans in Southeast Europe: an Experimental Study, *Journal of Archaeological Science*, 39, 2, p. 332-346.
- TEJERO J.-M., CHRISTENSEN M., BODU P. (ce volume) – Exploitation du bois de cervidé et comportements techniques durant l'Aurignacien en Europe occidentale. Caractérisation du débitage par fendage, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 101-118.
- VÉZIAN J., VÉZIAN J. (1966) – Les gisements de la grotte de Saint-Jean-de-Verges (Ariège), *Gallia Préhistoire*, 9, 1, p. 93-130.
- WHITE R. (2007) – Systems of Personal Ornamentation in the Early Upper Palaeolithic: Methodological Challenges and New Observations, in P. Mellars, K. Boyle, O. Bar-Yosef et C. Stringer (dir.), *Rethinking the Human Revolution : New Behavioural and Biological Perspectives on the Origin and Dispersal of Modern Humans*, Cambridge, McDonald Institute for Archaeological Research, p. 287-302.
- WHITE R., MENSAN R., BOURRILLON R., CRETIN C., HIGHAM T., CLARK A. E., SISK M., TARTAR É., GARDÈRE P., COLDBERG P., PELEGRIN J., VALLADAS H., TISNÉRAT-

LABORDE N., DE SANOIT J. (2012) – Context and Dating of Aurignacian Vulvar Representations from Abri Castanet, France, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109, 22, p. 1-6.

WHITE R., MENSAN R., CLARK A. E., TARTAR É., MARQUER L., BOURRILLON R., GOLBERG P., CHIOTTI L., CRETIN C., RENDU W., PIKE-TAY A., RANLETT S. (2017) – Technologies for the Control of Heat and Light in the Vézère Valley Aurignacian, *Current Anthropology*, 58, p. 288-302.

**Élise TARTAR**  
UMR 7041 ArScAn,  
Ethnologie préhistorique  
MAE, 21, allée de l'Université  
F-92023 Nanterre cedex  
elise.tartar@cnr.fr



« À coup d'éclats ! »

*La fracturation des matières osseuses en Préhistoire :*

*discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*

Actes de la séance de la Société préhistorique française de Paris (25 avril 2017)

Textes publiés sous la direction de Marianne CHRISTENSEN et Nejma GOUTAS

Paris, Société préhistorique française, 2018

(Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 139-180

www.prehistoire.org

ISSN : 2263-3847 – ISBN : 2-913745-74-1

## La « production baguettaire » au Gravettien

### Étude de cas et discussions à partir de l'industrie en bois de cervidé de Laugerie-Haute (Dordogne, France)

Nejma GOUTAS, Pierre BODU, Stéphan HINGUANT, Aline AVERBOUH  
et Marianne CHRISTENSEN

**Résumé :** En confrontant les données archéologiques de Laugerie-Haute (Dordogne) à de nouvelles données expérimentales, nous proposons de discuter de la « production baguettaire » en bois de cervidé pendant le Gravettien récent (24,5-22,5 ka BP), en France principalement, avec quelques ouvertures vers d'autres contextes européens (27,5-20 ka BP). Des procédés très particuliers recourant à des techniques de fracture variées ont été développés par les groupes de France, de Moravie et de Roumanie pour produire des baguettes. Ces savoir-faire semblent revêtir une charge culturelle qui dépasse largement un cadre régional. En effet, le recours – en différents lieux et périodes du Gravettien *sensu lato* – à des solutions techniques fortement apparentées, mais néanmoins porteuses de spécificités, interroge sur les dynamiques sociétales en œuvre à cette époque (diffusion des idées, des pratiques ; mouvements de population). Des liens nouveaux dans l'exploitation des matières osseuses nous sont ainsi donnés à voir entre différents groupes régionaux d'Europe. Caractériser ces pratiques et tenter de comprendre leur portée socio-économique est l'ambition qui sous-tend notre recherche. Ces problématiques, par leur complexité, ne peuvent être appréhendées que sur le temps long. Cet article sera aussi l'occasion de discuter des problèmes méthodologiques et sémantiques que soulève la caractérisation de la « production baguettaire » en contexte gravettien, dès lors que nombre de procédés et de méthodes de débitage utilisés font appel à de la percussion, indirecte principalement, parfois combinée ou remplacée par une percussion diffuse ou tranchante.

**Mots-clés :** Gravettien, production baguettaire, bois de cervidé, extraction, bipartition, techniques de fracture, terminologie, technologie.

**Abstract:** By comparing the archaeological data from Laugerie-Haute (Dordogne) with new experimental data, we propose here to discuss Gravettian antler rod production during the late phase (24,5-22,5 ka BP), mainly in France, but also in some other European contexts (27.5-20 ka BP). Very specific skills using various fracturing techniques were developed by diverse groups in France, Moravia and Romania, to produce rod-shaped blanks. These may reflect cultural traditions extending way beyond a regional framework. Indeed, the implementation – in different places and periods of the Gravettian *sensu lato* – of closely related, but nevertheless specific technical solutions raises questions as to the historical trajectories and the societal dynamics at work at that time. In this way, new connections can be identified between different regions of Europe. The ambition underlying our research is to characterise these practices and to try to understand their socio-economical significance. Given the complexity of these questions, they can only be evaluated over a long time scale. This article will also discuss some methodological and semantic problems raised by the characterisation of rod production during the Gravettian. Indeed, various procedures and methods, involving different percussion techniques, were used at this period: mainly indirect percussion but also sometimes combined with or replaced by diffuse or cutting percussion.

**Keywords:** Gravettian, rod production, cervid antler, blank production by extraction, blank production by bipartitioning, fracturing techniques, terminology, technology.

**A**TTESTÉE dès l'Aurignacien, la production baguettaire<sup>(1)</sup> fait intervenir des procédés<sup>(2)</sup> de tronçonnage en association avec de la percussion linéaire

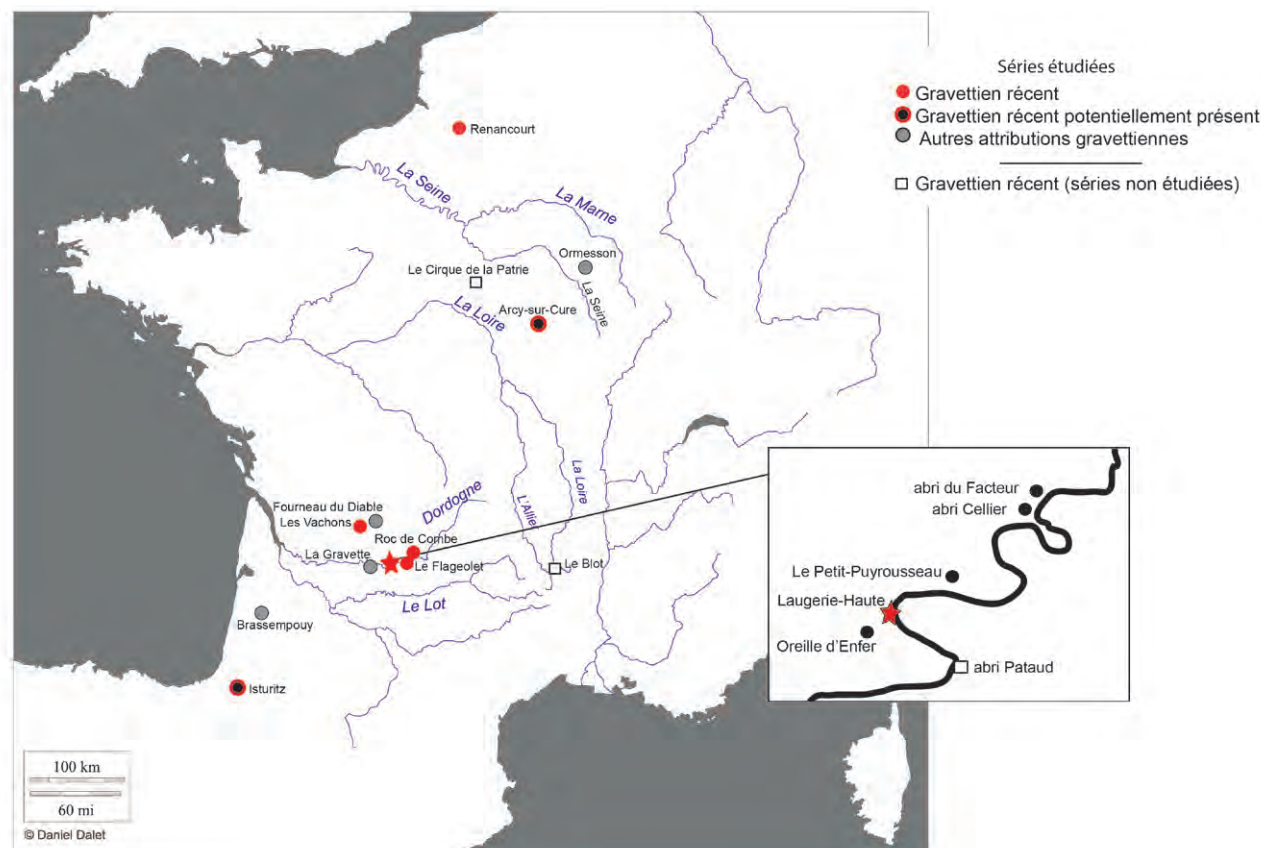
indirecte (Knecht, 1991 ; Liolios, 1999 ; Tejero *et al.*, 2011 et 2012 ; Tejero *et al.*, ce volume), ou de la percussion diffuse directe (Tartar, 2012 ; Pétilion, à paraître ;

Tartar, ce volume). Au Gravettien, un nouveau procédé est utilisé pour produire de nouvelles formes de baguettes ; ces dernières témoignent d'une exigence de rectitude, parfois de longueur et souvent d'étroitesse, évoquant un certain parallèle avec les normes techniques reconnues dans la taille de la pierre (par ex. Klaric, 2003 ; Foucher, 2004 ; Guillermin, 2006 ; Pesesse, 2008 ; Simonet, 2010). Il s'agit du double rainurage longitudinal (DRL). Si ce nouveau procédé de débitage a connu un développement rapide, mais non linéaire, en Europe occidentale, les groupes gravettiens d'Europe centrale et orientale ont été moins enclins à son utilisation, lui préférant d'autres procédés de débitage très proches de ceux identifiés en contextes aurignaciens. De tels procédés ont aussi été reconnus dans certaines phases du Gravettien français (cf. *infra*).

Cet article est le prolongement de recherches engagées par l'une d'entre nous, en premier lieu sur la France (Goutas, 2003a, 2004 et 2009), puis sur la Russie (Goutas, 2013a et 2015a) et la Moravie (Goutas, 2009 et 2015b). Et c'est désormais vers un nouveau terrain, la Roumanie, que nous avons récemment élargi notre enquête. En travaillant sur les facteurs socio-économiques impliqués dans l'émergence et la diffusion de l'extraction de baguettes par double rainurage dans l'Europe gravettienne, il nous a été donné d'identifier des contextes de « résistance » à cette innovation. En corollaire, des pratiques

techniques très particulières y sont utilisées et revêtent localement une charge identitaire importante. Leur identification en différents contextes gravettiens, y compris en France, interroge sur les trajectoires historiques et les dynamiques sociétales en œuvre à cette époque. Des liens nouveaux (ou des convergences) dans le débitage des bois de cervidé nous sont ainsi donnés à voir entre la France, la Moravie et la Roumanie. La mise en évidence de pratiques techniques singulières dans des contextes chronologiques et sédimentaires différents au sein de la vaste entité gravettienne interroge sur la perdurance de certains savoir-faire. Caractériser ces pratiques et tenter de comprendre leur portée paléohistorique est l'ambition qui sous-tend notre recherche. Ces problématiques, par leur complexité, ne peuvent toutefois être appréhendées que sur le temps long, pour éviter les écueils de comparaisons hâtives.

Ces recherches passées ont montré que la production de baguettes sur bois de cervidé au Gravettien ne répondait nullement à un schéma unique (Goutas, 2004 et 2009). La caractérisation du débitage par DRL sur une dizaine de sites français (fig. 1), documente, en outre, l'existence de normes techniques spécifiques aux groupes gravettiens, jusqu'alors principalement considérés à l'aune de l'archétype magdalénien. Ces différences et notamment une certaine souplesse dans la conduite du DRL, n'engagent pas pour autant une plus faible maîtrise



**Fig. 1** – Localisation des sites gravettiens français étudiés ou utilisés pour comparaison (fond de carte GEOATLAS, © D. Dallet 1999).  
**Fig. 1** – Map of the French Gravettian sites studied or used for comparative purposes (GEOATLAS, © D. Dallet 1999).

de ce procédé par les Gravettiens. Elles traduisent une conception différente du débitage, et par voie de conséquence des produits recherchés en adéquation avec les exigences techniques, fonctionnelles et économiques des groupes étudiés (Goutas, 2009). Parallèlement, l'identification de deux procédés d'extraction de baguettes sollicitant principalement une technique de fracture, nous interrogeait sur la signification culturelle de telles parentés avec les systèmes techniques aurignaciens<sup>(3)</sup> (Goutas, 2003a et 2004). Pour autant, la façon de concevoir l'exploitation globale du bloc au Gravettien montre des différences avec ce qui est, pour l'heure, décrit pour l'Aurignacien (cf. *infra*). Ces données inédites pour le Gravettien venaient alors rompre avec une certaine idée d'exclusivité du DRL pour cette période. Plus largement, elles ont contribué à nuancer la place de ce procédé dans les systèmes techniques des industries « post-aurignaciennes », à l'exception du Badegoulien où un débitage, qualifié couramment de « débitage d'éclats », avait très tôt été identifié à l'abri Fritsch (Indre) ; ce dernier marquant une rupture conceptuelle et technique avec le débitage par extraction de baguette des groupes magdaléniens (Allain *et al.*, 1974 ; voir aussi Christensen, Goutas *et al.*, ce volume ; Goutas et Christensen, ce volume ; Malgarini et Bodu, ce volume). Cependant, nos observations et interprétations, quant à ces questions pour le Gravettien, se fondaient alors sur la seule lecture (ou presque) des collections archéologiques. Nous avons alors réalisé, en février 2008, quelques essais de fendage sur bois de cerf (*Cervus elaphus*) et de renne (*Rangifer tarandus*). Bien que peu concluants, ils se sont avérés riches d'enseignement (cf. *infra*). Puis, en mai 2012, nous avons réalisé trois tests expérimentaux<sup>(4)</sup> sur la base archéologique de Pincevent, à l'occasion de l'école thématique du CNRS TECHNOS (coord. Aline Averbouh et Marianne Christensen), ce qui a permis un retour aux séries archéologiques étudiées dix ans plus tôt, en vue de leur meilleure compréhension. Ces tests expérimentaux étaient alors portés par le renouveau des expérimentations ou des études publiées sur le débitage du bois de cervidé à l'Aurignacien (Tejero, 2010 ; Tejero *et al.*, 2011 et 2012) et au Badegoulien (Averbouh et Pétilion, 2011 ; Pétilion et Averbouh, 2012). Par ailleurs, l'identification dans les niveaux solutréens du Roc de Sers et de Laugerie-Haute (Agoudjil, 2004 et 2005) de procédés de débitage et d'outils en bois de cervidé similaires à ceux que nous avons identifiés sur l'un de ces sites (Goutas, 2003a), en contexte gravettien, nous interrogeait sur la nature de ces convergences. Le site de Laugerie-Haute n'étant pas exempt de problèmes stratigraphiques (Demars, 1995 ; Lenoble *et al.*, 2013) – déplacements d'objets entre les niveaux du Gravettien récent et final (Goutas, 2004) – on pouvait dès lors s'interroger sur l'origine gravettienne ou solutréenne de ces éléments ubiquistes. Ces soupçons ont depuis été confirmés. Une récente étude de l'industrie osseuse de la séquence solutréenne tend à confirmer le caractère intrusif des déchets et des outils « suspects » au sein de ces niveaux (Baumann, 2014). Les stigmates et les modalités de débitage décrits pour les pièces problé-

matiques du Solutréen (Agoudjil, 2005 ; Baumann, 2007) sont en outre cohérents avec les données du Gravettien (cf. *infra*). On notera que 70 % des déchets de fabrication rattachés aux différents faciès du Solutréen ou apparentés (Aurignacien V) proviennent de sa phase moyenne, et que nombre de pièces étaient non marquées. Ces éléments interrogent sur une réattribution *a posteriori* d'une partie des séries en faveur du Solutréen moyen (Baumann, 2014).

La confrontation des données relatives aux pièces solutréennes considérées comme intrusives avec celles associées aux couches gravettiennes de Laugerie-Haute, et du Gravettien récent en général, confirme nos observations passées sur la diversité de la production baguettaire au Gravettien, tout en permettant de les préciser<sup>(5)</sup>. Enfin, des expérimentations – testant la division longitudinale de bois par percussion diffuse latérale sur enclume (Tejero *et al.*, 2012 ; TECHNOS 2010, expérimentation inédite ; Baumann et Maury, 2013) – nous rappellent cette autre alternative de mise en œuvre de la production baguettaire, jusque-là insuffisamment prise en compte dans l'étude des industries sur bois animal du Paléolithique supérieur (Baumann, 2014).

### REMISE EN CONTEXTE ARCHÉOLOGIQUE ET THÉORIQUE DE L'ÉTUDE

À la différence de l'Aurignacien, les industries gravettiennes sont toutes, et sans ambiguïté, l'œuvre d'*Homo sapiens* qui a depuis longtemps colonisé le continent européen (Henry-Gambier, 2013). Au cours des 10 000 ans d'existence de ce qu'il est d'usage d'appeler Gravettien (30-20 non cal. ka BP), différentes traditions techniques se sont développées, dans des contextes géographiques, environnementaux et sédimentaires très diversifiés. Les dynamiques d'émergence et d'évolution de ces nouvelles pratiques sociales sont actuellement un enjeu majeur de la recherche archéologique européenne. Il ne s'agit plus de définir le Gravettien comme une réalité anthropologique à part entière qui se définirait sur la base d'une addition de traits techniques et symboliques, tout aussi spectaculaires soient-ils, mais bel et bien de travailler à comprendre comment ces traits s'articulent les uns aux autres au sein d'une géographie et d'une chronologie données (par ex. Klaric, 2003 ; Goutas 2004 et 2013 ; Pesesse, 2008 ; Noiret, 2011 ; Moreau, 2012 ; voir Pesesse *in* Otte, 2013 ; Touzé, en cours). Dès lors, quels sont les moyens objectifs et objectivables de rendre compte de l'existence, de la variabilité, de l'évolution, du maintien ou de la disparition d'identités culturelles sur un territoire et une échelle de temps aussi vastes que ceux du Gravettien ? Si les interactions au sein d'une communauté restreinte sont aisément identifiables dans l'homogénéité des pratiques identifiées sur un site donné, la mise en évidence de réseaux d'interactions temporaires ou

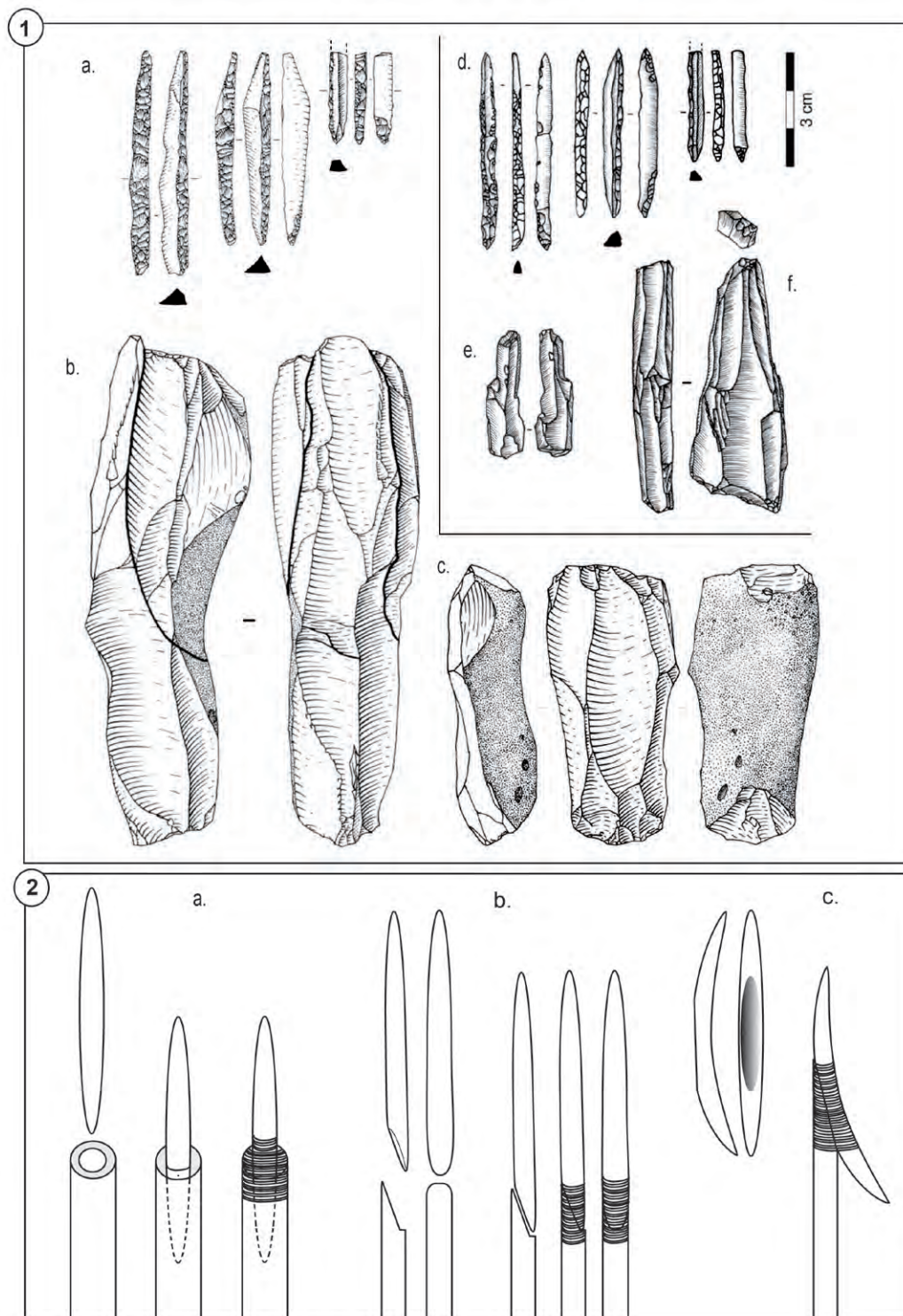
permanents, d'individus ou de groupes, à plus grande échelle, n'est accessible que par la prise en compte des déplacements des objets et des idées (Pelegrin, 1991 ; Perlès, 2012). En effet, alors qu'il est aisé d'imiter une forme, un symbole par simple observation, sans que cela n'engage de réelle interaction sociétale et sans que l'intentionnalité idéologique ou sociale sous-jacente à l'objet ne soit d'ailleurs conservée, l'acquisition d'une technique implique nécessairement une phase d'apprentissage (par observation ou imitation) et donc une interaction entre groupes ou individus. Les savoir-faire engagés dans l'exploitation des matières osseuses offrent à ce titre un objet d'étude des plus pertinents, car ils recèlent des éléments de diagnoses chronoculturelles insuffisamment explorés (voir synthèse bibliographique et discussions *in* Goutas et Tejero, 2016). En filigrane, ce sont les modalités de peuplement et de reconfiguration des territoires culturels au fil du temps, dans l'Europe « gravettienne », qui nous intéressent, et c'est par le prisme original des systèmes d'exploitation technique des ressources animales que nous travaillons à répondre à ces questions. Pour tenter d'approcher ces perspectives anthropologiques, il est impératif en premier lieu de travailler à une caractérisation fine des industries, ce que nous essaierons d'illustrer au travers d'une étude de cas. Une phase du Gravettien se prête particulièrement bien à la discussion sur la diversité et la complexité de la production baguettaire : le Gravettien récent. Et c'est à partir des données de Lauge-rie-Haute (Dordogne) – qui a livré le plus important corpus d'industrie osseuse pour ce faciès – que nous traiterons de ces questions. Il s'agit d'ailleurs du site « princeps » pour l'identification de deux nouveaux procédés d'extraction de baguettes pour le Gravettien occidental (Goutas, 2003a). Nous résumerons les points saillants du cadre chronoculturel et archéologique de notre étude, renvoyant le lecteur aux diverses publications ici mobilisées.

### Le Gravettien récent en France

Sur le territoire français, le Gravettien récent est attesté principalement en Dordogne et dans une moindre mesure dans le Lot (par ex. Bricker et David 1984 ; Nespoulet, 2000 ; Rigaud, 2008 ; Guillermin et Morala, 2013), le Massif central (Klaric, 2000), le Cher (Kildea et Lang, 2011), le Bassin parisien (Klaric, 2013), le Nord de la France (Paris *et al.*, 2013) et depuis peu dans les Pyrénées (Klaric *et al.*, 2009 ; Simonet, 2010 et 2012). Dans le Sud, les occupations rapportées à cette phase sont essentiellement des sites en grottes ou en abris, qui prennent place entre 24,5-22,5 ka BP tandis qu'au nord, il s'agit exclusivement de sites de plein air (ou de surface) en général moins bien datés (à l'exception des sites de Mareuil et de Renancourt). Les données paléo-environnementales disponibles, et récemment révisées, indiquent un climat très froid et sec, dominé par la toundra, qui prend place après un bref épisode de réchauffement (Dansgaard-Oeschger 4), et s'achève durant la

première moitié de l'Heinrich 2 (Lacarrière, 2015). Les cortèges fauniques, bien que variables d'un site à l'autre, traduisent une prédominance du renne et du cheval (*Equus* sp. ; Lacarrière, 2015).

Le système technique lithique se caractérise par la présence de gravettes et de microgravettes, très proches de celles associées aux phases antérieures (en particulier de celles connues au Noaillien, type « Vachons » ; cf. Simonet, 2010), produites selon des savoir-faire diversifiés aussi bien sur des supports lamellaires issus de « burins-nucléus » polyédriques que sur des lames de taille variable tirées de petits et grands nucléus cintrés sur blocs (Klaric *et al.*, 2009 ; ici : fig. 2, n° 1). Le site des Peyrugues interroge sur l'existence d'un phasage interne du Gravettien récent : une composante initiale associant gravettes et microgravettes, et une autre plus récente où les microgravettes seraient très majoritaires (Klaric *et al.*, 2009 ; Guillermin, 2006). La raréfaction des gravettes au profit d'une microlithisation accrue et d'une diversification des armatures (lamelles à dos tronquées, lamelles à dos simples, et lamelles retouchées) serait vraisemblablement à mettre en relation avec des changements d'ordre cynégétique (Klaric, 2010). Ces changements dans la sphère lithique font échos aux données de l'industrie osseuse et de la faune. Ainsi, au Gravettien récent, les pointes osseuses sont assez diversifiées et traduisent la recherche de pointes majoritairement étroites et effilées, rectilignes mais aussi courbes (Roc de Combe, Pataud, Lauge-rie-Haute), et de sections fréquemment ovalaires ou elliptiques. Leurs divers aménagements (appointement proximal, incisions mésiales, méplat latéral, biseau simple ou double) augurent incontestablement d'une diversité des systèmes d'emmanchement (mâle-axial : par ex. pointes biconiques simples ; par contact-axial : par ex. pointes à base biseautée ; par contact mésial-en barbelure : par ex. pointes courbes à incisions mésiales), ainsi que peut-être des techniques de chasse associées (Goutas, 2009 et 2016 ; ici : fig. 2, n° 2). Les récents travaux de Jessica Lacarrière sur les faunes gravettiennes françaises lient, avec prudence, les changements accompagnant l'équipement cynégétique lithique et les différentes stratégies de prédation. Les gravettes et microgravettes (emmanchement axial et latéral, simple ou composites) semblent souvent associées au cheval, tandis que les lamelles à dos (pointes de projectile composite) seraient davantage représentées sur des occupations où le renne est la proie majoritaire (Lacarrière, 2015). Le caractère souvent fragmentaire des armatures lithiques ne permet pas actuellement d'avoir de certitude sur ces questions ; la difficulté étant alors de distinguer un mésial de lamelle à dos de celui d'une microgravette (comm. pers. de Laurent Klaric). Les variations dans les armatures lithiques pourraient aussi répondre à une recherche de ressources particulières, dont les qualités différentielles saisonnières (fourrure, peau par exemple), selon les espèces, l'âge et le sexe des proies chassées auraient pu conditionner une utilisation préférentielle de certains types d'armatures (Lacarrière, 2015, p. 361-362).



**Fig. 2** – Données sur le système technique du Gravettien récent. 1 : industrie lithique (dessins Laurent Klaric in Klaric 2003, fig. 112, 125, 126 et 137); a et d : gravettes et micro-gravettes (à gauche, le Cirque de la Patrie, à droite, le Blot); b et c : nucléus laminaires bipolaires (Cirque de la Patrie); e : « burins-nucléus » polyédriques (le Blot). 2 : exemples de systèmes d’emmanchement des pointes osseuses au Gravettien récent (DAO N. Goutas, d’après Knecht, 1991, fig. 4 et d’après Peyrony et Peyrony, 1938, fig. 12); a : appointement proximal et emmanchement mâle (en forme de douille); b : pointe à biseau unifacial et emmanchement axial par contact; c : pointe à méplat mésial et emmanchement par contact oblique ou en barbelure.

**Fig. 2** – Data on the technical system of the Late Gravettian. 1: lithic industry (drawings Laurent Klaric in Klaric 2003, fig. 112, 125, 126 and 137); a and d: Gravette points and micro-Gravette points (on the left, le Cirque de la Patrie, on the right, le Blot); b and c: bipolar blade cores (Cirque de la Patrie); e: polyhedral ‘burin-cores’ (le Blot). 2: examples of hafting systems related to Late Gravettian osseous points (CAD N. Goutas, after Knecht, 1991, fig. 4 and after Peyrony and Peyrony, 1938, fig. 12); a: socket-like hafting system with a single based point; b: ‘Hafting by contact’ system with a single bevelled point; c: ‘Hafting by contact’ system with a bipoint with flattened mesial surface.



## Laugerie-Haute

### Présentation du site

Laugerie-Haute est un vaste abri de 180 m de long sur 35 m de large et exposé au sud, situé sur la rive droite de la Vézère, sur la commune des Eyzies-de-Tayac. Une zone non fouillée en raison de la présence d'un habitat troglodytique divise le gisement en deux parties : est et ouest. L'abri fut découvert en 1863 par Henry Christy et Édouard Lartet. Ce dernier fouilla les couches solutréennes suivi en 1882 par Élie Massénat et Paul Girod, puis par Otto Hauser en 1895. Ce n'est qu'en 1921 que Denis Peyrony y entame des fouilles qui dureront jusqu'en 1935. De 1957 à 1959, François Bordes fouille la partie est du gisement afin d'éviter la destruction, par

les intempéries, des couches inexploitées par Denis Peyrony (Bordes, 1958). Parallèlement Philip E. L. Smith fouille les couches solutréennes situées dans la partie ouest. En 1959, François Bordes exploite le témoin laissé par Denis Peyrony et établit ainsi la postériorité de l'Aurignacien V par rapport au « Protomagdalénien » et son antériorité par rapport au Solutréen (tabl. 1). En 1967, Geneviève Guichard reprend les fouilles dans la partie est du gisement. Les niveaux gravettiens constituent la base de la stratigraphie (couches 42 à 36 à l'est et 23 à 20 à l'ouest). On l'aura compris, l'historique des fouilles de Laugerie-Haute est des plus complexes, cela se traduisant incontestablement par des biais (à la fouille ou *a posteriori*), comme cela est fréquent pour les sites en abris. Cet état de fait, autant que la complexité de la séquence stratigraphique et les inévitables palimpsestes, font de ce

Côté Ouest			Côté Est		Attributions culturelles	Datations
Peyrony*	Bordes**	Smith***	Peyrony*	Bordes**		
–	1		K	2.a, 2, 1.a, 1	Magdalénien V	Magdalénien ancien : 15875 ± 55 BP [35668] (cal. BP 19065 ± 217), Lenoble <i>et al.</i> , 2013, p. 4.
–	2		I'''	8 à 4	Magdalénien III	
–	–		Éboulis stériles			
	3		I''	16 à 10	Magdalénien II	
I	4		I'	20 à 18	Magdalénien I	
H'''	11 à 5	4 à 7 (sup.) et 1 à 3 (final)	H'''	23 à 21	Solutréen supérieur/final	
–	–		Éboulis stériles			
H''	15 à 12	9 à 11 + 8 ?	H''	28 à 25	Solutréen moyen	
H'	20 à 16	11A, 12a à 12d	H'	30 à 29	Solutréen inférieur	
G	22	non fouillé	G	31	Protosolutréen	21071 ± 97 BP [Wk-35673] (cal. BP 25224 ± 373), Lenoble <i>et al.</i> , 2013, p. 4.
Éboulis stériles						
D	25	non fouillé	-	34-33	Aurignacien V	22087 ± 109 BP [Wk-35654] (cal. BP 26518 ± 364) à 21837 ± 140 BP [Wk-35653] (cal. BP 26177 ± 448), Lenoble <i>et al.</i> , 2013, p. 4;
Éboulis plus ou moins épais, presque stérile						
–	–	non fouillé	F	38-36	Gravettien final (Protomagdalénien ou Périgordien VII).	Couche 36 : <b>21980 ± 250 BP</b> , Delporte, 1983, p. 97.
Éboulis stérile						
B'	40 à 26	non fouillé	B et B' : Périgordien III	40-42 : Périgordien VI	Gravettien récent (PIII ou PVI).	<b>21980 ± 250 BP</b> [GrN-1876], Vogel et Waterbolk, 1963 et 1967 cité in Lacarrière, 2016 ; 23951 ± 171 BP [Wk-35651] (cal. BP 28808 ± 400, Intcal 13) à 23244 ± 155 BP [Wk-35652] (cal. BP 27,966 ± 242), Lenoble <i>et al.</i> , 2013, p. 4 ; <b>24051 ± 238 BP</b> [Wk-35675] (cal. BP entre 28603 et 27704) ; <b>24054 ± 240 BP</b> [Wk-35651] (cal. BP : entre 28598 et 27704) ; <b>23338 ± 218 BP</b> (cal. BP : entre 27861 et 27214), Lenoble <i>et al.</i> , 2013, p. 11).
Couches d'argiles stériles et de petits éboulis de calcaire perméable (entre 0,60 et 1 m d'épaisseur)						

\* d'après Peyrony et Peyrony, 1968 ; \*\* d'après Bordes, 1958 ; \*\*\* Smith, 1966 d'après Lenoble *et al.*, 2013

**Tabl. 1** – Séquence stratigraphique de Laugerie-Haute.

**Table 1** – Stratigraphic sequence of Laugerie-Haute.

gisement un cas d'étude qui n'est certes pas le meilleur. Il n'en demeure pas moins incontournable eu égard à la quantité inégalée, pour le Gravettien récent, d'industrie osseuse exhumée, pour laquelle nous disposons de tous les témoins de la chaîne d'exploitation (déchets, supports, objets finis), nous permettant *via* des tests de remontages mentaux, d'en tester la cohérence et l'intégrité. La richesse et la diversité de cette collection, autant que les données de la faune et de l'industrie lithique, évoquent des occupations de type résidentiel (Sonneville-Bordes, 1960 ; Bordes, 1968). De récentes datations par ultrafiltration permettent de caler les occupations gravettiennes entre 23 et 24 non cal. ka BP, soit entre 27,2 et 28,6 cal. ka BP (tabl. 1 ; Lenoble *et al.*, 2013).

#### *Données générales sur l'industrie osseuse du Gravettien récent*

Cette industrie, riche de 340 pièces, provient essentiellement de la partie est du gisement (tabl. 2). L'ensemble des produits techniques est représenté (cf. *supra*), même si les déchets de débitage restent, comme à l'accoutumé, proportionnellement peu nombreux. Le bois de renne est la matière première la plus représentée (73 % de l'industrie, dont 80 % de produits finis), ce qui fait directement écho à la place dominante des restes de ce cervidé dans les collections fauniques (Bordes, 1978). Le travail de l'os, peu représenté en comparaison, traduit une exploitation préférentielle des os longs, secondairement des côtes. Les restes travaillés se rapportant au renne ou à cette classe d'ongulé sont peu nombreux (environ 18 % du total de l'industrie sur os). L'ivoire est assez bien représenté, avec une vingtaine de pièces recensées, se rapportant presque toutes à la catégorie des pointes de projectile. S'y ajoutent plusieurs parures sur dents animales, non intégrées ici dans les décomptes (voir Huguet, 1999).

L'étude techno-économique et les remontages par défaut (*sensu* Averbough, 2000) réalisés confirment une certaine cohérence de cette série, qui pourrait avoir moins souffert de contaminations inter-couches que le Gravettien final sus-jacent (partie est du gisement). Ce dernier, moins riche, témoigne de fortes parentés avec le Gravettien récent : ubiquité de certains déchets, procédés de débitage et types de pointes (Goutas, 2004). Ces dernières restent néanmoins toujours moins nombreuses, voire minoritaires dans le Gravettien final. Des indices de contaminations solutréennes sont aussi perceptibles. Un probable compresseur sur baguette interroge sur son

origine solutréenne, de même qu'une matrice-outil (*sensu* Goutas, 2003b, cf. *infra*). De manière générale, l'identification de marqueurs chronoculturels univoques en industrie osseuse (déchets, équipement) étant encore insuffisamment avancée, l'intégrité de nos séries reste difficile à évaluer en l'absence de datations directes. À l'inverse, et comme évoqué plus haut, des contaminations gravettiennes dans le Solutréen sont aussi connues.

### LA « PRODUCTION BAGUETTAIRE » SUR BOIS DE CERVIDÉ À LAUGERIE-HAUTE : DONNÉES ARCHÉOLOGIQUES

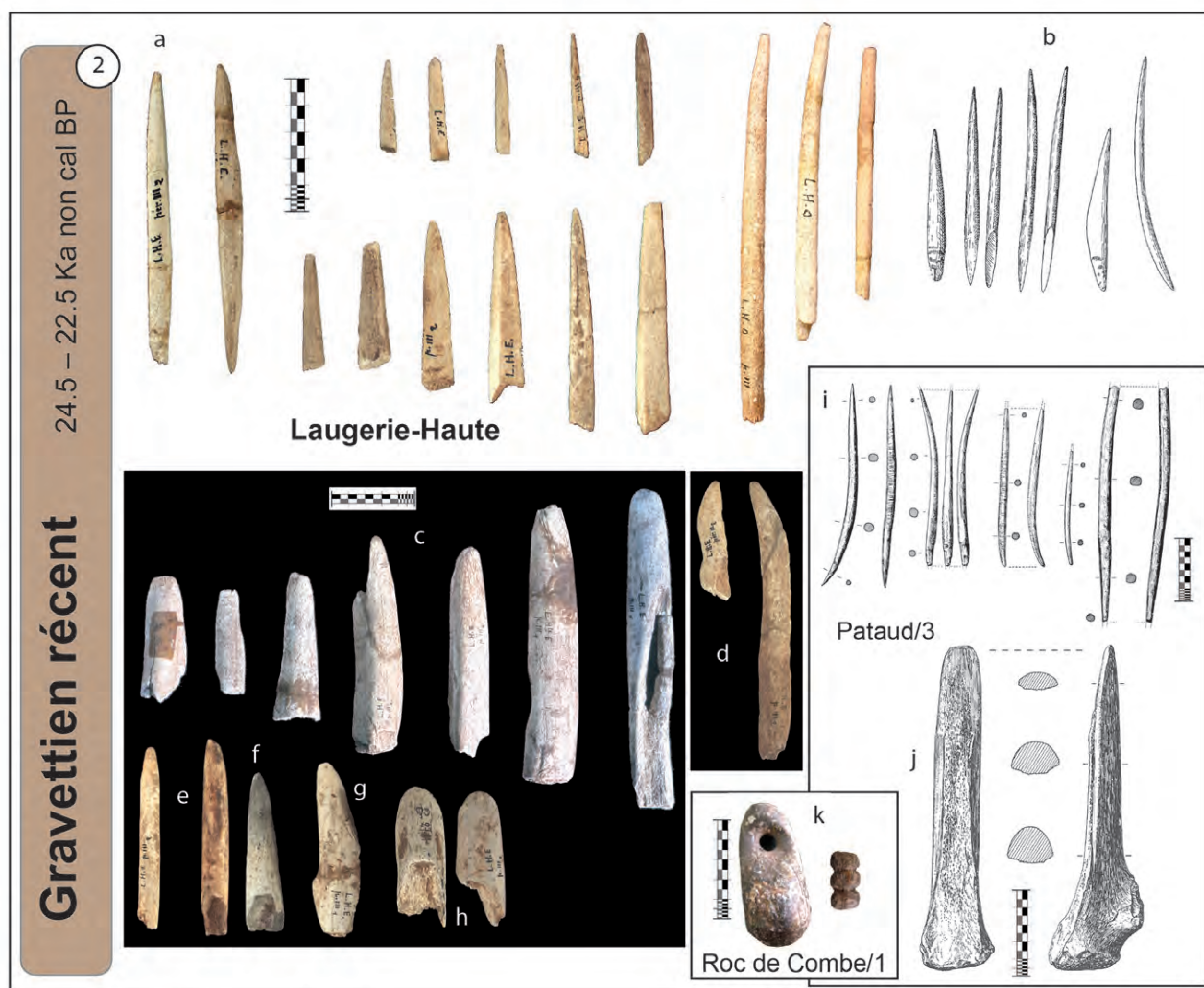
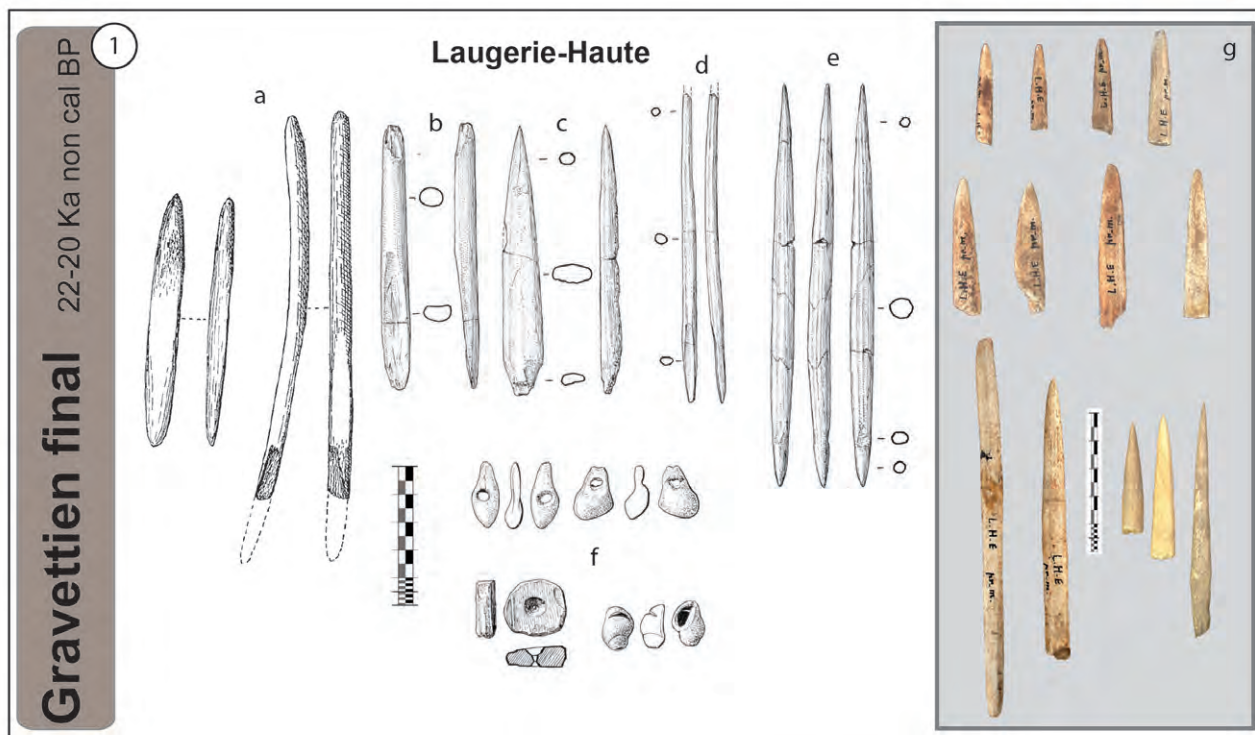
#### Les matières premières

Le bois de renne domine l'industrie, tandis que le bois de cerf reste minoritaire. L'équipement associé relève principalement d'activités cynégétiques et domestiques (fig. 3 et tabl. 3). L'exploitation des perches est dominante ; elle intervient principalement dans la production d'objets sur baguettes (outils et pointes de projectile). Toutes espèces confondues, on observe une exploitation essentiellement axée vers les bois de moyen module<sup>(6)</sup> (femelles adultes ou jeunes mâles), tandis que les bois de gros et petit modules constituent une part moins importante de l'industrie (fig. 4, n° 1). Au regard des modules représentés parmi les déchets sur bois de massacre (NR = 11) et de chute (NR = 8), cette orientation préférentielle pour les bois de moyen module pourrait avoir été conditionnée par la ressource localement disponible. En effet, si les bois acquis par collecte se rapportent à tous types de modules, ceux de massacre se rapportent majoritairement à des bois de moyen et petit modules, ce qui pourrait évoquer des épisodes de chasse saisonniers tournés vers des troupeaux de femelles accompagnées de leurs petits. Aucune étude archéozoologique détaillée des niveaux gravettiens de Laugerie-Haute n'étant publiée, il ne s'agit que d'une hypothèse. D'après une synthèse sur près d'une vingtaine de gisements du Sud-Ouest français prenant en compte différentes périodes du Paléolithique supérieur, dont le Gravettien, plusieurs hypothèses ont toutefois été émises concernant la démographie et la saisonnalité des chasses au renne dans la région (Fontana, 2000). Sur la majorité de ces gisements, ces chasses se dérouleraient majoritairement entre la fin novembre et le mois de mai ; elles

Provenance par localisation dans l'abri	Bois de renne	Bois de cerf	Bois de cervidé indéterminé	Os	Ivoire	Matière indéterminée	Total
Laugerie-Haute Est	187	5	0	31	17	21	261
Laugerie-Haute Ouest	61	1	1	10	3	3	79
Total	248	6	1	41	20	24	340

**Tabl. 2** – Industrie osseuse du Gravettien récent de Laugerie-Haute : les matières premières.

**Table 2** – *Osseous industry stemming from the Late Gravettian of Laugerie-Haute: the raw materials.*



**Fig. 3 (page précédente)** – Équipement en bois de cervidé, parures en matières dures animales et en lignite du Gravettien de Laugerie-Haute. 1 : Gravettien final; a : pointes à méplat mésial; b et d : pointes à biseau unifacial; c : pointe à « base raccourcie » (déchets de fabrication : de mise à longueur du support, de réfection etc.); e : pointe à étranglement proximal; f : parure (craches de cerf et coquillage percés, ébauche de pendant discoïde en lignite); g : fragments de pointes (1a et 2b : Peyrony et Peyrony, 1938, fig. 16 et fig. 6; 1b à 1f : Bordes, 1978, fig. 8 et 9; 1g : clichés N. Goutas; 2a à 2c : © MNPE, dist. RMN, clichés P. Jugie). 2 : Gravettien récent; a : fragments de pointes et double-pointes; b : pointes à biseau unifacial et pointe biconique courbe; c, g et h : outils à partie active mousse et/ou biseauté; d : outils à partie active mousse déjetée (type lisseur); e : pointe mousse sur digitation de renne. Gravettien récent de Pataud - i : pointes variées; j : matrice-outil (Bricker et David, 1984, fig. 31 et fig. 8). Roc de Combe, l : perle globuleuse (imitation de crache) et perle lobée (clichés N. Goutas).

**Fig. 3 (previous page)** – *Artefacts made of deer antler, personal ornaments made of hard animal materials and jet stemming from the Gravettian layers of Laugerie-Haute. 1: Final Gravettian; a: point with a flattened mesial surface; b and d: single beveled points; c: point with a "shortened base" (waste related to the manufacturing of points); e: point with bilateral notches; f: ornaments (red deer canine, perforated shells, roughout of a disk-shaped pendant made of jet); g: fragments of points (1a and 2b: Peyrony and Peyrony, 1938, fig. 16 and fig. 6; 1b to 1f: Bordes, 1978, fig. 8 and fig. 9; 1g: photographs N. Goutas; 2a to 2c: MNPE, dist. RMN, photographs Philippe Jugie). 2) Late Gravettian – a: fragments of points and bipoints; b: single beveled points and curved biconical point; c, g and h: tools with a smoothed and/or beveled active end; d: tools with a smoothed offset end; e: smoothed and massive points made on reindeer tine. Late Gravettian of Pataud; i: various points; j: 'matrix-tool' (Bricker and David, 1984, fig. 31 and fig. 8). Roc de Combe, k: Globular bead (imitation of a red deer canine) and lobed bead (photographs N. Goutas).*

seraient non sélectives et orientées sur les hardes hivernales (femelles adultes, faons et subadultes). La mise en évidence de différentes saisons d'occupation dans le niveau Gravettien récent de Roc de Combes (Dordogne), est interprétée par Jessica Lacarrière (Lacarrière, 2015) comme le résultat d'un palimpseste. D'après l'auteur, une sélection de jeunes individus aurait possiblement été opérée de manière intentionnelle, pour l'acquisition de ressources spécifiques (peaux). Les travaux d'Anne Pike-Tay et Harvey M. Bricker (Pike-Tay et Bricker, 1993) sur les faunes des niveaux supérieurs du Gravettien de Pataud, signalent quant à eux des chasses sélectives tournées vers des rennes adultes. Ces quelques données, si elles n'apportent pas de réponses claires concernant les modalités d'acquisition des bois, permettent en tout cas de souligner la complexité de cette question. En effet, il subsiste des incertitudes concernant l'éthologie du renne au Paléolithique (migrateurs ou non migrateurs, voir Kuntz, 2011), et par conséquent des questions émergent sur la disponibilité ou l'indisponibilité locale des bois une grande partie de l'année.

### Quels objectifs économiques ? Quels procédés ?

Le débitage du bois de cervidé à Laugerie-Haute relève de trois schémas de transformation, dont deux principaux :

- le tronçonnage (ou la segmentation), dont la finalité est la production de supports en volume (sur perche, andouiller ou épois). La procédure suivie peut commencer par un élagage (suppression de l'empaumure, des épois et des andouillers);

- l'extraction, dont la finalité est la production de baguettes (par prélèvement sélectif et contrôlé de matière). La procédure suivie peut commencer là aussi par un élagage ou encore la production d'un bloc secondaire en volume qui fera office de matrice d'extraction. Quarante-quatre extractions ont été dénombrées sur les matrices. Les baguettes (NR = 51) et les produits finis associés (NR = 107, soit 87 % de l'équipement) tiennent une place centrale (43 % de l'industrie en bois de cervidé)

et sont associés à trois principaux procédés de débitage : le double rainurage longitudinal (DRL), le tronçonnage-fendage (TF) et le tronçonnage-rainurage fendage (TRF);

- le troisième, minoritaire, est le schéma de transformation par bipartition, lui aussi associé à une production baguettaire. Il fait intervenir deux des trois procédés employés pour le débitage par extraction (cf. *infra*).

Le DRL, exclusivement associé à un débitage par extraction, consiste à réaliser deux rainures profondes (jusqu'à atteindre le tissu spongieux sur toute la longueur du futur support), à l'aide d'un outil offrant une partie active burinante (de type burin ou lame cassée). Les rainures sont positionnées selon la forme et les dimensions attendues pour le futur support, en tenant compte des contraintes morphologiques du bloc. Le DRL parallèle est associé à la production de baguettes de contour quadrangulaire, mais un DRL convergent pour la production de supports préformés en double-pointe pourrait aussi avoir été mis en œuvre. Dans le cadre d'un DRL parallèle, un sectionnement d'une ou des deux attaches des baguettes est nécessaire (ici par percussion tranchante essentiellement), avant de finaliser le détachement du support par percussion linéaire indirecte, à l'aide d'une pièce intermédiaire insérée en force dans les sillons de rainurage. Les stigmates techniques associés sur les matrices permettent d'exclure le recours à des pièces intermédiaires lithiques (voir critères *in* Rigaud, 1984; Mujika Alustiza, 1990; Legrand, 2000). Ce sont indubitablement des outils d'une dureté inférieure ou égale à celle du bois animal qui ont été utilisés. La série gravettienne de Laugerie-Haute livre à ce titre une vingtaine d'outils en bois de cervidé (sur baguettes, andouillers ou de type « matrices-outils ») portant, pour beaucoup d'entre eux, les stigmates fonctionnels d'une percussion bipolaire (écrasements, esquillements, etc.), mais aussi des fractures fonctionnelles par flexion. La majorité présente des largeurs importantes (30 à 40 mm), pour des épaisseurs plus variables (11 à 32 mm). La série comporte aussi des percuteurs en pierre (galets) et un possible percuteur en bois de renne (Goutas, 2004, p. 639)

Statut technique	Catégories techno-fonctionnelles	Indét.	Bois de cerf	Bois de renne	Total
Déchets de fabrication (NR : 71)	Matrices d'extraction		1	25	26
	Autres déchet de débitage		3	12	15
	« Matrices-outils »		1	18	19
	Blocs secondaires potentiels sur tronçons (perche)			4	4
	Chutes de mise à longueur ou de réfection de pointes (éléments à base raccourcie)			7	7
Supports (NR : 53)	Baguettes brutes de débitage			41	41
	Baguettes en cours de façonnage		1	11	12
Ébauches (NR : 6)	Ébauche de pointe			5	5
	Ébauche de pointe ?			1	1
Équipement de predation (NR : 81)	Double-pointe simple			5	5
	Pointe à biseau facial			6	6
	Pointe à biseau facial strié			3	3
	Pointe à biseau facial + méplat mésial			1	1
	Pointe à biseau bilatéral effilé			1	1
	Pointe à biseau latéral effilé			2	2
	Pointe à biseau latéral effilé et strié			3	3
	Pointe à biseau bifacial			1	1
	Pointe à biseau bifacial strié			1	1
	Pointe à incisions mésiales			5	5
	Pointe à méplat latéral			4	4
	Pointe à méplat latéral incisé			1	1
	Pointe de type non déterminé de sections variées			48	48
Équipement de transformation (NR : 30)	Biseau bifacial sur baguette			3	3
	Biseau bifacial sur tronçon de perche			1	1
	Biseau unifacial sur baguette			7	7
	Outils à partie active mousse sur baguette			19	19
Parure (NR : 1)	Pendeloque			1	1
Divers (NR : 13)	Court objet biseauté et à partie active mousse (compresseur ?)			1	1
	Crochet : statut fonctionnel indéterminé			1	1
	Indéterminé			1	1
	Divers fragments objets appointés indéterminés	1		3	4
	Grosse pointe sur fût d'andouiller			2	2
	Andouiller ou épois raclé			3	3
	Baguette de type demi-ronde			1	1
<b>Total</b>		<b>1</b>	<b>6</b>	<b>248</b>	<b>255</b>

**Tabl. 3** – Composition de l'industrie en bois de cervidé du Gravettien récent de Laugerie-Haute.

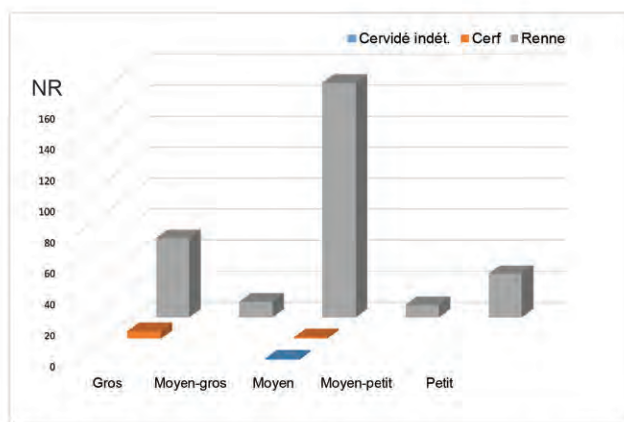
**Table 3** – *Composition of the cervid antler industry stemming from the Late Gravettian layer of Laugerie-Haute.*

dont l'utilisation aura pu être combinée avec celle des biseaux en bois de cervidé.

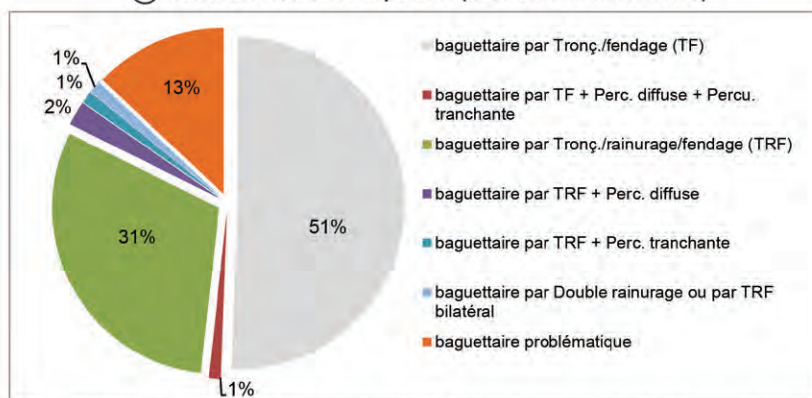
Le tronçonnage-fendage (TF) et le tronçonnage-rainurage-fendage (TRF) relèvent aussi d'un débitage par extraction, et ponctuellement par bipartition (cf. *infra*). Environ 80 produits attestent de ce type de débitage : déchets, supports, outils (cf. fig. 4, n° 2 et tabl. 4). Le TF et le TRF consistent à fendre des tronçons, obtenus par segmentation, à l'aide d'une pièce intermédiaire (percussion linéaire indirecte), sans autre préparation préalable dans le cadre du TF ou après l'aménagement d'un sillon de rainurage sur une face du bloc, rarement deux, dans le

cadre du TRF<sup>(7)</sup>. Le TF est surtout attesté sur des bois de gros et secondairement de moyen modules, tandis que le TRF est légèrement plus fréquemment employé sur des bois de moyen module. Ces deux procédés sont exceptionnellement attestés sur des bois de petit ou moyen-petit modules.

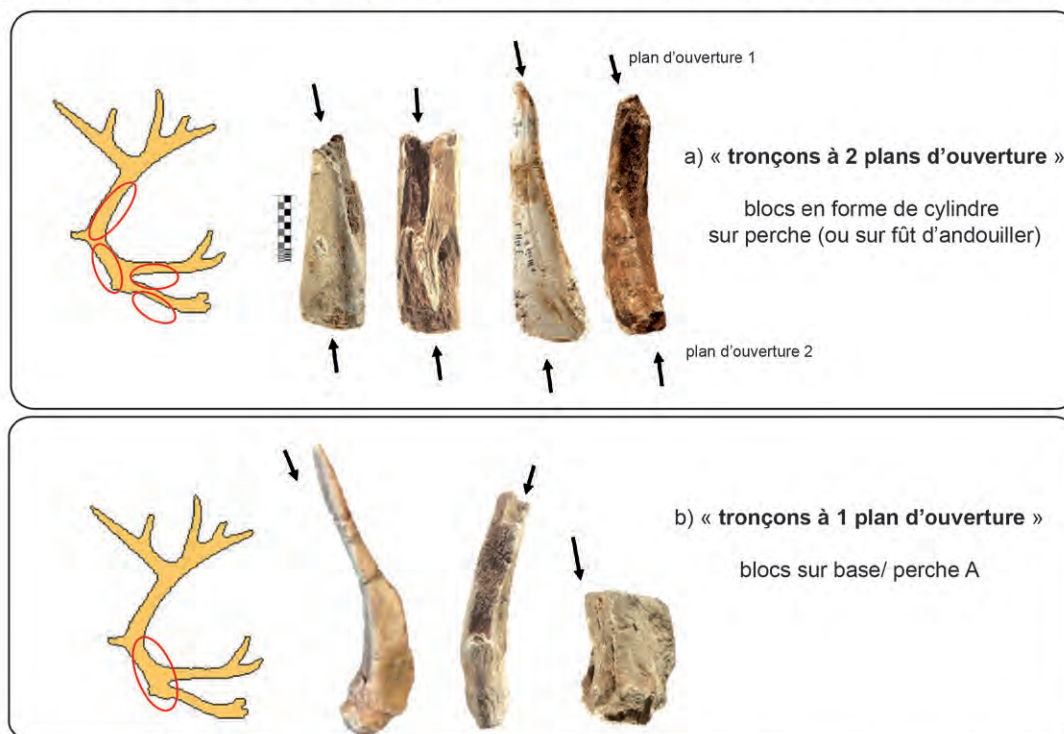
À la différence de la production baguettaire par DRL qui peut être conduite directement sur bloc primaire, le TF et le TRF sont nécessairement mis en œuvre sur blocs secondaires (Liolios, 1999 ; Goutas, 2004), afin de pouvoir initier le fendage ou permettre la progression longitudinale de l'onde de fracture, y compris lorsque celle-ci



① Modules des bois exploités (tous restes confondus)



② Proportion des différents débitages baguettaires (DRL exclus) au sein de l'industrie en bois de cervidé



③ Exemples de blocs secondaires sur bois de renne identifiés au sein de la série

**Fig. 4** – Le débitage baguettaire dans le Gravettien récent de Laugerie-Haute; 1 : modules des bois exploités; 2 : proportions des différents procédés de débitage baguettaire d'après les déchets, supports et objets finis en bois de cervidé; 3 : blocs secondaires sur tronçons, a : à un plan d'ouverture, b : à deux plans d'ouverture (clichés N. Goutas).

**Fig. 4** – Rod-shaped blank production during the Late Gravettian of Laugerie-Haute; 1: antler size classes; 2: proportions of the various processes involved in rod-shaped blank production according to waste, blanks and finished objects made of cervid antler; 3: 'secondary blocks' on antler sections, a: with one opening plane, b: with two opening planes (photographs N. Goutas).

Débitage	Pièce associée	Total
Baguettaire par DR ou par TRF bilatéral	Matrice-outil	1
Baguettaire par TF	Baguette brute de débitage (BBD)	24
	Baguette en cours de façonnage (BDCF)	2
	BDCF ou objet fini	1
	Matrice de débitage	5
	Matrice-outil (MO)	5
	Objet fini sur baguette	5
Baguettaire par TF + PLD + PT	Matrice de débitage	1
Baguettaire par TF ou TRF	BBD	2
	BCDF	1
	Objet fini sur baguette	1
	Objet fini sur support en volume	1
Baguettaire par TF probable	BCDF	1
	Matrice de débitage/MO	2
Baguettaire par TRF	BBD	5
	BCDF	1
	Matrice de débitage	6
	Matrice-outil	1
	Objet fini sur baguette	9
Baguettaire par TRF + PLD		2
Baguettaire par TRF + PT		1
Baguettaire par TRF possible	Objet fini sur baguette	1
Baguettaire/bipartite par TF	BBD	1
Baguettaire/bipartite par TF ou TRF	Objet fini sur baguette	2
Baguettaire/bipartite par TRF	Objet fini sur baguette	3
Baguettaire/bipartite par TRF bilatéral	BBD	1
<b>Total</b>		<b>85</b>

**Tabl. 4** – Variabilité des procédés de débitage recourant à des techniques de fracture et de coupe dans l’industrie en bois de cervidé du Gravettien récent de Laugerie-Haute.

*Table 4* – Variability of the debitage processes using fracturing and cutting techniques in the cervid antler industry stemming from the Late Gravettian of Laugerie-Haute.

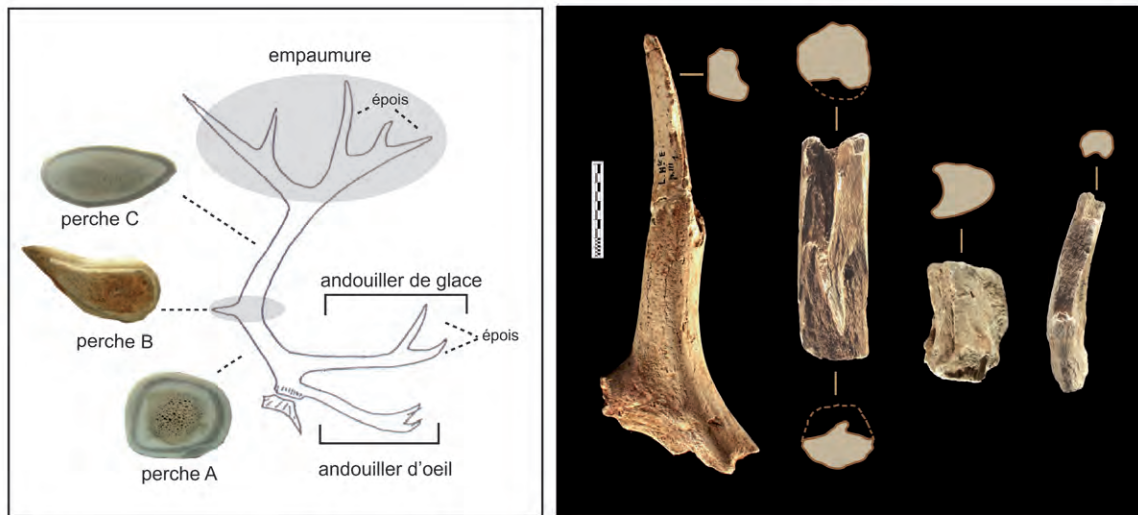
début à partir des bords latéraux du tronçon (cf. *infra*, données expérimentales). Nous avons ainsi identifié :

- des blocs secondaires sur tronçons de types variés, principalement sur perche A, plus rarement sur andouiller (fig. 5, n° 1). Ils forment des cylindres réguliers (perche A ou C) ou naturellement « coudés » (perche A-B-C ou B-C) dont l’épaisseur, la largeur et la forme dépendent de la portion anatomique exploitée. Ils se caractérisent par la présence de deux « plans de débitage<sup>(8)</sup> » potentiels et opposés, et seront désignés comme « tronçons à deux plans d’ouverture » (fig. 4, n° 3a), dans la mesure où ici le fendage n’est pas nécessairement initié à partir des extrémités du bloc (dans le cas du TRF, voir *infra*, expérimentation). L’exploitation de ce type de blocs est aussi déduite de la présence de sept baguettes-bipartites, auxquelles s’ajoutent potentiellement deux pièces signalées dans le Solutrén moyen (Agoudjil, 2005 ; Baumann, 2014, fig. 204a et e) et vraisemblablement intrusives. Dans le Solutrén moyen également, nous avons identifié un tronçon de

perche B-C (Baumann, 2014, fig. 207), dont les stigmates associés nous évoquent un débitage par TRF.

- des blocs secondaires sur base-perche A, que nous dénommerons « tronçons à un plan d’ouverture », car seule une extrémité du bloc a été tronçonnée (fig. 4, n° 3b).

La majorité des baguettes prélevées sur perche relève d’un débitage par extraction *stricto sensu*, ce qui donne lieu à la formation d’un déchet caractéristique nommé « matrice d’extraction » (Averbough 2000). Certaines sont des « matrices-outils » (fig. 5, n°s 2-4 et fig. 6, n° 1). Le TF est associé à des matrices d’extraction unique (rarement double), pour lesquelles le fendage est unipolaire, et à des matrices d’extraction multiple, pour lesquelles le débitage est bipolaire et semi-envahissant (fig. 7, n°s 1-2). Le TRF est, quant à lui, associé à des matrices d’extraction unique relevant d’un débitage unipolaire, et à des matrices d’extraction double engageant un débitage bipolaire et unifacial (fig. 7, n°s 3-4).



① Nomenclature anatomique du bois de renne (d'après Averbough, 2000)

② Matrices d'extraction en bois de renne de moyen et petit modules (dont une matrice-outil à gauche)



③ Matrices d'extraction en bois de renne de moyen et gros modules

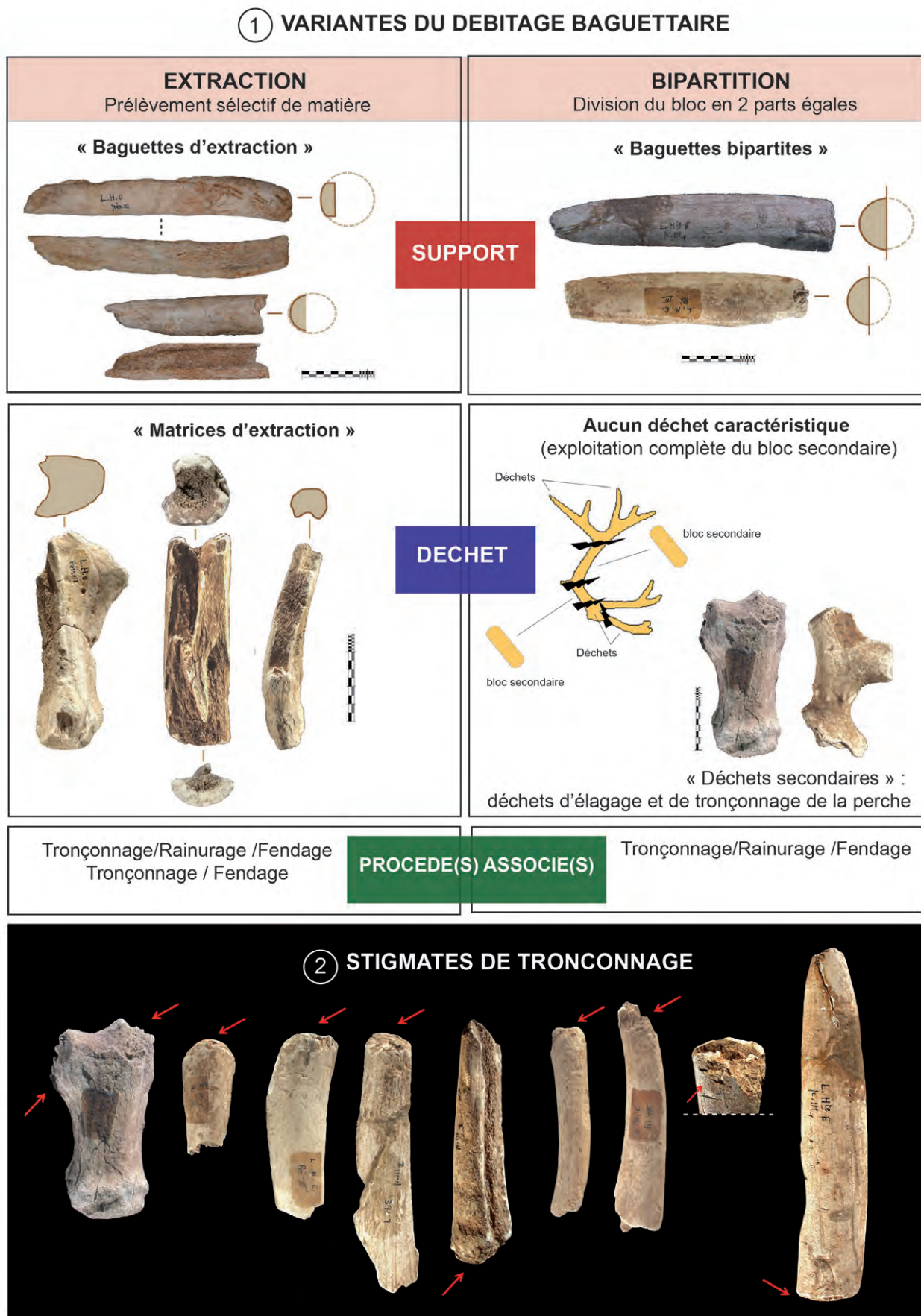


④ « Matrices-outils » sur bois de renne.

**Fig. 5** – Le débitage baguettaire dans le Gravettien récent de Laugerie-Haute. 1 : nomenclature anatomique du bois de renne (d'après Averbough, 2000); 2 et 3 : matrices d'extraction en bois de renne; 4 : matrices-outils (clichés N. Goutas).

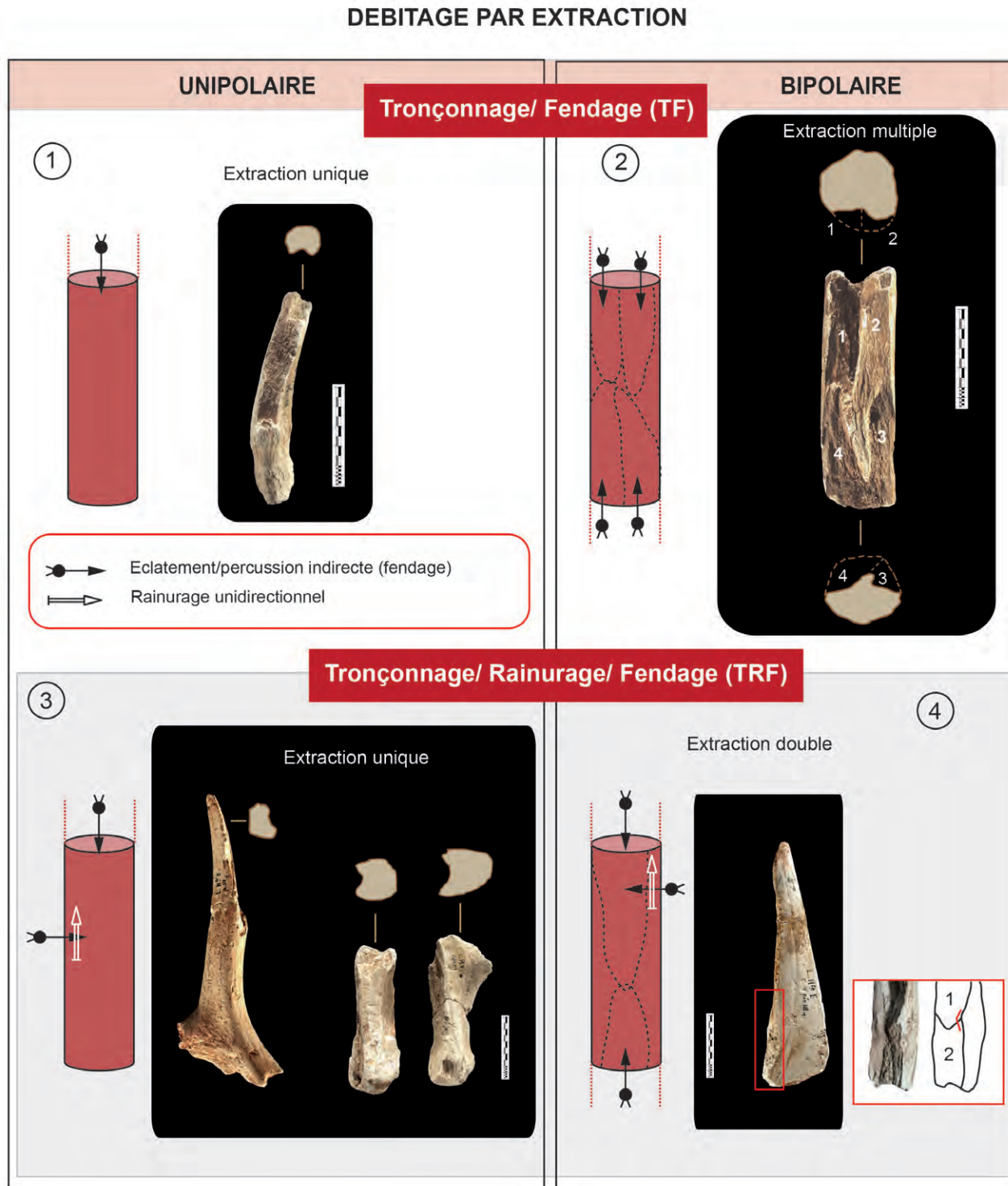
**Fig. 5** – Rod-shaped blank production during the Late Gravettian of Laugerie-Haute. 1: anatomical nomenclature of reindeer antler (after Averbough, 2000); 2 and 3: reindeer extraction matrices; 4: tool matrices (photographs N. Goutas).





**Fig. 6 – 1 :** variantes du débitage baguettaire ; 2 : stigmates liés au tronçonnage par entaillage (clichés et DAO N. Goutas).

**Fig. 6 – 1:** variants of rod-shaped blank production; 2: stigmata related to sectioning by cutting (photographs and CAD N. Goutas).



**Fig. 7** – Extraction de baguettes par tronçonnage-fendage (TF) et tronçonnage-rainurage-fendage (TRF). 1 : TF unipolaire; 2 : TF bipolaire; 3 : TRF unipolaire; 4 : TRF bipolaire (clichés et DAO N. Goutas).

**Fig. 7** – Extraction of rod-shaped blanks by sectioning/splitting. 1: unipolar; 2: bipolar and by sectioning/grooving/splitting; 3: unipolar; 4: bipolar (photographs and CAD N. Goutas).

En revanche, les rares débitages conduits sur fûts d'andouillers peuvent être rapportés à une bipartition. Ce type de débitage ne produit pas de déchets, autres que ceux en lien avec l'élagage du bloc primaire et le tronçonnage de la perche, car les deux baguettes-bipartites obtenues au terme de la division du bloc secondaire ont

théoriquement été utilisées comme supports d'outils (fig. 6, n° 1). On notera que les quelques cas de bipartition identifiés sont presque exclusivement réalisés par TRF et que les baguettes associées ne montrent pas de différences majeures (forme et sections) avec certaines baguettes obtenues par extraction selon le même procédé. Cette dis-

inction entre bipartition et extraction atteint sans doute ici ses limites, comme nous le développerons par la suite.

### Mise en œuvre du tronçonnage : quels stigmates associés ?

On l'a vu, la première étape consiste à produire un bloc secondaire sur perche, exceptionnellement sur andouiller, par percussion tranchante (périphérique ou semi-périphérique) finalisée par un détachement en percussion diffuse ou une flexion. Cette étape se matérialise par la présence d'entailles (pans de coupe) aux extrémités des baguettes, des objets finis et des déchets de débitage, dont les matrices (fig. 6, n° 2). Ces entailles sont de formes et de dimensions variées. Leurs variations morphologiques sont fonction du type d'outils percutants utilisés, de l'angulation du geste de percussion sur le bois, et probablement aussi du recours ou non à un emmanchement, de la dextérité des fabricants autant que d'un possible état de fraîcheur différentiel des bois débités. Dans certains cas, la morphologie punctiforme des entailles, très grossières, peu profondes, et leur intense superposition, suggèrent l'intervention d'un outil assez robuste et lourd, de type nucléus, galet taillé ou simple bloc de pierre aux bords anguleux aménagés ou non. Dans d'autres cas, les négatifs d'enlèvements, de section fréquemment dissymétrique, correspondent au détachement de véritables copeaux. Sur la paroi « descendante » de ces négatifs, on notera la présence fréquente de courtes stries perpendiculaires, résultant « du micro-écaillage qui se forme sur le fil du tranchant des outils en pierre au fur et à mesure de l'entaillage » (Maignot, 2003, p. 83). La morphologie de ces entailles pourrait traduire l'utilisation d'un outil à tranchant plus régulier que précédemment (de type lame ou éclat).

### Mise en œuvre de l'extraction et de la bipartition : quels principaux stigmates en lien avec quel(s) procédé(s) ?

*Le pan de fracture : un stigmate commun  
au tronçonnage-fendage (TF)  
et au tronçonnage-rainurage-fendage (TRF)*

Le fendage se matérialise par la présence d'un pan de fracture longitudinal, c'est-à-dire « une cassure ou une coupure sécante à la surface » (Averbouh, 2000, p. 184 ; ici : fig. 8, n° 1). Dans sa totalité, il se compose de deux pans latéraux et d'une surface d'arrachement, correspondant à la surface comprise entre les deux pans latéraux (Averbouh, 2000). Il affecte la face inférieure des baguettes et les négatifs d'extraction des matrices. Il s'agit du principal stigmate visible tant pour le TF que pour le TRF.

Nous avons considéré comme anthropiques les pans de fracture recoupés par des stigmates de façonnage ou d'utilisation, ou directement associés à des stigmates techniques en lien avec les différentes actions postérieures ou concomitantes au fendage. C'est le cas notamment

du sillon de rainurage, des écrasements, des écailllements ou encore des languettes d'arrachement. L'identification sur le matériel archéologique des stigmates les plus discrets (sous loupe binoculaire) aura notamment été possible grâce aux données de l'expérimentation (cf. *infra*).

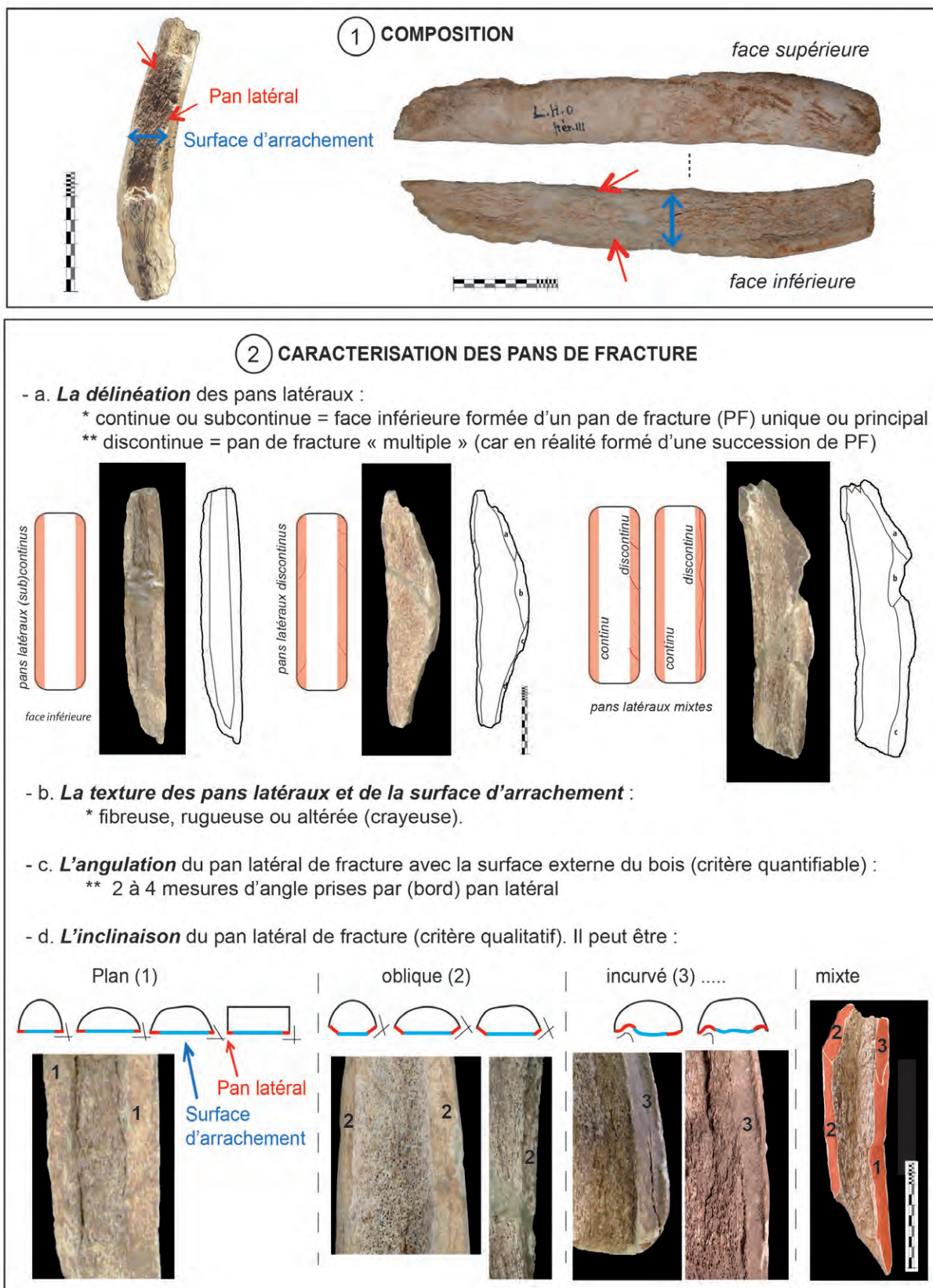
Sur le mobilier de Laugerie-Haute, les pans de fracture peuvent être qualifiés de continus, discontinus ou mixtes (fig. 8, n° 2a), lorsqu'il existe une ou plusieurs ruptures dans la délimitation des pans latéraux et éventuellement de la surface d'arrachement. La texture du pan de fracture (par ex. Bonnichsen, 1978 ; Morlan, 1980 cités in Boulestin, 1999) peut être qualifiée de fibreuse, rugueuse, lisse (Averbouh et Pétillon, 2011) ou crayeuse (Baumann et Maury, 2013 ; ici : fig. 8, n° 2b). L'angle que forme le pan de fracture avec la surface externe du bois peut aussi être mesuré (Liolios, 1999 ; Averbouh et Pétillon, 2011 ; Pétillon et Ducasse, 2012 ; Baumann et Maury, 2013), cette fois encore à l'image des critères définis initialement pour les pans de fracture sur os (par ex. Bonnichsen, 1978 ; Villa et Mahieu, 1991 ; ici : fig. 8, n° 2c). Dans le cadre de cette étude, les mesures d'angles ont été réalisées à l'aide d'une « échelle d'angles précalibrés » en carton rigide réalisée par nos soins, selon le modèle publié par Bruno Boulestin (Boulestin, 1999, p. 104 et fig. 25) pour une application sur ossements humains ; cet outil de mesure, simple de confection, s'inspire directement de ceux utilisés de longue date par les technologues de la pierre (Valla, 1984, fig. 7, p. 25), et depuis peu de l'industrie osseuse (Treuillot, 2016) ; il s'inspire aussi des outils de mesure des couturiers. Deux à quatre mesures ont été prises par pan latéral de fracture. Les mesures d'angles sont très variables, avec des valeurs comprises entre 30° et 90° pour le TRF et le TF. La majorité des pièces<sup>(9)</sup> débitées par TF et TRF présente des angulations relativement équivalentes sur leurs deux bords, mais des différences importantes allant du simple au double sont aussi observées. Un même bord peut, en outre, présenter des angles très différents à ses deux extrémités ou en son milieu. De fait, ce critère, bien que fréquemment pris en compte dans la littérature, nous semble difficilement exploitable pour une approche statistique pertinente. Les données relatives à l'angulation des pans de fracture, au même titre que celles relatives à la structure des surfaces de fracture, seront discutées plus en détail quand nous aborderons la question de l'état de fraîcheur des bois travaillés.

L'inclinaison des pans latéraux peut être classée en quatre tendances (d'après Villa et Mahieu, 1991 ; Valensi, 1994, voir aussi Christensen, Goutas *et al.*, ce volume ; ici : fig. 8, n° 2d), qui peuvent se combiner sur une même pièce (déchet, support ou outil) : plan, oblique (bord sail-lant), incurvé (pan en forme de « gouttière ») ou mixte.

*Le sillon de rainurage : un second stigmate  
principal en association avec le tronçonnage-  
rainurage-fendage (TRF)*

Il est unilatéral, rarement bilatéral et se situe indifféremment sur le bord gauche ou droit de l'outil, de la matrice d'extraction ou de la baguette<sup>(10)</sup>. Il est réalisé à proximité du (ou d'un) « plan d'ouverture » (en moyenne

Des procédés de débitage ... aux stigmates techniques : les stigmates principaux  
**Le pan de fracture**



**Fig. 8** – Le pan de fracture. 1 : composition ; 2 : caractérisation (clichés et DAO N. Goutas).

**Fig. 8** – The fracture facet. 1: composition; 2: characterisation (photographs and CAD N. Goutas).

à environ 40-50 mm) ou à mi longueur du bloc secondaire. Sur nombre de blocs ou de baguettes, on peut encore parfaitement lire les stigmates d'amorce et de fin de rainurage (fig. 9, n<sup>os</sup> 1-3). La longueur des sillons de rainurage est très variable : entre 15 et 186 mm, mais se situe majoritairement entre 25 et 65 mm de long.

Le matériel de Laugerie-Haute montre des récurrences qui permettent de distinguer trois variantes dans l'aménagement de cette rainure :

- soit le pan de rainurage est rectiligne, d'amplitude variable – court ou long – au point, dans de rares cas de couvrir toute la longueur du bord concerné (fig. 9, n<sup>o</sup> 4a) ;

- soit il est rentrant et suit une déclivité légère de quelques degrés; cette fois encore le pan de rainurage peut être court ou long, mais il n'est jamais couvrant (fig. 9, n<sup>o</sup> 4b) ;

- soit il forme un « aménagement en œillère<sup>(11)</sup> », il rentre alors profondément dans la matière, générant la formation d'une dépression en demi-lune. Dans tous les cas de figure, il est court ou d'ampleur limitée (fig. 9, n<sup>o</sup> 4c).

La raison de ces variantes dans la localisation et la morphologie des sillons de rainurage sera recherchée par la suite *via* les données expérimentales. Plus largement, on s'interrogera sur l'utilité même, dans certains cas, d'associer un rainurage au fendage.

### *Une production baguettaire mais différents procédés et méthodes... pour différents types de baguettes et différentes finalités économiques*

Les baguettes associées au DRL offrent des sections principalement subquadrangulaires et planconvexes ; leur contour est quadrangulaire et leur profil généralement rectiligne. Les produits baguettaires associés au TF et au TRF sont de section planconvexe ou convexe-concave trapue, planconvexe aplatée, subquadrangulaire ou encore subtrapézoïdale, suivant la portion anatomique exploitée, la délinéation de la progression de l'onde de fracture dans la matière ou encore la présence et le positionnement d'une éventuelle rainure sur le bloc (fig. 10, n<sup>os</sup> 1-2). Leur contour est quadrangulaire ou fusiforme (fig. 10, n<sup>o</sup> 3). Ce dernier constat vaut aussi pour les négatifs d'extraction. Enfin, les profils des supports associés au TF et au TRF peuvent être classés en quatre tendances (fig. 10, n<sup>o</sup> 4) :

- « en barquette » lorsqu'un (ou les deux) bord(s) du support est (sont) formé(s) de pans latéraux de fracture convergents ;

- « réfléchi » (lorsqu'il suit une progression rectiligne dans sa partie proximale, « [...] s'arque brusquement et recoupe avant terme la face supérieure du support, formant parfois un arrondi distal [...] » (d'après Inizan *et al.*, 1995, p. 36) ;

- convexe-concave, lorsque l'onde de fracture est rentrante dans la matière ;

- rectiligne, lorsque l'onde de fracture a filé axialement jusqu'à l'extrémité du tronçon.

D'un point de vue dimensionnel, d'après les négatifs d'extraction et les rares objets complets associés au TF et

au TRF, la longueur des supports recherchés est comprise entre 95 mm et 198 mm. Les longueurs les plus importantes sont associées au TRF. Pour les deux procédés, les largeurs et les épaisseurs des baguettes et des objets finis sont assez variables, mais elles sont plus dispersées pour le TRF (fig. 11, n<sup>os</sup> 1a-b). Leur largeur moyenne est équivalente, avoisinant 23,5 mm, tandis que la moyenne des épaisseurs est un peu plus importante dans le cas du TRF (13,4 mm) que dans celui du TF (11,7 mm). On observe des chevauchements dimensionnels entre les produits obtenus par TF et ceux en lien avec le TRF. Ces derniers forment, en outre, un groupe bien distinct de celui des produits obtenus par DRL (ou théoriquement associés à ce procédé, cf. *infra*), dont les rapports largeur/épaisseur sont nettement inférieurs (fig. 11, n<sup>o</sup> 2), à l'exception de trois pièces qui s'isolent métriquement du reste de cette production (cf. *infra* et fig. 11, n<sup>o</sup> 1c). Il apparaît clairement que les objectifs économiques sous-jacents à l'utilisation du TF et du TRF diffèrent radicalement de ceux incombant à l'usage du DRL. Et pour cause, les deux premiers procédés sont associés à la production d'outils majoritairement massifs, à partie active mousse ou biseautée et peu façonnés (cf. fig. 3, n<sup>os</sup> 2c, d, g et h). Concernant le DRL, les objets finis que nous lui associons sont de plusieurs types :

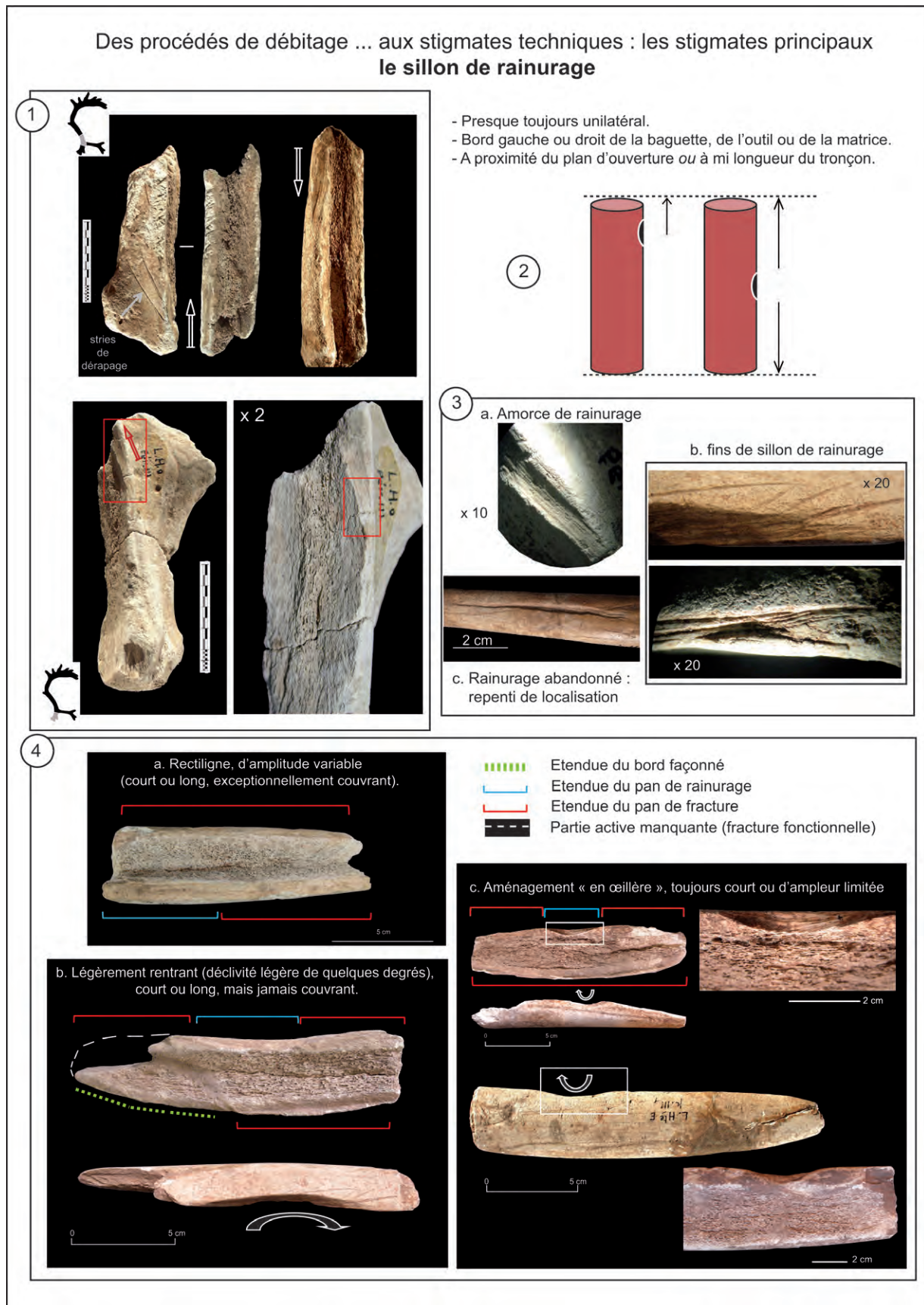
- D'une part, il s'agit principalement de pointes de projectiles (n = 79 en bois de cervidé), dont le façonnage très poussé a supprimé tout ou partie des stigmates de débitage. Les négatifs d'extraction présents sur les matrices (tous procédés confondus) sont trop larges pour correspondre à ce type de production, à la différence de quelques baguettes obtenues par DRL, qui par leurs dimensions, modules et partie anatomique (perche essentiellement) sont compatibles avec les supports utilisés pour la fabrication des pointes. *A contrario*, aucun des supports produits par TF et TRF n'est compatible avec cette production. Ce décalage peut s'expliquer à la lueur de plusieurs hypothèses :

- les matrices d'extraction correspondant aux pointes de projectiles et aux baguettes retrouvées sur le site se trouvent dans une zone non fouillée du gisement, peut-être en dehors de l'abri (aire d'atelier spécialisé?) ;

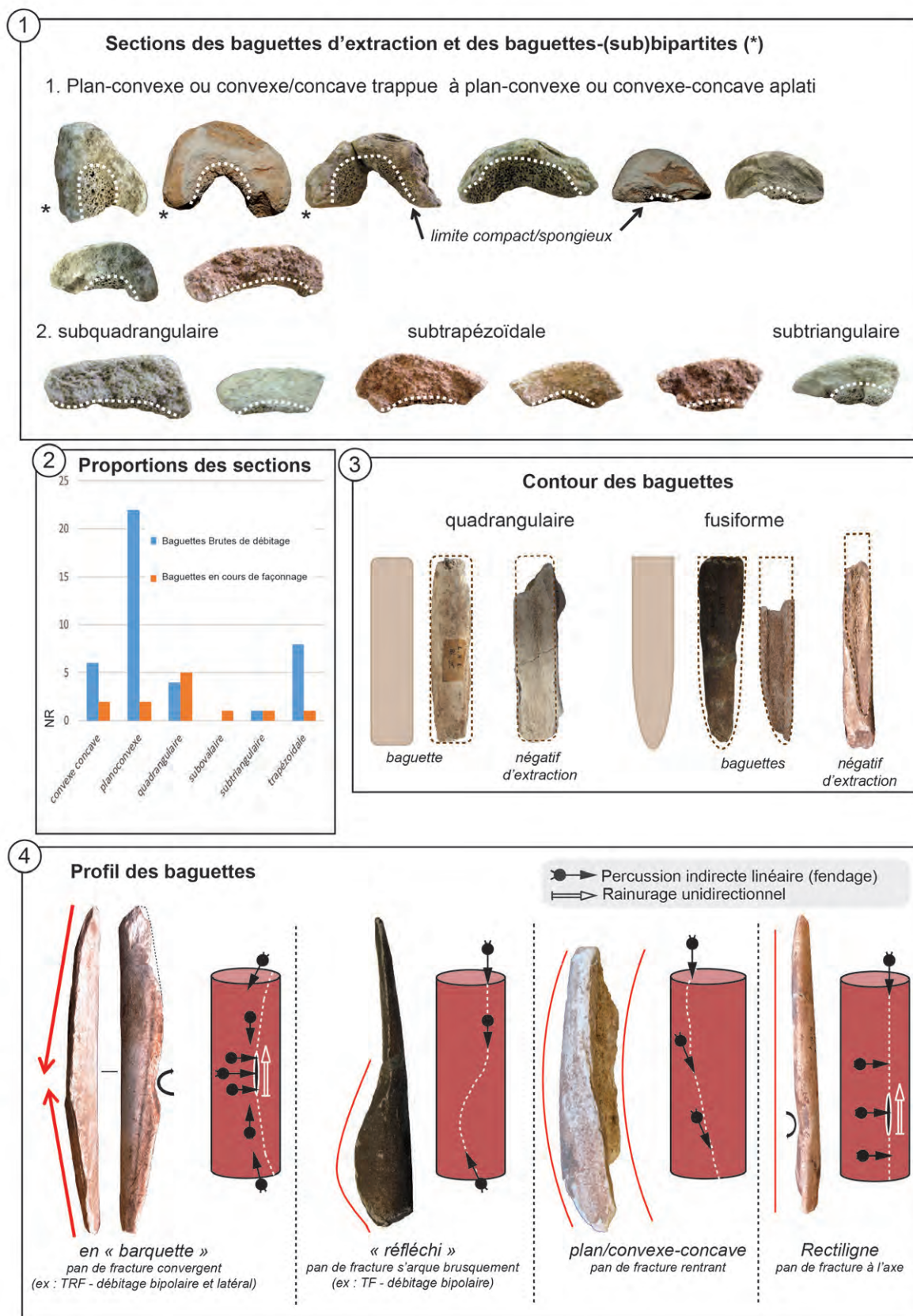
- les pointes et les baguettes obtenues par DRL ont été produites antérieurement à l'arrivée des gravettiens sur le site. Les pointes pourraient aussi avoir été façonnées sur place à partir du stock de baguettes apportées.

- des biais inhérents à l'ancienneté des fouilles pourraient aussi expliquer en partie cet état de fait : tris sélectifs ou attribution erronée *a posteriori* ou pendant la fouille de certaines matrices d'extraction par DRL aux niveaux solutréens.

- enfin, de rares indices permettent d'envisager que cette incompatibilité dimensionnelle soit, en partie au moins, la conséquence du recours à une autre variante dans la production baguettaire. Les baguettes utilisées pour la fabrication des pointes seraient obtenues après une ultime étape de débitage consistant à diviser en deux les baguettes d'extraction *via* un rainurage longitudinal central. À ce stade, les baguettes d'extraction ne seraient plus des supports mais des blocs « tertiaires » (cf. *infra*).

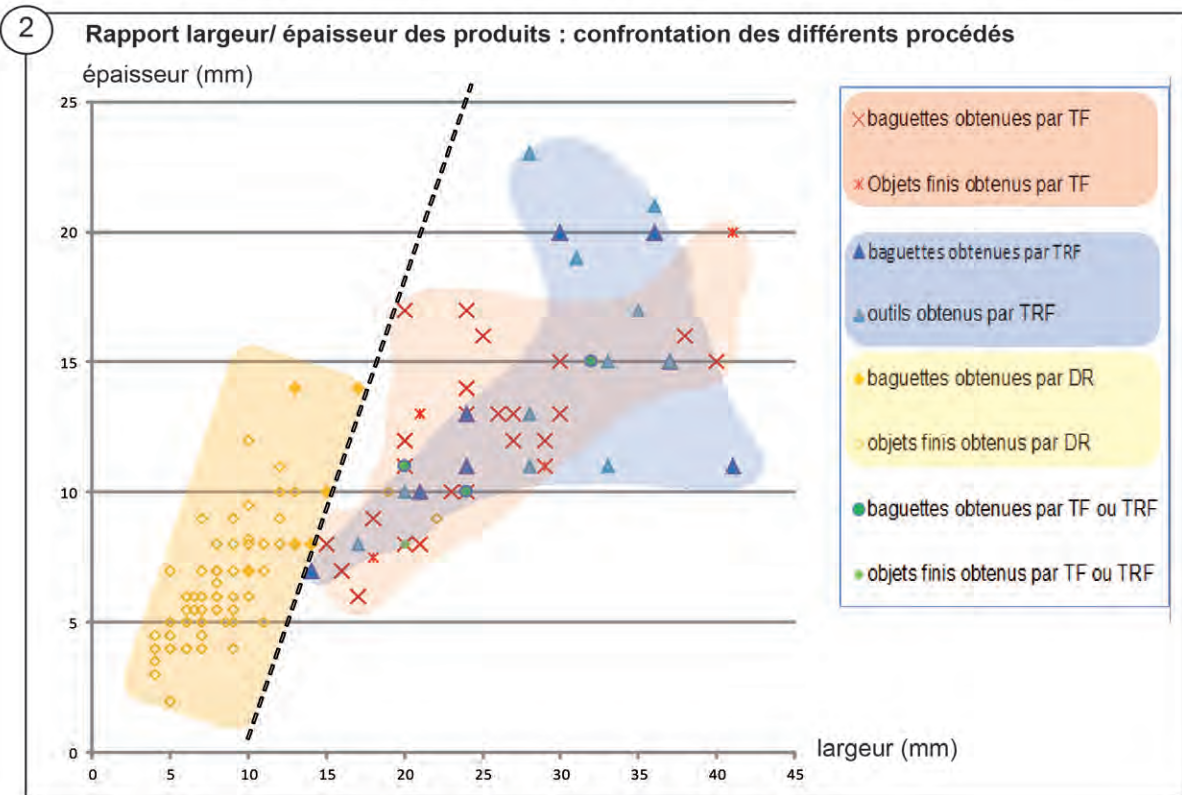
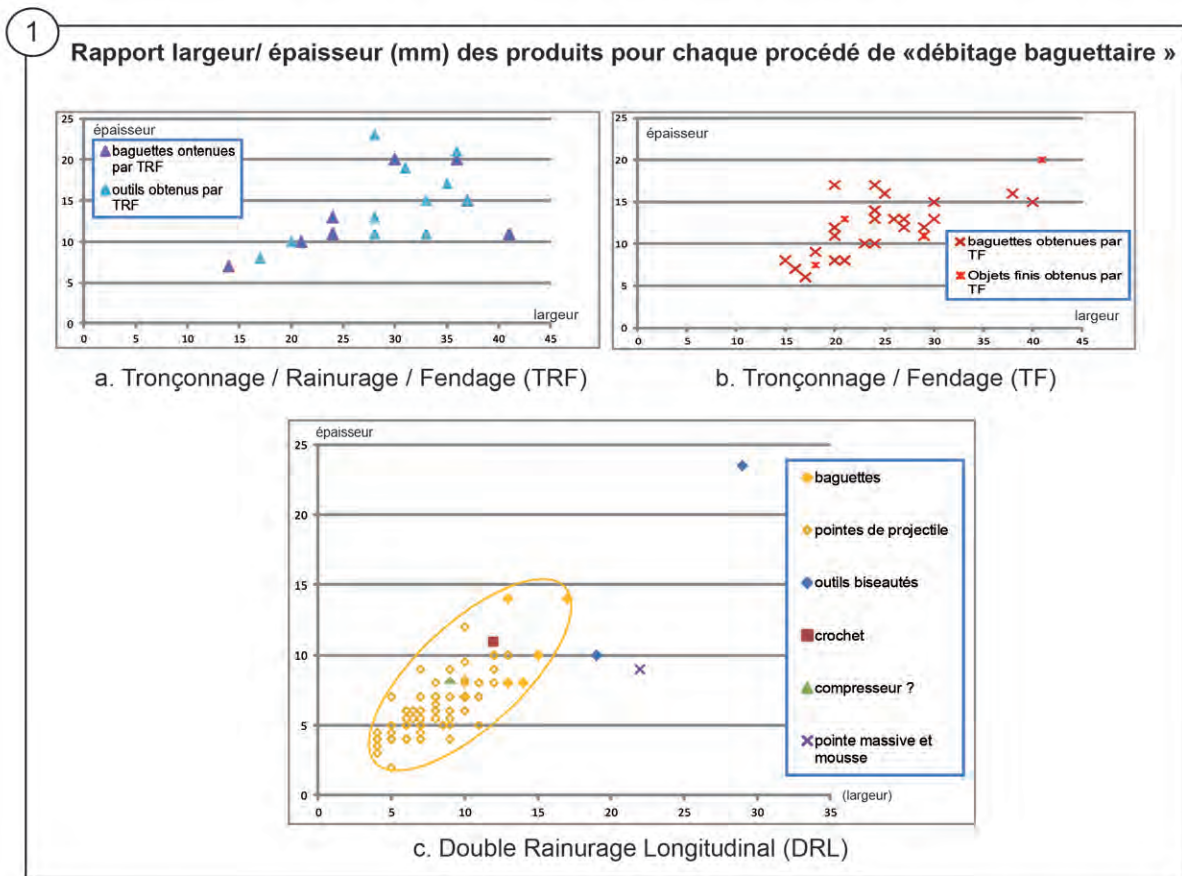


**Fig. 9** – Le sillon de rainurage dans le procédé de tronçonnage-rainurage-fendage : 1 : exemples de matrices ; 2 : localisation du rainurage ; 3 : détails du sillon de rainurage ; 4 : variantes dans l'aménagement du sillon de rainurage (clichés et DAO N. Goutas).  
**Fig. 9** – The groove in the sectioning/ grooving/ splitting process ; 1 : examples of matrices ; 2 : location of the grooving ; 3 : details of the groove ; 4 : variations in the morphology of the groove (photographs and CAD N. Goutas).



**Fig. 10** – Données sur les baguettes en bois de cervidé. 1 : sections des baguettes d'extraction et bipartites ; 2 : proportions des sections associées au tronçonnage-fendage et au tronçonnage-rainurage-fendage ; 3 : contour des baguettes ; 4 : profil des baguettes (clichés et DAO N. Goutas).

**Fig. 10** – Data on the rod-shaped blanks made of cervid antler. 1: cross-sections of the rod-shaped blanks produced by extraction and bipartition; 2: proportions of the sections associated with the sectioning/splitting and the sectioning/grooving/splitting processes; 3: outline of the rod-shaped blanks; 4: profile of the rod-shaped blanks (photographs and CAD N. Goutas).



**Fig. 11** – Comparaisons des rapports largeur/épaisseur des produits obtenus par tronçonnage-fendage, tronçonnage-rainurage-fendage et double rainurage longitudinal (clichés et DAO N. Goutas).

**Fig. 11** – Comparisons of the width/thickness ratios of the products removed by sectioning/splitting, by sectioning/grooving/splitting and by double longitudinal grooving processes (photographs and CAD N. Goutas).



En parallèle, cinq autres pièces semblent aussi pouvoir être associées à un débitage par DRL. Deux sont de mêmes calibres que ceux des pointes de projectiles : un objet en forme de crochet, et un élément court à partie active appointée mousse et affecté d'un biseau unifacial sur les trois-quarts de sa longueur, et qui pourrait correspondre à un compresseur emmanché, différent de ceux utilisés en contexte solutréen (Baumann, 2014). Trois autres pièces s'isolent en revanche métriquement du reste de la production en lien avec le DRL : une pointe mousse et massive, façonnée grossièrement et deux outils biseautés. Ces derniers, par leur forme, leurs gabarits et le module des bois exploités sont compatibles avec certains des négatifs d'extraction en lien avec un débitage par DRL, ce qui permet d'envisager leur production *in situ*. En revanche, leurs épaisseurs et/ou largeurs sont supérieures à celles des baguettes retrouvées sur le site.

Les données générales sur la production baguettaire à Laugerie-Haute étant posées, intéressons-nous maintenant aux données expérimentales.

## DONNÉES EXPÉRIMENTALES : PROTOCOLES ET RÉSULTATS

Les tests expérimentaux ont été réalisés sur deux *Laprops-midis*, par temps ensoleillé, sur un même bois de renne<sup>(12)</sup>, un bois de massacre de moyen-gros module que nous qualifierons de sec car vieux de plusieurs années (cf. *infra* discussion terminologique). Ce bois, amputé de sa base, mesure 91 mm de haut, pour une circonférence comprise entre 105 et 110 mm, et une épaisseur de tissu compact de 5-6 mm (mesures prise au niveau de la perche A).

Les différents débitages ont été réalisés par Pierre Bodu et Stéphan Hinguant, tous deux technologues lithiciens. Le premier ayant une grande expérience dans la taille de la pierre et dans le débitage des bois de cervidé, le second étant débutant dans l'expérimentation.

Plus largement, les différents paramètres et variables de l'expérimentation ont été enregistrés sur une fiche d'enregistrement et les différentes actions sur la matière ont été supervisées par l'un d'entre nous (Nejma Goutas) pour correspondre au mieux aux observations faites sur les collections archéologiques. Nous avons testé, dans un cas, le débitage par TRF (extraction) et dans deux cas, le TF (extraction et bipartition).

### Premier test expérimental : l'extraction d'une baguette par tronçonnage-rainurage-fendage

Le tronçonnage a été réalisé sur un bois, préalablement trempé, par percussion tranchante avec un gros éclat. Il a été conduit sous la chevillure dans l'objectif de produire un bloc secondaire sur tronçon à « un plan d'ouverture » sur base-perche A (fig. 12, n<sup>os</sup> 1-3). L'irrégularité de la surface tronçonnée apparaît un paramètre essentiel au bon

déroulement du fendage, car elle favorise l'insertion et le maintien de la pièce intermédiaire (Tejero *et al.* 2012). Le recours à un sciage mécanique pour créer un plan d'ouverture sur le bois est non seulement non « archéo-compatible », mais compliquerait le fendage sagittal du bloc. Plus largement, on peut se demander dans quelle(s) mesure(s) des coups répétés (par percussion diffuse, tranchante ; directe, indirecte) n'induisent pas, à une échelle microscopique, la formation de micro-fissures qui influenceraient aussi la progression de l'onde de fracture dans la matière, lors du fendage<sup>(13)</sup>.

Deux sillons de rainurage ont ensuite été réalisés sur les faces antérieure et postérieure de la perche A, à 50 mm de l'extrémité tronçonnée (fig. 12, n<sup>o</sup> 4). Ils s'étendent respectivement sur 57 et 83 mm de long, mais n'atteignent, en profondeur, le tissu spongieux que sur 49 et 52 mm de long. Compte-tenu du caractère naturellement saillant de sa face postérieure, un aplatissage par raclage de la zone à rainurer a été effectué au préalable. Le tronçon a ensuite été calé sur un billot en bois végétal, fermement maintenu à deux mains par l'un des expérimentateurs, tandis que le second initiait le fendage sagittalement à l'aide d'un outil biseauté sur baguette en bois de renne et d'un percuteur en buis (fig. 12, n<sup>o</sup> 5). Une percussion tranchante sagittale a été réalisée entre deux actions de fendage, pour faciliter le calage de la pièce intermédiaire dans le tissu spongieux (fig. 12, n<sup>o</sup> 6). En initiant l'onde de fracture à partir de l'extrémité tronçonnée, cette dernière a rapidement filé pour rejoindre les sillons de rainurage bilatéraux (fig. 12, n<sup>os</sup> 7-8). Une fois la première pièce intermédiaire enfoncée profondément dans le tissu spongieux, deux autres pièces intermédiaires ont été successivement insérées dans le bois par percussion, cette fois directement dans les sillons de rainurage (fig. 12, n<sup>os</sup> 9-10). L'onde de fracture s'est ensuite propagée sur toute la longueur du fond du sillon et au-delà. Une nouvelle percussion sagittale fut nécessaire pour permettre à l'onde de fracture de se propager plus loin et le plus droit possible, puis elle a filé vers l'extérieur du tronçon (fig. 12, n<sup>o</sup> 11). Le détachement de la baguette a été finalisé par arrachement (fig. 12, n<sup>os</sup> 12-13). Au terme de ce débitage qui aura duré environ 30 minutes<sup>(14)</sup>, dont quelques minutes pour le fendage, nous avons pu détacher une longue et large baguette, régulière, de section planconvexe à convexe-concave (fig. 13, n<sup>os</sup> 1 et 5). Les pans de fracture affectant la face inférieure de la baguette et la face de détachement sur la matrice sont rectilignes, réguliers et continus sur les deux tiers de leur longueur, puis l'onde de fracture est remontée à la surface du bois (point de fuite, fig. 13, n<sup>o</sup> 6). Les pans latéraux forment avec la surface externe du bois des angles moyennement fermés (fig. 13, n<sup>o</sup> 5). La surface d'arrachement est principalement rugueuse, mais lisse sur les surfaces compactées au contact de la pièce intermédiaire, tandis que la surface des pans latéraux est à la fois fibreuse (vers l'extrémité distale) et rugueuse. On attirera l'attention sur le fait que l'un des pans latéraux de fracture du négatif d'extraction est affecté d'une convexité très nette, à proximité du plan de percussion et au voisinage directe d'entailles, et d'écrasements en relation avec

TechnOs mai 2012

**Test expérimental 1**

**Extraction par TRF sur perche A**

- Temps sec et ensoleillé
- Bois vieux de plusieurs années (bois sec)
- Gros module (mâle adulte)
- Bois de massacre (base sciée mécaniquement pour prélèvement sur le crâne)
- Bois partiellement couvert de velours séché



① Trempage partiel (perche B/C) quelques heures (eau froide)

② Percussion tranchante directe :  
- éclat massif en silex  
- calage sur billot en bois végétal

③ finalisation :  
- par percussion diffuse (gros galet)  
- puis flexion

④ Rainurage bilatéral du tronçon (raclage préalable) sur 50-60 mm (burin dièdre)

⑤ Percussion indirecte **sagittale** :  
- percuteur en buis + billot végétal  
- 1 pièce intermédiaire (bois de renne)

⑥ Percussion tranchante

⑦ Poursuite du fendage

⑧ Détails (stigmates)

⑨ Percussion indirecte **latérale** :  
- à partir du sillon de rainurage 1  
- 2 pièces biseautées (bois de renne)  
- percuteur en buis  
- billot bois végétal

⑩ Percussion indirecte sur l'**autre bord** du tronçon :  
- à partir du sillon 2  
- 1 troisième pièce biseautée  
- percuteur en buis  
- billot (bois végétal)

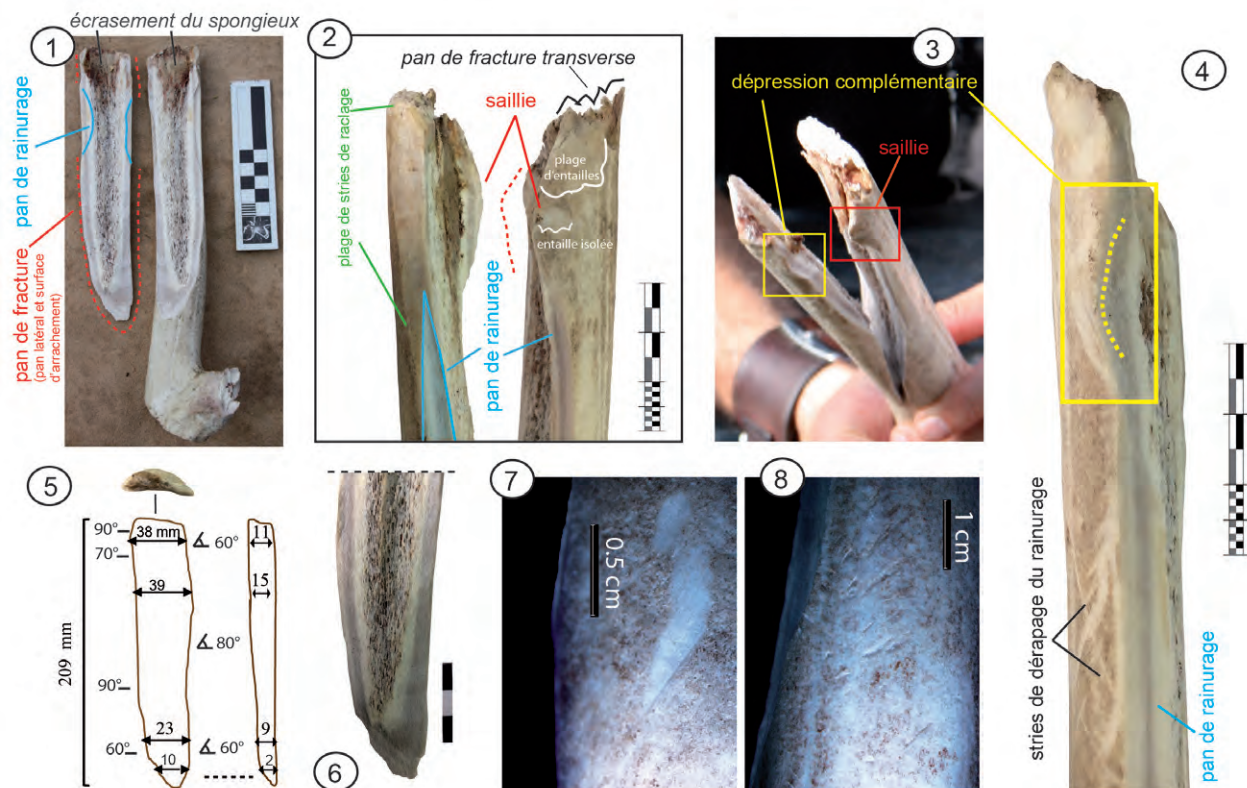
⑪ Percussion indirecte **sagittale**

⑫ Flexion (détachement final)

⑬ Résultats du débitage et outils utilisés pour le fendage

Fig. 12 – Données expérimentales, test 1 : protocole de l'expérimentation (clichés et DAO N. Goutas).

Fig. 12 – Experimental data, test 1: experiment protocole (photographs and CAD N. Goutas).



**Fig. 13** – Données expérimentales, test 1 : détails de stigmates techniques et morphométrie du support obtenu (clichés et DAO N. Goutas).

**Fig. 13** – Experimental data, test 1: details of the technical stigmata and morphometry of the blank produced (photographs and CAD N. Goutas).

le tronçonnage du bois (fig. 13, n<sup>os</sup> 2-4). Cette saillance du bord est liée à un sursaut de l'onde de fracture dans la matière. La conformation du pan de fracture semble découler d'un positionnement légèrement de biais de la pièce intermédiaire lors du fendage; d'après nos expérimentations, et comme déjà signalé par d'autres auteurs (Tejero *et al.*, 2012), le maintien de cette dernière dans l'axe du bloc est un facteur important pour la progression rectiligne de l'onde de fracture. Ce relief rappelle, en outre, les « points de percussion directe » signalés sur des pièces solutréennes de Laugerie-Haute (cf. note 2; Baumann, 2014, fig. 183e). Sur la baguette expérimentale, en corollaire de cette saillie, on observe une dépression du pan de fracture, qui là encore n'est pas sans ressembler à ce qui est rapporté à un « cône de percussion » (Baumann, 2014, fig. 183d). Enfin, un écrasement généré par le contrecoup de la percussion indirecte est visible à proximité d'un sillon de rainurage (fig. 13, n<sup>o</sup> 7), ainsi que des stries profondes, courtes et transverses qui découlent du frottement involontaire du tronçon sur l'enclume en bois végétal (fig. 13, n<sup>o</sup> 8).

### Second test expérimental : l'extraction d'une baguette par tronçonnage-fendage

Le débitage a été conduit cette fois sur un tronçon de perche B-C à « deux plans d'ouverture », obtenu au terme

d'un tronçonnage de la perche C, préalablement trempée de manière localisée (fig. 14, n<sup>os</sup> 1-4). Ce dernier a été conduit à l'endroit où la perche C amorçait une légère courbure, afin de dégager un tronçon relativement rectiligne. Cette recherche de rectitude aura contraint la longueur du bloc secondaire obtenu (relativement court) et par voie de conséquence la longueur de la future baguette. L'entaille n'ayant pas été assez profonde sur la face antérieure du bois, une languette de fracture s'est formée à cet endroit lors du détachement par percussion diffuse. Sa suppression a donné lieu à la formation d'une chute triangulaire (fig. 14, n<sup>os</sup> 4-6). Le fendage a ensuite été réalisé à l'aide d'un long biseau bifacial sur baguette en bois de renne (fig. 12, n<sup>o</sup> 13d), inséré en force dans l'un des plans d'ouverture; celui-ci faisant office de plan de percussion, le second ayant à la fois servi de plan de fuite à l'onde de fracture et de surface de calage sur le billot en bois végétal; le fendage a été très rapide (quelques minutes). Il a été initié exclusivement de façon sagittale. La longueur importante du biseau utilisé aura, en toute vraisemblance, facilité la progression régulière et longitudinale de l'onde de fracture dans la matière (fig. 14, n<sup>os</sup> 7-8).

La baguette extraite est longue, large et de contour presque quadrangulaire (fig. 14, n<sup>o</sup> 9). Sa section est planconvexe, légèrement convexe-concave, et s'aplatit vers la languette matérialisant le plan de sortie de l'onde de fracture. Les pans latéraux de fracture sont mixtes (plans et obliques), ils offrent des angles ouverts et leur



surface est rugueuse et fibreuse. La surface spongieuse est lisse (compactage) et rugueuse. On notera aussi que la baguette est légèrement torse (de profil) et déjetée (de face) à une extrémité. Cette morphologie s'explique par la conformation du bloc secondaire qui comporte la portion courbe de la perche B et le départ de la chevillure. À cet endroit, les fibres osseuses ne suivent donc plus une orientation strictement longitudinale.

### **Troisième test expérimental : production de deux baguettes bipartites par tronçonnage-fendage**

Il s'agissait de tester la bipartition par TF sur la portion restante de perche C (fig. 15). Les techniques ici mobilisées étant similaires à celles précédemment décrites, nous ne détaillerons pas une nouvelle fois les stigmates associés.

Un tronçonnage par entaillage aura en premier lieu permis de supprimer l'empaumure et d'obtenir le bloc secondaire sur tronçon. Ce dernier a ensuite été fendu, rapidement (quelques minutes), à partir de l'une des extrémités tronçonnées, par un seul expérimentateur ; le tronçon ayant été calé dans une fente du billot en bois végétal. Deux larges baguettes-bipartites ont été obtenues, de contour quadrangulaire, de section à dominante planconvexe et de profil rectiligne. En revanche, vues de face, elles sont légèrement torsées à une extrémité, en raison cette fois encore d'une courbure naturelle de la face antérieure de perche.

Le pan de fracture se caractérise par une surface d'arrachement fibreuse et des pans latéraux plans, continus, rectilignes, à la surface essentiellement rugueuse, dont l'angulation avec la surface externe du bois est assez ouverte. Les bords légèrement saillants de la perche, l'organisation longitudinale des gouttières naturelles du bois ainsi que peut-être la contrainte relative exercée par le calage du tronçon dans une fente du billot (effet « d'étau ») semblent avoir facilité la progression rectiligne de l'onde de fracture sur toute la longueur du tronçon.

## **RETOUR À L'ARCHÉOLOGIQUE ET CONFRONTATION AVEC LES DONNÉES EXPÉRIMENTALES**

**S**i ces trois tests ne sont pas suffisants pour répondre à toutes les questions que nous nous posons, les données obtenues et leur confrontation aux données archéologiques nous permettent toutefois de préciser plusieurs points. En premier lieu, on soulignera que le fendage se révèle particulièrement efficace pour la production rapide de baguettes régulières (par extraction ou bipartition). En ce sens, nos observations rejoignent celles effectuées par certains auteurs (Tejero *et al.*, 2012), et en contredisent d'autres : « The indirect percussion technique nonetheless appears to be poorly adapted to cleaving reindeer » (Baumann et Maury, 2013, p. 6.). « Progressive striking is

the bestway to ensure a generally straight propagation of the fissure » (Baumann et Maury, 2013, p. 8).

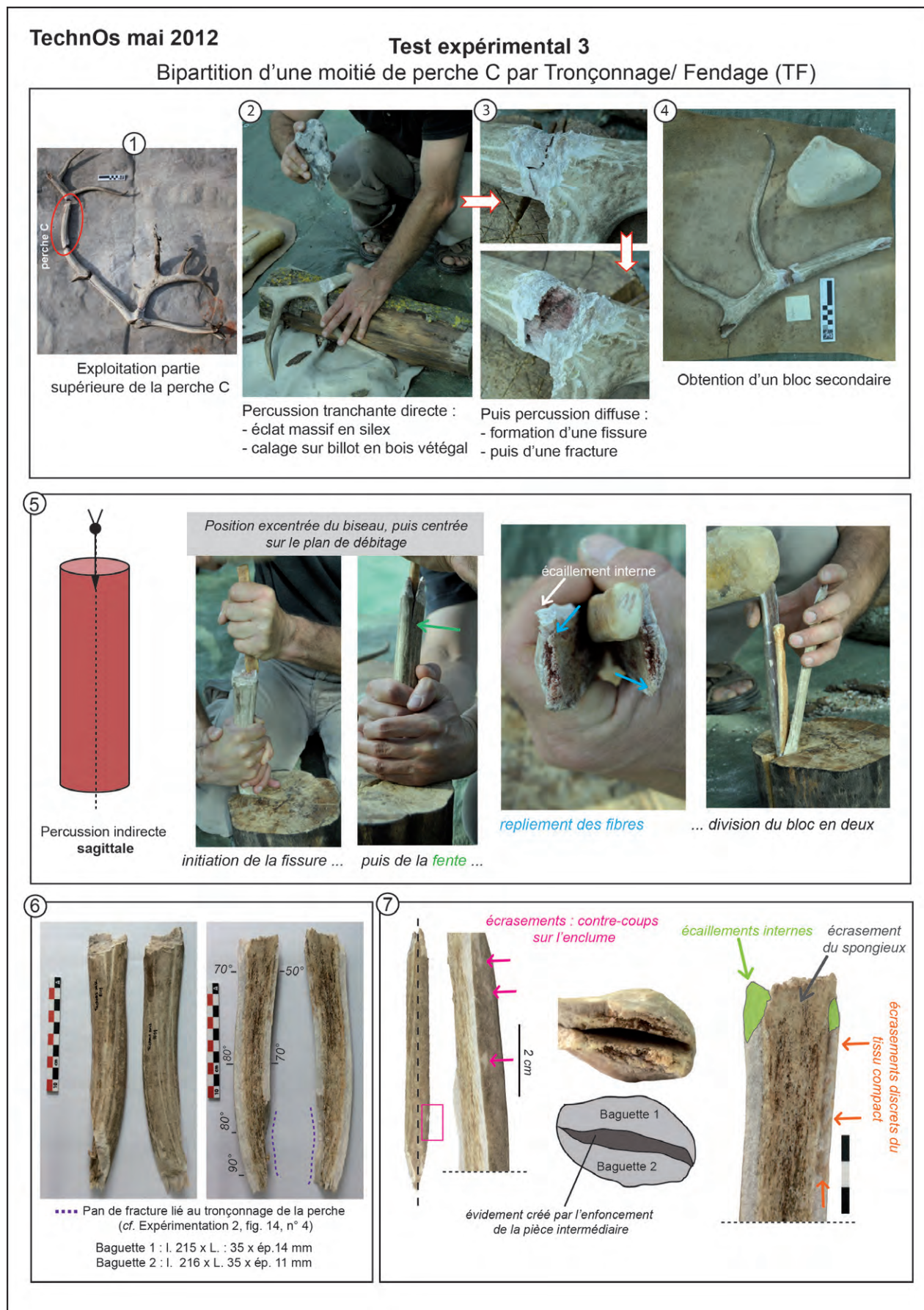
### **Au-delà du pleinement visible : les « stigmates secondaires »**

Nous avons vu que le pan de fracture, le pan de sillon de rainurage ainsi que les négatifs d'enlèvement (entaillage) sont les stigmates les plus faciles à identifier sur le matériel archéologique. Ces stigmates s'accompagnent d'autres, plus discrets, souvent mal ou pas conservés sur le matériel archéologique que nous qualifierons de « secondaires » (*sensu* Christensen, 2016), en ce sens où, s'ils ne permettent pas le plus souvent isolément d'identifier le procédé de débitage employé, ils apportent toutefois des informations complémentaires précieuses sur le débitage : type d'outils utilisés, mode d'action, état de la matière etc. (Christensen, 2016 ; Averbouh, 2000). La visibilité de ces stigmates est bien entendu éminemment fonction de l'état de conservation des pièces (Baumann et Maury, 2013), mais aussi de leur degré de transformation et de la structure même du bois animal. Ce dernier, par sa structure fortement fibreuse et ses propriétés que l'on pourrait qualifier de « moins clastiques » que l'os, imprime moins bien certains stigmates.

Nous avons pu identifier un certain nombre de stigmates secondaires, fréquemment associés, sur les pièces de Laugerie-Haute que nous tenterons de rapporter à des actions précises sur la matière ; la difficulté étant que certains stigmates sont ubiquistes ou équivoques. Ces observations ayant été déduites à partir d'une étude de cas précise et de données expérimentales, elles ne peuvent être considérées comme applicables à tous types de débitages engageant une action de percussion, même s'il existe indubitablement des stigmates communs à plusieurs techniques.

Les fissures et microfissures : elles s'observent parfois le long des pans de fracture ou encore directement dans le tissu spongieux et suivent une orientation longitudinale ou oblique. Difficilement visibles à l'œil nu, elles nécessitent le plus souvent le recours à une loupe binoculaire pour être identifiées. C'est dans le fond des sillons de rainurage qu'on les rencontre le plus fréquemment où elles suivent une orientation longitudinale ou transversale (fig. 16, n° 1). Elles ont majoritairement pour origine le contact direct avec la pièce intermédiaire, mais les contrecoups générés à partir de l'enclume lors du fendage peuvent aussi créer de courtes fissures longitudinales, initiées à partir du « plan de calage » (cf. fig. 14, n° 9). Les fissures sont aussi signalées en association avec la percussion diffuse (Averbouh et Pétilion, 2011 ; Pétilion et Averbouh, 2012 ; Tejero *et al.*, 2012 ; Baumann et Maury, 2013).

Les « écailllements internes » (fig. 16, n° 2) : ils sont liés au fendage et se situent aux extrémités des baguettes et des outils. Il s'agit de négatifs d'enlèvements localisés essentiellement sur la face inférieure des baguettes, en périphérie des extrémités tronçonnées ; ils affectent le tissu compact et parfois le tissu spongieux. Aisé-ment visibles à l'œil nu, leur amplitude est variable : de



**Fig. 15** – Données expérimentales, test 3 : protocole de l'expérimentation et morphométrie des produits obtenus (clichés et DAO N. Goutas).

**Fig. 15** – Experimental data, test 3: experiment protocole and morphometry of the blanks produced (photographs and CAD N. Goutas).



**Fig. 16** – Confrontation des données expérimentales et archéologiques. Focus sur les stigmates secondaires (clichés N. Goutas).

**Fig. 16** – Comparison of experimental and archaeological data. Focus on the 'secondary marks' (photographs and CAD N. Goutas).

quelques millimètres à plusieurs centimètres de long et de large, et leur terminaison est soit lisse (« en plume »), soit en marche d'escalier.

Les « compactages » (fig. 16, n° 3) : ils désignent un type d'écrasement, qui semble aussi exclusivement associé au fendage. Sur les pièces expérimentales, ils sont bien visibles sur le tissu spongieux, mais demeurent discrets sur le tissu compact. Sur le matériel archéologique de Laugerie-Haute, ces stigmates sont présents mais très difficiles à identifier. Localisés sur les pans latéraux de fracture, dans le fond des sillons de rainurage ou aux extrémités des baguettes (sur les deux types de tissus), ces stigmates sont d'amplitude variable : envahissante (près du plan d'ouverture) à marginale (sur les bords des baguettes ou des matrices). Sur deux baguettes-bipartites expérimentales, le compactage important du tissu spongieux donne l'empreinte en négatif de la partie active de la pièce intermédiaire utilisée (fig. 15, n° 7). Ces baguettes présentent une concavité artificielle sur leur face inférieure. Plusieurs produits gravettiens présentent des sections partiellement convexes-concaves, qui ne semblent pas le seul fait d'altérations du tissu spongieux post-dépositionnelles et/ou liées aux événements intervenus pendant et après la fouille. Sans écrasements sûrs associés, leur interprétation reste toutefois délicate. Enfin, la localisation et l'orientation des compactages montrent que, dans certains cas, la percussion indirecte a été conduite, au moins en partie, latéralement, à partir d'un ou des deux bords du tronçon et dans d'autres, sagittalement, à partir du plan d'ouverture (débitage unipolaire). On observe aussi sur plusieurs pièces archéologiques, au fond des sillons de rainurage, un déplacement-enfoncement du tissu compact vers l'intérieur du bois, sous la pression de la pièce intermédiaire (fig. 16, n° 4).

Les « repliements » : ils découlent aussi d'un écrasement des fibres osseuses, mais à la différence des compactages, ils n'aboutissent pas à leur tassement total. Ces stigmates sont proches de ceux observés sur les parties proximales des pièces intermédiaires (Legrand, 2000). Dans le cas présent, ils se trouvent aux extrémités des baguettes et des matrices expérimentales (cf. fig. 14, n° 7 et 9 et fig. 15, n° 6), mais n'ont pas été observés sur les pièces de Laugerie-Haute. Ils découlent de l'insertion répétée et en force d'une pièce intermédiaire dans la matière, et correspondent à un arrachement longitudinal des fibres osseuses qui sont alors repoussées vers l'extérieur, rarement vers l'intérieur du plan de percussion. L'étendue de ces repliements est sans nul doute fonction à la fois de l'état de la matière travaillée (repliement plus marqué sur un bois humide que sec), mais aussi de la position de la pièce intermédiaire sur le plan de percussion. Plus celle-ci aura tendance à basculer d'avant en arrière lors du fendage, plus les fibres seront repliées sous l'effet de la pression exercée par l'outil.

Les « lancettes » (fig. 16, n° 5) : en référence à la terminologie descriptive de la taille de la pierre, elles désignent de micro-arrachements obliques, quasi invisibles à l'œil nu, affectant les bords des pans de fracture sur leur longueur. Signalées en association avec une percussion

diffuse sur os (Villa et Mahieu, 1991 ; David, 2004) et sur ivoire (Girya et Khlopachev, 2010 cités in Baumann, 2014), les lancettes peuvent aussi résulter d'une action de fendage, d'après nos données expérimentales et archéologiques.

Les « nervures » (fig. 16, n° 5) : elles désignent des microreliefs obliques, bien visibles cette fois, longilignes ou curvilignes, et qui semblent matérialiser les soubresauts de l'onde de fracture lors de sa progression dans la matière. Les nervures sont associées aux lancettes ; elles suivent soit la même orientation, soit une orientation opposée. On les retrouve principalement à une extrémité de la baguette ou du négatif d'extraction, celle correspondant au plan de fuite de l'onde de fracture. Il est, en l'état, difficile de préciser davantage l'origine de ces deux stigmates, mais ils semblent jouer un rôle dans le caractère plus ou moins fibreux des pans latéraux de fracture. En ce sens, leur étendue, leur présence ou absence pourraient aussi être fonction de l'état de fraîcheur de la matière travaillée.

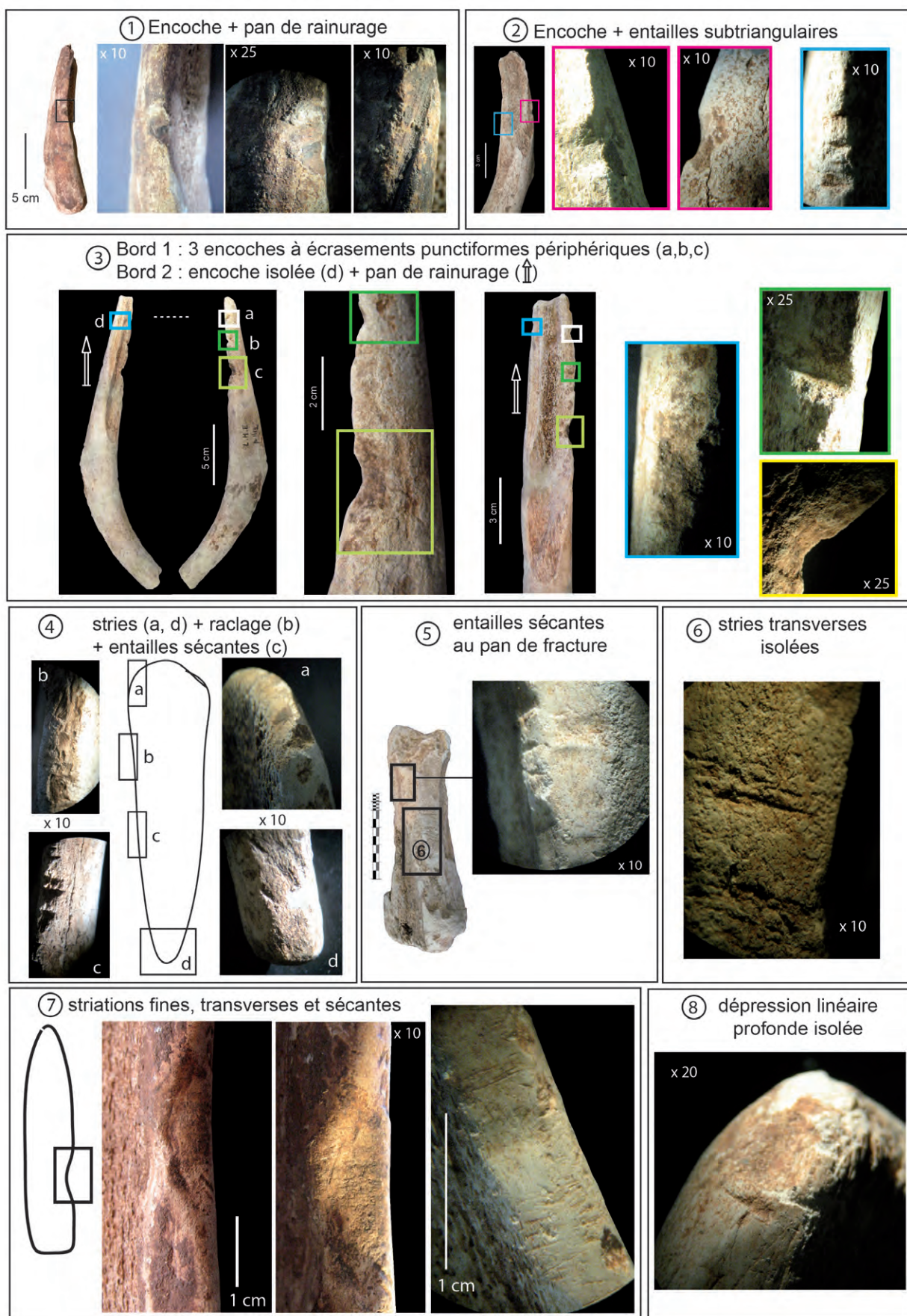
La « languette d'arrachement » (fig. 16, n° 6) : elle est présente uniquement sur les matrices d'extraction, et désigne un pan de fracture particulier, en languette, situé à l'extrémité du négatif d'extraction, et dont la terminaison peut prendre différentes apparences (en plume, rebroussée, en dents de scie, etc.) ; ce stigmate matérialise le détachement final de la baguette (par flexion) du bloc de débitage, et semble associé exclusivement à une action de fendage.

### Des indices d'autres percussions (percussion diffuse et tranchante)

À l'aune des travaux sur la percussion diffuse appliquée au bois de renne en contexte badegoulien et solutréen (Averbouh et Bodu, TECHNOS 2005, expérimentation non publiée ; Averbouh et Pétilion, 2011 ; Baumann, 2014 ; Malgarini et Bodu, ce volume), d'autres stigmates secondaires peuvent être signalés sur le matériel gravettien de Laugerie-Haute.

Les « coches de percussion » (fig. 17, n° 1-3) : visibles à l'œil nu, bien que parfois très discrètes, elles désignent des négatifs d'enlèvement en demi-lune localisés sur les bords des pans de fracture. Elles matérialisent « (...) la surface où le choc a été appliqué pour fracturer la matière première » (Inizan *et al.*, 1995, p. 158). Des encoches isolées sont clairement identifiées sur le bord de trois matrices, en association avec un pan de fracture, lui-même portant d'autres types de stigmates, permettant d'identifier de nouveaux procédés (*infra*), dont un associant percussion diffuse et rainurage (fig. 17, n° 1). Sur une quatrième pièce, à la périphérie immédiate des encoches, sur la face composée de tissu compact, on observe des écrasements punctiformes se superposant et formant des plages d'étendue limitée. La nature de ces écrasements punctiformes évoque cette fois des percussions répétées et ciblées, non diffuses. C'est un outil en pierre à partie active étroite et robuste qui semble avoir été utilisé. Une matrice-outil porte ces stigmates localisés à





**Fig. 17** – Confrontation des données expérimentales et archéologiques. Focus sur les stigmates secondaires (clichés N. Goutas).

**Fig. 17** – Comparison of experimental and archaeological data. Focus on the 'secondary marks' (photographs and CAD N. Goutas).

intervalles réguliers le long d'un pan de fracture (fig. 17, n<sup>os</sup> 3a-c). Le bord opposé est formé d'un pan de rainurage sur toute sa longueur et d'une seule encoche isolée (fig. 17, n<sup>o</sup> 3d). Cette pièce est l'un des rares témoins de la série associant : rainurage, percussion diffuse et une percussion que nous qualifierons de « punctiforme », ce qui permettrait d'identifier un autre procédé d'extraction de baguette : le tronçonnage-rainurage-percussions multiples (TRPM). En association, on peut observer la présence d'un contre-bulbe, ce dernier étant l'empreinte en négatif du bulbe et du cône qui se seront développés à partir du point d'impact sur le produit débité (Inizan *et al.*, 1995). Une « matrice-outil » sans pan de rainurage, mais associant écrasements et encoches de percussion est aussi signalée dans le Solutrén moyen du site (Baumann, 2014). Bien que dans ce second cas, seule la percussion diffuse a été identifiée, son statut de matrice-outil et sa forme interrogent sur sa possible origine gravettienne.

Les « entailles sécantes subtriangulaires » sont des négatifs d'enlèvement (ou pans de coupe) qui diffèrent des coches de percussion par leur orientation, leur forme et leur localisation (fig. 17, n<sup>os</sup> 2, 4c et 5). Elles forment des dépressions subtriangulaires ou scalariformes le long des pans latéraux de fracture, et sont perpendiculaires au grand axe des pièces. Ces stigmates se caractérisent par une surface d'arrachement (parfois associée à une butée d'entame), des arêtes et une butée de fond d'entaille (matérialisant la fin d'arrachement du copeau). Observés sur deux matrices d'extraction (dont une matrice-outil), ces stigmates ont pour origine une action tranchante, probablement en percussion, bien qu'une action de coupe soit aussi possible (sorte de « taille au canif », *sensu* Averbouh et Provenzano, 1998-1999). Dans un cas, ils semblent associés à un fendage (fig. 17, n<sup>o</sup> 5), mais dans un second cas, la présence d'une coche de percussion suggère l'utilisation concomitante de la percussion diffuse (fig. 17, n<sup>o</sup> 2); dans les deux cas de figure, ces entailles semblent recoupées par le pan de fracture, et peuvent être rapportées à un entaillage préparatoire dans l'objectif de supprimer un relief gênant, à l'image du raclage que nous avons nous-mêmes employé lors du test expérimental 1 (cf. fig. 12). Enfin, une troisième pièce – un potentiel compresseur peut-être intrusif (solutrén ou gravettien?) – porte des stigmates similaires (fig. 17, n<sup>o</sup> 4c), mais qui semblent ici devoir être mis en relation avec un « procédé de modification de forme » (*sensu* Averbouh, 2000, p. 83) : une sorte de « taillage » en vue de régulariser les bords de la baguette, et qui a été accompagné d'un raclage assez grossier (fig. 17, n<sup>o</sup> 4b). Cet outil est double car ses deux extrémités, l'une à large front convexe et la seconde appointée mousse, ont été utilisées (plages de stries et écrasements, voir fig. 17, n<sup>os</sup> 4a et d).

### *Des critères équivoques...*

Les « stries transverses isolées » (fig. 17, n<sup>o</sup> 6) : de rares pièces présentent des stries linéaires assez profondes, transversales ou obliques, situées sur la face externe du bois, à proximité des pans latéraux de fracture,

mais elles ne les recoupent jamais. Ces stries pourraient être la conséquence du dérapage d'un percuteur minéral, à l'image de ce qui a été identifié sur os (Blumenshine et Selvaggio, 1988 cité in Treuillot, 2016) et donc du recours à une percussion directe diffuse, mais elles peuvent aussi provenir du frottement involontaire du tronçon contre une enclume, lors d'une action de fendage latéral. De tels stigmates ont en effet été obtenus lors de nos tests expérimentaux (cf. fig. 13, n<sup>o</sup> 7). L'étendue et la profondeur de ces stigmates dépendent du degré de mobilité du bloc au moment de la percussion et de la nature du billot (en pierre, à grains fins ou grossiers ou en bois végétal).

Les « écrasements diffus » localisés aux mêmes endroits que les stries transverses, auxquels ils peuvent être associés, semblent davantage résulter du contrecoup lors d'un fendage latéral, à l'image de ce que nous avons obtenu expérimentalement (cf. fig. 13, n<sup>o</sup> 8).

« Talon, bulbe et point d'impact » (fig. 18, n<sup>o</sup> 1) : ces trois stigmates ont été observés sur un éclat en bois de renne obtenu accidentellement lors des tests didactiques de 2008, réalisés en collaboration avec Michaela Rašková Zelinková. L'objectif était de tester un procédé de débitage du bois de renne identifié sur le site morave de Pavlov (27,5-25 non cal. ka BP), et qui fait aussi appel au fendage en association avec un sillon de rainurage en œillère. Dans le cas présent, la percussion indirecte a été testée, directement conduite à partir du sillon, et à l'aide d'une pièce intermédiaire lithique. Après quelques coups, un éclat s'est formé portant des stigmates secondaires classiquement rapportables à une fracture conchoïdale. Cette observation nous donne à voir des possibilités de recouvrement inattendu entre percussion diffuse et indirecte.

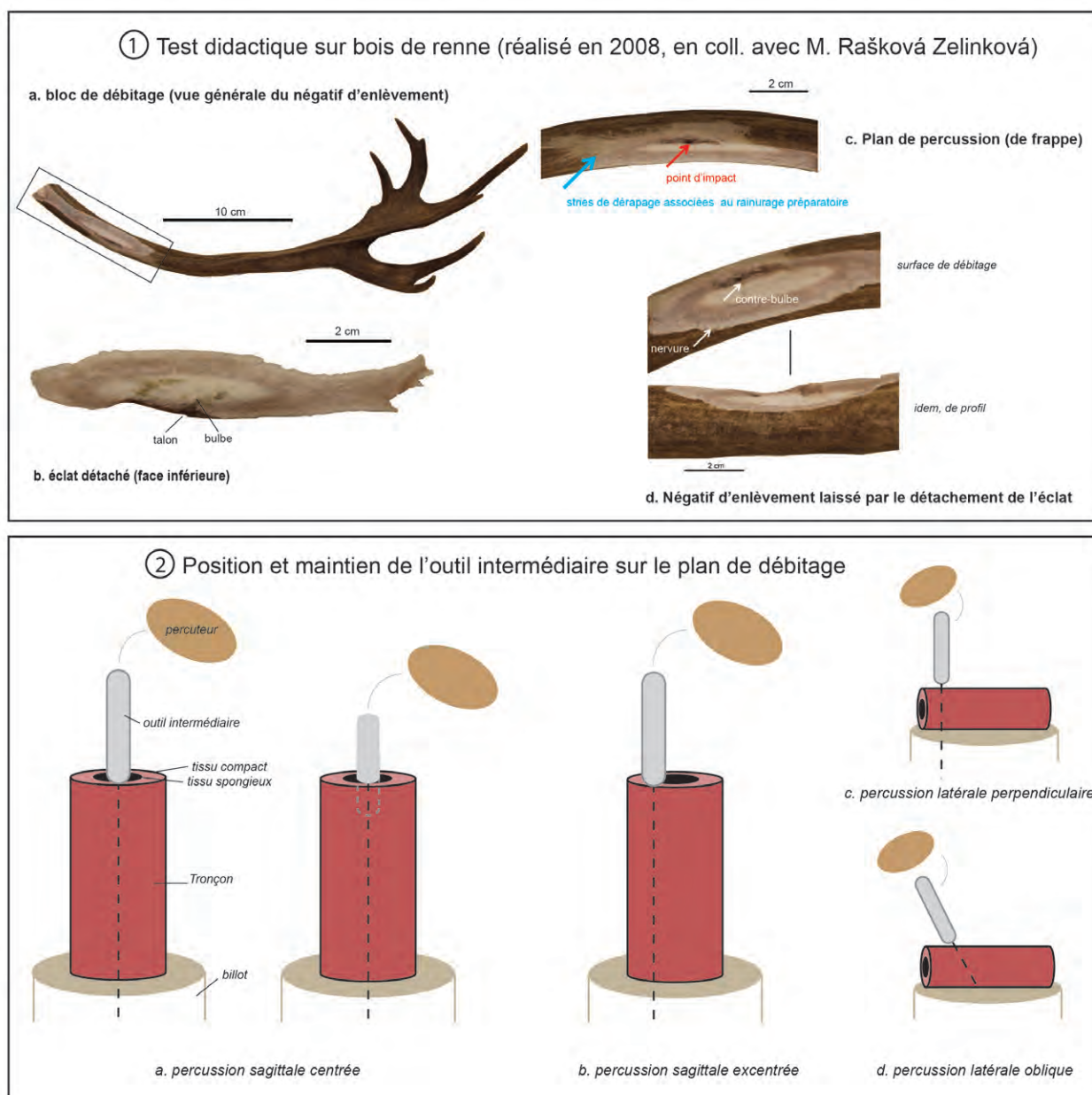
### *Autres stigmates*

Les « striations fines sécantes » (fig. 17, n<sup>o</sup> 7) : formant des groupes de stries très fines, parallèles entre elles et perpendiculaires à la pièce, on les retrouve notamment sur un outil obtenu par tronçonnage-rainurage-fendage, à l'endroit où un rainurage en œillère a été réalisé. Ces stigmates sont ici postérieurs au débitage. Ils recoupent un émoussé qui a fait disparaître en grande partie le rainurage en œillère. Ces faisceaux de stries évoquent une abrasion fine intentionnelle dont l'origine reste indéterminée (aménagement en vue de sa préhension? de sa fixation? etc.).

Les « dépressions linéaires transverses sécantes » (fig. 17, n<sup>o</sup> 8) : elles sont le plus souvent isolées et profondes et recoupent perpendiculairement les bords de rares outils, en leurs parties proximale ou mésiale. Dans certains cas, ces stigmates étant clairement postérieurs au façonnage, ils nous semblent davantage relever du fonctionnement de l'outil (emmanchement?).

### **Quelques considérations sur la morphologie des pans de fracture**

Les pans latéraux de fracture plans ou obliques semblent pouvoir être associés (de manière non exclusive) à une



**Fig. 18** – Données complémentaires. 1 : test didactique inopérant d'un débitage par rainurage et percussion indirecte latérale, sur bois de renne (clichés Michaela Rašková Zelinkova et N. Goutas); 2 : influence de la position et du maintien de l'outil intermédiaire sur la conduite du débitage (DAO N. Goutas).

**Fig. 18** – Additional data. 1: unsuccessful didactic test of debitage by sectioning/grooving/splitting on reindeer antler (photographs Michaela Rašková Zelinková and N. Goutas); 2: influence of the position and the maintaining of the intermediate tool on the debitage process (CAD N. Goutas)

percussion indirecte, qu'elle soit latérale (à partir d'un ou des deux bords du tronçon) ou sagittale (à partir d'une extrémité tronçonnée). Le troisième pan de fracture que nous avons identifié, « en forme de gouttière », et que nous avons reproduit involontairement dans le cadre de tests réalisés sur bois de cerf en 2008 (en collaboration avec Michaela Rašková Zelinková) pourrait résulter d'une action de percussion indirecte associée à un geste de levier latéral (sorte de flexion latérale).

La continuité ou la discontinuité des pans de fracture découlant d'une action de fendage semble conditionnées par plusieurs paramètres étroitement liés :

– le gabarit de la pièce intermédiaire et sa position sur le(s) plan(s) de débitage. Lorsque le fendage est initié au centre d'un plan de percussion sagittal, la pièce intermédiaire aura tendance, surtout si elle est étroite, à s'enfoncer rapidement dans le tissu spongieux, sans nécessairement exercer de contrainte radiale à l'intérieur du tronçon (fig. 18, n° 2a). L'initiation du fendage apparaît plus efficace lorsque la percussion est excentrée sur le plan de percussion et amorcée au niveau du tissu compact (fig. 18, n° 2b). La fissuration se fera préférentiellement sur un des bords du bloc. La percussion peut ensuite être poursuivie latéralement ou bilatéralement en alternance.

En outre, une longue pièce intermédiaire rectiligne favorise la progression régulière et sur une grande longueur de la ligne de fracture. Par là même, elle semble propice à une certaine continuité et régularité du pan de fracture sur une grande longueur ;

- le maintien de la pièce intermédiaire pendant le débitage. Dans le cadre d'un fendage sagittal du tronçon, le contrôle de la verticalité de la pièce intermédiaire est nécessaire pour favoriser la formation d'une ligne de fracture régulière et droite (Tejero *et al.*, 2012). En revanche, dans le cadre d'un fendage conduit latéralement, la pièce intermédiaire peut aussi bien être positionnée de biais que perpendiculairement sur le tronçon (fig. 18, n<sup>os</sup> 2 c et d) ;

- la progression de la pièce intermédiaire dans la matière. Une progression homogène de l'onde de fracture dans la matière, et donc une certaine régularité des coups portés, aura tendance à favoriser un arrachement continu des fibres osseuses. *A contrario*, une variation importante dans la force des coups portés provoque une progression discontinue de l'outil dans la matière, et par voie de conséquence une certaine discontinuité des pans latéraux de fracture.

### **Quelques pistes de réflexion sur le pourquoi de l'usage du tronçonnage-rainurage-fendage et du tronçonnage-fendage**

Interrogeons-nous maintenant sur les raisons ayant pu motiver l'utilisation de l'un ou l'autre de ces procédés, sachant qu'au final tous deux sont associés à la production des mêmes types d'outils. D'après les données métriques, il apparaît que les deux procédés ont servi à produire des supports de largeur modérée à très large, et d'épaisseur faible à importante (cf. fig. 11, n<sup>os</sup> 1a-b). Pour autant, c'est majoritairement au TRF que sont associés les supports les plus épais, les plus longs et les plus réguliers. On peut dès lors se demander si une étape délicate du TF ne réside pas dans le contrôle simultané des paramètres : largeur, épaisseur, longueur et rectitude ? Le choix de réaliser un sillon de rainurage préparatoire avait alors peut-être pour objectif de répondre au mieux à cette contrainte, tout en conservant l'avantage majeur de ce procédé : sa rapidité, en regard de la finalité fonctionnelle des produits recherchés (outils de transformation peu façonnés).

#### **Du rôle des « plans d'ouverture » sur les tronçons...**

Concernant la réalisation du fendage, les données expérimentales montrent qu'un plan d'ouverture n'est pas toujours un « plan de percussion », il peut aussi servir de « plan de calage » sur un billot, et constitue alors « un plan de fuite de l'onde de fracture ». Il apparaît en outre que sur les pièces préparées par rainurage, le « plan d'ouverture » n'est pas nécessairement le seul plan de percussion utilisé et une percussion latérale (oblique ou perpendiculaire) peut aussi être exercée sur le tronçon (cf. fig. 18, n<sup>o</sup> 2), ce qui est également observé sur les pièces archéo-

logiques : fissures, enfoncements et compactage dans le fond des sillons de rainurage ou sur les pans latéraux de fracture. Il apparaît enfin que si le fendage a pu directement être initié à partir du sillon de rainurage, ceci n'est pas obligatoire dans un premier temps, au moins dans le cas où le rainurage est proche d'une extrémité tronçonnée (cf. *infra*). Le sillon intervient alors comme un « plan de percussion secondaire ».

### **Rainurage médian versus rainurage « proximal »**

Intéressons-nous maintenant à la localisation du sillon de rainurage, médiane (au milieu du tronçon) ou « proximale » (proche d'une extrémité tronçonnée). D'après les données archéologiques, nous pouvons affirmer que la localisation du sillon de rainurage est sans rapport avec la présence d'un ou de deux « plans d'ouverture ». Dès lors, la réalisation d'un rainurage « proximal » avait peut-être pour objectif prioritaire le contrôle de la largeur et de l'épaisseur de la future baguette, en canalisant au plus vite la propagation de l'onde de fracture lors d'un fendage initié sagittalement. En initiant progressivement la ligne de fracture à partir d'un sillon de rainurage médian, c'est peut-être davantage une certaine longueur, la régularité et la rectitude du support que l'on cherchait à obtenir. En effet, dans ce second cas de figure, si l'on initie la ligne de fracture depuis l'extrémité tronçonnée, on peut se demander si le risque ne serait pas qu'elle file sans nécessairement rejoindre le pan de rainurage. On constatera, à ce titre, que les baguettes et les négatifs d'extraction en lien avec un rainurage médian, sont associés à :

- des bords très droits ;
- un contour quadrangulaire ;
- des sections homogènes sur toute la longueur du support ;
- des supports qui peuvent être moins larges, mais plus longs.

### **Extraction versus bipartition : une division de technologie signifiante pour le fabricant gravettien ?**

Nous avons vu que le TRF était quasiment le seul des deux procédés à être ponctuellement associé à de la bipartition, parallèlement à un débitage par extraction majoritaire. Mais alors pourquoi cette différence dans le schéma d'exploitation du bloc ? La forme de l'élément anatomique exploité semble ici jouer un rôle important. En effet, seule l'extraction peut être appliquée à la fois sur des blocs réguliers et homogènes, comme des tronçons de perche ou de fût d'andouiller, et sur des blocs non réguliers, car affectés par des courbures, des embranchements avec des andouillers, etc., comme des tronçons sur perche B-C ou sur base-perche A. Plus largement, seule l'extraction peut être appliquée à des blocs à un plan d'ouverture, dont la division en deux parts égales est impossible.

La bipartition par TRF n'est, en revanche, opérante que sur des blocs à deux « plans d'ouverture », réguliers de surcroît, pour que l'onde de fracture puisse se propager en ligne droite sur toute la longueur (d'une extrémité à l'autre). Or, il existe une importante variabilité morphologique des bois de renne au sein d'un même groupe, et parfois chez un même individu. En définitive, ce sont là autant de contraintes possibles qui ont pu conduire les Gravettiens de Laugerie-Haute à ne recourir que rarement à la bipartition. Enfin, nous pourrions aussi envisager que le recours au TF ou au TRF soit le fait d'une préférence ou d'une habitude technique du fabricant, voire pourquoi pas, le signe d'une plus grande assurance ou maîtrise. En effet, hormis quelques différences dans la forme des supports produits, les objectifs du débitage restent les mêmes dans les deux cas. Quoiqu'il en soit, sur des blocs réguliers et homogènes, l'extraction comme la bipartition ne changent pas grand-chose aux supports obtenus : on peut dans les deux cas obtenir de longues et larges baguettes, de section planconvexe, dont la rectitude sera sans nul doute aussi fonction de la dextérité de l'artisan. Le choix de recourir à l'extraction ou à la bipartition semble davantage conditionné par une recherche d'adéquation entre les contraintes volumétriques des blocs et les objectifs morphométriques poursuivis dans la production des supports-baguettes. Enfin, un autre élément de pondération, tient au fait que la bipartition ne s'identifie qu'indirectement : absence de déchets en lien avec cette étape, en parallèle de la présence d'outils sur baguette-bipartites, dont seule l'extrémité proximale porte encore les stigmates du tronçonnage par entaillage qui a prélué à la production du bloc secondaire. L'extrémité distale façonnée ne porte quant à elle plus aucun stigmate de débitage. Dès lors, rien ne permet d'exclure le scénario suivant : une large baguette, équivalente à la moitié de la circonférence d'une perche, serait extraite de la face antérieure d'une perche A ou C. Un tronçonnage serait ensuite réalisé sur la matrice afin de détacher la face postérieure de la perche, permettant ainsi le détachement d'une seconde baguette, complémentaire de la première. Si l'on y aménage ensuite une partie active, le recours à un tronçonnage postérieur à l'extraction ne serait donc plus identifiable ; la baguette obtenue posséderait alors toutes les caractéristiques d'un support provenant d'une bipartition « classique ». En ce sens, l'expression « production baguettaire », pour désigner la finalité économique de l'extraction et de la bipartition, à savoir une conception commune dans la nature des supports recherchés, permet ici de redonner une dimension économique à des divisions de technologues, certes utiles, mais sans doute arbitraires du point de vue des fabricants paléolithiques. Il ne s'agit nullement de minorer l'importance de recourir à un cadre analytique hiérarchisé, mais on souhaite seulement souligner ici que nos classements peuvent aussi nous conduire à occulter des éléments, si ce n'est de continuités techno-économiques, du moins des parentés entre différentes traditions culturelles du Paléolithique supérieur (voir Goutas et Christensen, ce volume).

## QUELQUES RÉFLEXIONS SUR L'ÉTAT DE FRAÎCHEUR DES BOIS EXPLOITÉS

La structure (fibreuse, rugueuse ou crayeuse) de la surface d'arrachement des pans de fracture et leur angulation sont deux critères qui ont été utilisés pour discuter de l'état de fraîcheur des bois et de l'origine anthropique ou taphonomique des pans de fracture (Averbouh et Pétilion, 2011 ; Pétilion et Ducasse, 2012 ; Baumann et Maury, 2013). D'après des observations faites sur l'industrie en bois de renne badegoulienne du Cuzoul de Vers, le pan de fracture sur *dry antler* serait irrégulier, non fibreux et formerait un angle avec l'autre surface du bois avoisinant souvent les 90° (Averbouh et Pétilion, 2011 ; Pétilion et Averbouh, 2012). D'ores et déjà, une précision s'impose ici. Par *dry antler*, Aline Averbouh et Jean-Marc Pétilion (Averbouh et Pétilion, 2011, p. 49 ; Pétilion et Ducasse, 2012) entendent un bois fossile, et non un « bois sec », comme cela fut interprété par d'autres auteurs (Baumann et Maury, 2013, p. 4). Cette confusion tient au fait qu'en langue française le terme de « bois sec » est utilisé pour désigner un bois vieux de plusieurs mois, voire de plusieurs années, qui conserve encore un certain état de fraîcheur, sans pour autant être aussi frais qu'un bois travaillé peu de temps après sa chute ou son prélèvement sur un animal chassé. Afin d'insister sur le caractère néanmoins frais de ce type de bois, que l'expression française « bois sec » tend à occulter, Aline Averbouh et Jean-Marc Pétilion ont choisi de parler de *fresh antler*. Enfin, ce qu'il est d'usage d'appeler en langue française un « bois frais » est dénommé par ces auteurs *green antler* (Averbouh et Pétilion, 2011 ; Pétilion et Averbouh, 2012).

Le « bois vert » se caractériserait par des pans de fracture plans, de structure fibreuse présentant un angle étroit avec l'autre bord, souvent inférieur à 45° (*tongued fracture* ; Pétilion et Ducasse, 2012, p. 4). Si ces critères sont efficaces sur les séries badegouliennes, ils ne sont malheureusement pas transposables en l'état à tous les produits portant comme stigmate principal un pan de fracture. Ceci a été démontré par des expérimentations (Tejero *et al.*, 2012), pour lesquelles une grande partie des baguettes produites présentent des pans de fracture formant des angles de 90°. Nos propres observations sur le matériel de Laugerie-Haute nous permettent de faire ce même constat. Cette incompatibilité d'interprétation, si elle était confirmée par l'expérimentation, pourrait découler du fait qu'ici sont comparés des modes de débitage radicalement différents. Dans le cas du débitage badegoulien, les mesures d'angles ont été faites sur des éclats<sup>(15)</sup> *stricto sensu* détachés des blocs par percussion diffuse<sup>(16)</sup>, tandis que dans le cadre des débitages aurignacien et gravettien, les mesures d'angles ont porté sur des baguettes dont le débitage relève d'une extraction, d'une bipartition par fendage sagittal ou latéral des blocs.

En nous appuyant sur la typologie définie par Aline Averbouh et Jean-Marc Pétilion (Averbouh et Pétilion, 2011) que nous avons complétée, et en expliquant le sens que nous donnons à chaque type, nous distinguerons de manière théorique :

- le bois vert (très peu de temps – heures, jours – après la chute ou la mort de l’animal : bois frais *stricto sensu*) ;
- le bois frais (plusieurs semaines, mois après la mort de l’animal ou la chute. Le bois est à ce stade encore gorgé de sang : bois frais *lato sensu*) ;
- le bois sec (vieux de plusieurs années, mais conservant encore du collagène, et du sang totalement séché). Ce type de bois, comme le précédent, peut perdre du sang, dès lors qu’il est travaillé après trempage ;
- le bois détrempe (bois gorgé artificiellement d’eau par trempage) ;
- le bois fossile (perte totale de collagène et de toute substance organique).

Plusieurs de ces notions (bois frais *lato* ou *stricto sensu*) sont en réalité assez subjectives car, pour l’heure, impossibles à quantifier.

La texture de la surface de fracture ne nous semble pas, non plus, être un critère univoque, en premier lieu car son appréciation reste assez subjective. Nous disposons en outre d’outils et de matrices dans le Gravettien de Laugerie-Haute, portant des pans de fracture anthropique de structure rugueuse. Sauf à envisager l’hypothèse improbable que les Gravettiens aient exploité des bois fossiles, ce type de structure rugueuse pourrait aussi se retrouver sur ce que nous qualifierions de bois sec (cf. *supra*), à l’image du bois utilisé pour nos tests expérimentaux ; ces derniers ayant d’ailleurs produit des baguettes aux pans latéraux majoritairement rugueux. En effet, on soulignera que pour une action de débitage longitudinal (extraction ou bipartition), supposant l’arrachement violent des fibres osseuses d’un bois de renne (fendage), un bois sec (éventuellement frais *lato sensu*) semble particulièrement adapté, car ses fibres semblent moins résilientes au déchirement. En revanche, nous retrouvons la structure fibreuse sur plusieurs pièces archéologiques de Laugerie-Haute pour lesquelles les pans de fracture sont indubitablement d’origine anthropique, ainsi que sur nos pièces expérimentales. Sans affirmer que la structure fibreuse est caractéristique du travail d’un bois frais (Pétillon et Ducasse, 2012 ; Baumann et Maury, 2013), car tout dépend de ce que l’on entend par frais (cf. *infra*), on peut en revanche envisager que ce type de structure ne soit pas cohérent avec un bois fossilisé ; ce type de bois se caractérisant par une perte totale de son collagène, il perd par voie de conséquence une certaine tonicité ou aptitude à la résilience<sup>(17)</sup> lorsqu’il est soumis à une tension (Albrecht, 1977), puisque la fossilisation s’accompagne d’une minéralisation progressive de la matière organique. On soulignera, cependant, la difficulté qu’il y a à énoncer des critères univoques sur la nature des pans de fracture d’origine taphonomique, car à ce jour aucun référentiel n’est disponible sur des bois issus de milieux non anthropisés (type avens-pièges). Des travaux en ce sens ont toutefois été initiés il y a plusieurs années sur le site naturel de l’Igue du Gral (Castel *et al.* 2008 ; Ducasse *et al.*, 2011). La constitution d’un référentiel (en contexte de plein-air et karstique) est aussi en cours de réalisation au sein du thème « Ressources animales » développé par l’équipe Ethnologie préhistorique (UMR 7041 ArScAn).

Lors de nos tests de 2008, nous avons, en outre, pu nous rendre compte que fendre un bois de cerf détrempe était très difficile, car les fibres osseuses sont alors très résistantes à leur arrachement longitudinal. La structure des pans de fracture obtenus est intéressante car très différente de ce que nous avons pu observer sur du bois légèrement humide (trempe pour le tronçonnage, puis séché pour le fendage) ou totalement sec. Sur du bois sec, les fibres sont moins arrachées, moins fibreuses, et le tissu spongieux ne montre pas ce relief très irrégulier que présente le bois détrempe.

## CONCLUSION ET OUVERTURE À D’AUTRES CAS D’ÉTUDE GRAVETTIENS

Sur le matériel gravettien de Laugerie-Haute, la production baguettaire faisant intervenir le TF et le TRF combine principalement entre trois et cinq techniques : une percussion tranchante punctiforme associée à une percussion diffuse ou une flexion permettant la production d’un bloc secondaire sur tronçon, suivies d’une percussion indirecte (sagittale ou latérale) en association, ou non, avec du rainurage, parfois finalisée par une flexion transversale (languette d’arrachement) ou latérale (pan de fracture « en gouttière ») de la baguette. Une reprise du matériel de Laugerie-Haute nous a permis d’identifier le recours plus marginal à trois autres procédés de production baguettaire, pour lesquels la phase d’extraction *stricto sensu* du support associe *a minima* : rainurage + percussion diffuse + percussion tranchante ; percussion tranchante + percussion diffuse ; ou encore percussion tranchante + possible fendage. Bien que le recours à la percussion diffuse nous amène à nous interroger sur une possible origine solutréenne de ces pièces, l’originalité des combinaisons techniques ici observées n’est cependant pas signalée pour les niveaux solutréens de Laugerie-Haute, ni même pour d’autres contextes solutréens (Chauvière, 2002 ; Baumann, 2014). Plus largement, la technique du rainurage, fréquente en contexte gravettien (Goutas, 2004), n’est pas considérée comme faisant partie du bagage technique solutréen, à Laugerie-Haute, et ailleurs ; les pièces portant les stigmates de cette technique étant considérées comme intrusives (Baumann, 2014). À l’inverse, le recours à plusieurs techniques de percussion (indirecte, diffuse ou tranchante), selon diverses combinaisons, et en association ou non avec un rainurage, fait directement écho à d’autres industries gravettiennes : en Moravie sur le site de Pavlov (Goutas, 2015b, p. 257) et en Roumanie sur le site de Poiania Ciresului (Goutas, inédit). Pour les contextes français, la place de ces procédés variés dans le cortège technique des Gravettiens de la phase récente reste encore difficile à appréhender, mais pour l’heure, le TF et le TRF semblent majoritairement employés. La tendance pourrait néanmoins changer à l’aune des recherches futures (retour aux collections ou étude d’autres séries).

### Une diversité des débitages baguettaires : une spécificité du Gravettien récent ?

La mixité des procédés de débitage engagés dans la production des baguettes, sans être exclusive du Gravettien récent, semble désormais devenir une tendance significative qui, couplée à d'autres récurrences, comme la présence de certains types de pointes osseuses et possible-ment de certaines parures permet d'évoquer de possibles marqueurs techniques et symboliques de cette phase du Gravettien en France. Par le passé, la description donnée par Harvey M. Bricker et Nicholas C. David (Bricker et David, 1984, p. 100) de deux pièces en bois de renne de la couche 3 de l'abri Pataud, nous avait interrogée sur le recours possible au TRF sur ce gisement (Goutas, 2004, p. 171). De nouvelles études sur ces collections sont venues confirmer cette hypothèse, tout en attestant l'usage du TF, en parallèle du DRL (Flori, 2013). Enfin, l'utilisation concomitante de ces trois procédés semble aussi se confirmer dans la couche 1 de Roc de Combe dans le Lot (Goutas inédit, *in* Lacarrière, 2015). En revanche, le recours ponctuel à la percussion diffuse et à deux variantes de la percussion tranchante (punctiforme et scalariforme) dans le cadre de débitages dévolus à la production de baguettes n'est, à ce jour, identifié qu'à Laugerie-Haute. Le Gravettien récent de l'abri Pataud témoigne enfin d'une production baguettaire originale. Deux baguettes obtenues par DRL portent sur leur face supérieure, en leur milieu, l'amorce d'un troisième rainurage, dans l'objectif de produire deux baguettes plus étroites (Bricker et David, 1984, fig. 32, p. 101 ; Goutas, 2004, p. 157). Ces pièces sont les seuls cas de blocs secondaire ou tertiaire sur baguette en bois de cervidé connus pour le Gravettien récent. Dès lors, il est intéressant de signaler que le matériel solutréen de Laugerie-Haute ouest livre une pièce similaire à celles de Pataud et une seconde très proche (Baumann, 2014, fig. 222a et b). L'origine gravettienne plus que probable de ces pièces serait un élément supplémentaire en faveur d'une diversité de la production baguettaire dans la phase récente du Gravettien, puisque seule cette phase du Gravettien est représentée dans cette partie du gisement.

Le recours au TF, et dans une moindre mesure au TRF n'est pas spécifique au Gravettien récent. Pour les phases anciennes, à la Gravette et aux Vachons (c. 4), le DLR pourrait avoir été utilisé en parallèle du TRF ou du TF (Goutas, 2004, p. 169-172 et 365). À la Ferrassie, selon Denis Peyrony, le DRL n'est attesté pour la première fois qu'au sein de la couche L (à burins de Noailles), tandis que dans les couches antérieures (couche J à pointes de la Font Robert et couche K à pointes de la Gravette), le travail de l'os et du bois de cervidé se faisait par fendage avec « coins ou burins (...) à la manière des bûcherons exploitant un tronc d'arbre » (Peyrony, 1934, p. 88) ». Le recours au TF sur ce site a été confirmé par une récente étude (Prade, 2016). Pour le Noaillien, seul le DLR est, pour l'heure, clairement attesté pour la production de baguettes, marquant en cela une différence majeure avec le Rayssien. Pour cette phase, au Flageolet I (couche 5),

de rares témoins évoquent un débitage par TF (Goutas, 2004). Ce procédé a été reconnu dans les niveaux rayssiens des grottes du Renne et du Trilobite à Arcy-sur-Cure, en parallèle de l'usage du DRL et du TRF. Cette mixité des procédés en lien avec la production baguettaire ne peut toutefois ici être clairement rapportée au système technique rayssien dans la mesure où les données de l'industrie lithique (Klaric, 2003) évoquent un possible mélange avec une courte occupation du Gravettien récent (Goutas, 2013b). Enfin, le DRL et TF sont aussi employés dans le Gravettien final de Laugerie-Haute, tandis que le TRF ne semble plus utilisé (Goutas, 2003a).

### Une diversité des débitages baguettaires en réponse à un choix de rationalisation de la production

L'emploi du DRL, du TF et du TRF vient répondre, à Laugerie-Haute, à des objectifs de productions bien différenciés. L'équipement cynégétique en bois de cervidé peut être mis en relation avec un débitage par double rainurage. Les quelque quatre-vingts pointes de projectile sont particulièrement fines (la majorité a une épaisseur et une largeur inférieures à 10 mm), de forme et de section très régulières. Elles sont majoritairement fragmentaires et les quelques exemplaires complets ont une longueur comprise entre 116 et 154 mm. Cependant, plusieurs pointes cassées dépassent ces valeurs dont une double-pointe à biseau latéral, quasi complète, de 385 mm de long. À l'inverse, le TF et TRF sont utilisés pour produire de larges et longues baguettes, dévolues à la fabrication d'outils peu façonnés : robustes à partie active mousse ou biseauté (utilisation par frottement ou en pièce intermédiaire, voir fig. 3, n° 2c) et plus étroits à partie active fusiforme déjetée (utilisation par frottement uniquement, voir fig. 3, n° 2d).

Cette « spécialisation » du débitage repose sur une rationalisation des avantages et des contraintes de ces différents procédés dès lors qu'ils sont mis en œuvre par extraction ou bipartition. Le DRL est certes plus long à mettre en œuvre mais il autorise une prédétermination très importante des supports (Goutas, 2004, p. 161). Nous entendons par là, qu'à la différence des autres procédés de production baguettaire identifiés en contexte gravettien, il permet, dans l'absolu, la production en série et à l'identique, de supports parfaitement réguliers et rectilignes (Averbouh, 2000), pourvus à la fois de longueurs très importantes (près de 400 mm à Laugerie-Haute), tout en étant très étroits. Cela a pu constituer des avantages non négligeables dans la logistique de production et d'utilisation des équipements de chasse aux yeux des fabricants gravettiens (voir détails *in* Goutas, 2009). Lorsqu'il est convergent, le double rainurage permet en outre de produire un support aux dimensions et aux attributs morphologiques qui sont quasiment ceux de l'armature de chasse finie (pointe biconique), ce que ne permettront jamais le TF ou le TRF tels que mis en œuvre par les Gravettiens (par extraction et bipartition). Nous insistons sur ce dernier point pour éviter toute extrapolation à

d'autres types de débitages, comme la partition en quart par percussion diffuse qui ne répond pas à ces mêmes contraintes, puisque, dans ce cas, le débitage se fait par une division successive du bloc et est conduit uniquement à partir des bords latéraux du tronçon. Plus largement, ce constat, purement factuel, n'induit en rien un caractère plus évolué ou plus efficace du DRL, et *a contrario* un quelconque archaïsme ou une plus faible efficacité du TF ou du TRF. Et pour cause l'efficacité d'une technique, d'un procédé, d'un équipement est toujours fonction des conditions spécifiques de son utilisation. Si des groupes humains ont jugé opportun d'utiliser pendant des siècles voire des millénaires certains types de débitages, c'est bien qu'ils étaient adaptés à leurs besoins. Ces besoins ne peuvent d'ailleurs nullement être soumis à une comparaison qualitative diachronique, qui serait nécessairement anachronique, car ces choix techno-économiques sont éminemment dépendants des contextes environnementaux et des normes culturelles de chaque groupe.

À l'inverse, considérer que le TF ou le TRF autorisent une « prédétermination plus faible » (en regard du DRL), ne signifie nullement qu'il y ait absence de prédétermination. Des expérimentations (Tejero *et al.*, 2012), dont celles ici présentées, l'ont d'ailleurs démontré. *A contrario*, le TF et le TRF ont pour avantage leur rapidité de mise en œuvre (quelques minutes pour la phase d'extraction ou de division des blocs), dès lors que les connaissances et savoir-faire que requièrent ces deux procédés sont maîtrisés. La production rapide de supports robustes dont la destination fonctionnelle ne nécessitait qu'un façonnage restreint, aura en définitive sans doute motivé les Gravettiens de Laugerie-Haute à privilégier ces procédés, au détriment du DRL, pour la fabrication de leurs outils de transformation. En définitive, les résultats valables dans un contexte d'étude ou d'expérimentation donné ne sont pas directement transposables à d'autres contextes, dès lors que les produits étudiés portent des pans de fracture. Les modes d'actions sur la matière, les outils utilisés, les matières premières ou les objectifs économiques mis ainsi en comparaison peuvent s'avérer être différents (fracturation *stricto sensu versus* partition, extraction et éclats *versus* baguettes). Ainsi, comparer termes à termes un débitage par percussion diffuse sur enclume (de type fracture conchoïdale avec ou sans préparation, unique ou répétée, continue ou discontinue), avec un débitage par percussion indirecte sagittale ou encore latérale est-il réellement pertinent? Nécessairement non, le mode de transmission de la force n'est pas le même, ainsi que les outils utilisés et le plan d'attaque ou encore le contrôle de la propagation de l'onde fracture.

**Remerciements** : Nous remercions Jean-Jacques Cleyet-Merle, directeur du MNPE, pour nous avoir autorisé l'étude des collections de Laugerie-Haute, ainsi que l'ensemble des collègues du MNPE pour avoir facilité au mieux nos recherches : Peggy Jacquement, Stéphane Madeleine, Bernard Nicolas et André Morala. Nos remerciements s'adressent aussi aux rapporteurs, à Pierre Noiret, Laurent Klaric, Françoise Audouze et Jessica Lacarrière pour leurs remarques avisées, ainsi qu'à l'ensemble

des collaborateurs du thème « Ressources animales » et du GDRI Préhistos du CNRS. Ces deux groupes de recherche ayant été des plus structurants dans la construction du présent article. Nos remerciements vont aussi à Michaela Rašková Zelinková, pour les expériences pavloviennes que nous avons partagées.

## NOTES

- (1) En utilisant cette expression (voir définition *in* Goutas et Christensen, ce volume), nous nous inscrivons dans la continuité des réflexions terminologiques et méthodologiques développées depuis 2008 dans le cadre du GDRI TECHNOS (dir. Aline Averbouh, <http://gdreprehistos.cnrs.fr/>), tout en marquant une distinction avec l'expression « débitage baguettaire » qui recouvre un sens différent (Averbouh, 2000).
- (2) Pour les termes de « technique, procédé, module, débitage baguettaire, schéma de transformation, extraction, bipartition, tronçonnage » : voir Averbouh, 2000. Pour les termes de « fendage » et « stigmates secondaires et principaux », voir Christensen, 2016.
- (3) Ces dernières années, des parentés entre la fin de l'Aurignacien et les débuts du Gravettien auront aussi été observées et questionnées dans le domaine des productions lithiques (Pesesse, 2008).
- (4) Ces travaux ont été présentés, en décembre 2012, dans le cadre d'une journée d'étude du thème « Ressources animales » de l'équipe Ethnologie préhistorique (UMR 7041 ArScAn), au terme de la première année du programme de recherche collectif initié sur la fracturation *lato sensu* des matières osseuses (voir Christensen et Goutas, ce volume).
- (5) La reprise du matériel gravettien, réalisée en 2012 et 2014, aura été complexifiée par différents remaniements des collections depuis notre thèse (disparition de certaines pièces, numéros d'inventaires égarés ou mélangés).
- (6) Comme l'indiquent les mesures prises sur les déchets de débitage mais aussi sur les supports produits et les objets finis (voir Averbouh, 2000 et Goutas, 2004 pour un rappel des critères de détermination des modules).
- (7) Ceci se traduit, sur les pièces archéologiques comme sur les pièces expérimentales, par la présence de pans de fracture recoupant le sillon de rainurage.
- (8) Cf. Averbouh, 2000 ; aussi appelé « plan de percussion » ou « plan de fente » (Liolios, 1999).
- (9) Les mesures ont été prises sur les supports bruts et sur les outils dont le façonnage, partiel, a laissé des pans de fracture bruts.
- (10) La latéralisation des baguettes est possible pour les baguettes d'extraction, lorsqu'elles sont complètes ou sub-complètes et présentent ainsi à leurs extrémités, le vestige d'un plan d'ouverture (considéré comme proximal) et une terminaison en languette (plan de sortie de l'onde de fracture considéré comme l'extrémité distale).
- (11) Les termes « d'encoche rainurée » (Baumann, 2014) fut aussi utilisé pour désigner cet aménagement ; il ne nous semble cependant pas adapté dans la mesure où une « encoche », désigne une dépression découlant d'une action de percussion. Or, un sillon de rainurage découle d'une action de « coupe » dans la matière (Christensen, 2016).
- (12) Il s'agit d'un bois issu d'un élevage de rennes (société Beridon, Alpes-de-Haute-Provence : <http://www.bienve->



- nue-a-la-ferme.com/paca/alpes-de-haute-provence/auzet/ferme/ferme-beridon/83544).
- (13) Des relevés de la structure interne des bois, en amont et aux différentes étapes du débitage, tels qu'envisagés au sein du thème Ressources animales (coord. Romain Malgarini), permettraient assurément de mieux comprendre ces dynamiques internes et leurs impacts sur certaines étapes du débitage.
- (14) Ce temps n'est toutefois qu'indicatif, car en partie rallongé par des phases d'observation avant ou après chaque action du débitage. Les temps de description et de discussion n'ont en revanche pas été décomptés.
- (15) Des supports courts, souvent larges, détachés en percussion diffuse et formés d'un talon (plan de frappe résiduel), d'un cône de percussion et d'un bulbe plus ou moins marqués (par ex. Ettos, 1985 ; David, 2004 ; Inizan *et al.*, 1995).
- (16) Les éclats sont considérés comme des déchets, en vue de dégager une baguette par élimination progressive de matière de l'andouiller ou de la perche (Allain *et al.*, 1974 ; Averbough et Pétillon, 2011 ; Pétillon et Ducasse, 2012).
- (17) Cette aptitude que nous pourrions qualifier, de manière imagée, de « comportement élastique ».

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AGOUDJIL A. (2004) – *L'industrie en matières dures animales du site solutréen du Roc-de-Sers (Sers, Charente), Exploitation du bois de renne : contribution d'une approche technologique et typologique à la reconnaissance d'une période chrono-culturelle*, mémoire de maîtrise, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 111 p.
- AGOUDJIL A. (2005) – *Essai de caractérisation des industries en matières dures animales solutréennes. Apport de l'étude du niveau solutréen moyen (couche H « à feuilles de laurier ») de Laugerie-Haute Ouest à la connaissance des modalités de débitage du bois de cervidé*, mémoire de DEA, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 62 p.
- ALBRECHT G. (1977) – Testing of Materials as Used for Bone Points of the Upper Palaeolithic, in H. Camps-Fabrer (dir.), *Méthodologie appliquée à l'industrie de l'os préhistorique*, actes du 2<sup>e</sup> Colloque international sur l'industrie de l'os dans la Préhistoire (abbaye de Sénanque, 9-12 juin 1976), Paris, CNRS (Colloques internationaux du CNRS, 568), p. 119-124.
- ALLAIN J., FRITSCH R., RIGAUD A., TROTIGNON F. (1975) – Le débitage du bois de renne dans les niveaux à raclettes du Badegoulien de l'abri Fritsch et sa signification, in H. Camps-Fabrer (dir.), *Premier colloque international sur l'industrie de l'os dans la Préhistoire*, actes du colloque (abbaye de Sénanque, 18-20 avril, 1974), Aix-en-Provence, université de Provence, p. 67-71.
- AVERBOUH A. (2000) – *Technologie de la matière osseuse travaillée et implications paléolithiques : l'exemple des chaînes d'exploitation du bois de cervidé chez les Magdaléniens des Pyrénées*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 253 et 247 p.
- AVERBOUH A., PÉTILLON J.-M. (2011) – Identification of 'Debitage by Fracturation' on Reindeer Antler: Case Study of the Badegoulian Levels at the Cuzoul de Vers (Lot, France), in J. Baron et B. Kufel-Diakowska (dir.), *Written in Bones, Studies on Technological and Social Contexts of Past Faunal Skeletal Remains*, actes des 7<sup>es</sup> Rencontres du Groupe de recherche sur le travail des matières osseuses (Wrocław, 7-11 septembre 2009), Wrocław, université de Wrocław, p. 41-52.
- AVERBOUH A., PROVENZANO N. (1998-1999) – Propositions pour une terminologie du travail préhistorique des matières osseuses, 1. Les techniques, *Préhistoire et anthropologie méditerranéennes*, 7-8, p. 5-26.
- BAUMANN M. (2007) – *Nouvelles observations sur l'industrie osseuse du Roc-de-Sers (Charente). Essai de caractérisation technologique d'un assemblage solutréen*, mémoire de master 2, université de Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 2 vol., 58 et 54 p.
- BAUMANN M. (2014) – *À l'ombre des feuilles de Laurier : les équipements osseux solutréens du Sud-Ouest de la France. Apports et limites des collections anciennes*, thèse de doctorat, université de Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 593 p.
- BAUMANN M., MAURY S. (2013) – Ideas no Longer Written in Antler, *Journal of Archaeological Science*, 40, 1, p. 601-614.
- BLUMENSHINE R. J., SELVAGGIO M. M. (1988) – Percussion Marks on Bone Surfaces as a New Diagnostic of Hominid Behaviour, *Nature*, 333, 6175, p. 763-765.
- BONNICHSEN R. (1978) – Critical Arguments for Pleistocene Artifacts from the Old Crow Basin, Yukon: A preliminary Statement, in A. L. Brian (dir.), *Early Man in America from a Circum-Pacific Perspective*, Edmonton, University of Alberta (Occasional Papers of the Department of Anthropology, 1), p. 102-118.
- BOULESTIN B. (1999) – *Le cas des Mésolithiques de la grotte des Perrats et le problème du cannibalisme en Préhistoire récente européenne*, Oxford, Archaeopress (BAR, International Series 776), 338 p.
- BORDES F. (1958) – Nouvelles fouilles à Laugerie-Haute Est : premiers résultats, *L'Anthropologie*, 62, 3-4, p. 205-244.
- BORDES F. (1968) – La question périgordienne, in *La Préhistoire : problèmes et tendances*, Paris, CNRS, p. 59-70.
- BORDES F. (1978) – Le Protomagdalénien de Laugerie-Haute Est (fouilles F. Bordes), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 75, 11, p. 501-521.
- BRICKER H. M., DAVID N. C. (1984) – *Excavation of the Abri Pataud, Les Eyzies (Dordogne), the Perigordian VI (level 3) Assemblage*, Harvard, Peabody Museum (Bulletin of the American School of Prehistoric Research, 34), 109 p.
- CASTEL J.-C., COUMONT M.-P., BRUGAL J.-P., LAROUANDIE V., CAMUS H., CHAUVIÈRE F.-X., COCHARD D., GUADDELLI J.-L., KUNTZ D., MARTIN H., MOURRE V. (2008) – La fin du Paléolithique supérieur en Quercy : l'apport de l'Igüe du Gral (Sauliac-sur-Célé, Lot), in J. Jaubert, J.-G. Bordes et I. Ortega (dir.), *Les sociétés du Paléolithique dans un grand Sud-Ouest de la France : nouveaux gisements, nouveaux résultats, nouvelles méthodes*, actes des journées de la Société préhistorique française (Talence, 24-25 novembre

- 2006), Paris, Société préhistorique française (Mémoire, 47), p. 335-353.
- CHAUVIÈRE F.-X. (2002) – Industries et parures sur matières dures animales du Paléolithique supérieur de la grotte de Caldeirão (Tomar, Portugal), *Revista Portuguesa de Arqueologia*, 5, 1, p. 5-28.
- CHRISTENSEN M. (2016) – *L'industrie osseuse des chasseurs-cueilleurs : le cas des nomades marins de Patagonie et Terre de Feu*, Punta Arenas, Universidad de Magallanes (Colección poblamiento humano de Fuego-Patagonia), 308 p.
- CHRISTENSEN M., GOUTAS N. (ce volume) – La fracturation? Enjeux terminologiques, analytiques et perspectives palethnologiques, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 11-20.
- CHRISTENSEN M., GOUTAS N., BEMLI C., CHEVALLIER A., LACARRIÈRE J., LEDUC C., BIGNON-LAU O., BODU P., CHICA-LEFORT T., KHAN B., LEGLISE S., MALGARINI R., TARTARÉ., TEJERO J.-M., TREUILLOT J., SCHWAB C. (ce volume) – La fracturation *lato sensu* de l'os et du bois de cervidé : un bref historique des recherches, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 23-42.
- DAVID É. (2004) – *L'industrie en matières dures animales du Mésolithique ancien et moyen en Europe du Nord : contribution de l'analyse technologique à la définition du Maglemosien*, thèse de doctorat, université Paris X, Nanterre, 773 p.
- DEMARS P.-Y. (1995) – Le Solutrén de Laugerie-Haute (Dordogne). Économie du silex, *Gallia Préhistoire*, 37, 1, p. 1-53.
- DUCASSE S., CASTEL J.-C., CHAUVIÈRE F.-X., LANGLAIS M., CAMUS H., MORALA A., TURQ A. (2011) – Le Quercy au cœur du Dernier Maximum Glaciaire : la couche 4 du Petit Cloup Barrat et la question de la transition badegoulo-magdalénienne, *Paleo*, 22, p. 101-154.
- ETTOS (1985) – Techniques de percussion appliquées au matériau osseux : premières expériences, *Cahiers de l'Euphrate*, 4, p. 373-381.
- FLORI L. (2013) – *Exploitation des matières dures d'origine animale au Gravettien récent. Exemple de la couche 3 de l'abri Pataud (Dordogne)*, mémoire de master, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 109 p.
- FONTANA L. (2000) – La chasse au renne au Paléolithique supérieur dans le Sud-Ouest de la France : nouvelles hypothèses de travail, *Paleo*, 12, p. 141-164.
- FOUCHER P. (2004) – *Les industries lithiques du complexe Gravettien-Solutrén dans les Pyrénées. Techno-typologie et circulation des matières siliceuses de part et d'autre de l'axe Pyrénées-Cantabre*, thèse de doctorat, université Toulouse 2 – Le Mirail, 334 p.
- GIRYA E. Y., KHLOPACHEV G. A. (2010) – *Secrets of Ancient Carvers of Eastern Europe and Siberia: Treatment Techniques of Ivory and Reindeer Antler in the Stone Age*, Saint-Petersbourg, NAUKA, 143 p.
- GOUTAS N. (2003a) – Identification de deux procédés de débitage inédits du bois de cervidés dans les niveaux gravettiens de Laugerie-Haute Est et Ouest, *Paleo*, 15, p. 255-262.
- GOUTAS N. (2003b) – Identification d'un type particulier d'objets en bois de cervidé au Gravettien : « les matrices-outils ». Association de deux concepts a priori distincts, *Préhistoire anthropologie méditerranéennes*, 12, p. 65-74.
- GOUTAS N. (2004) – *Caractérisation et évolution du Gravettien en France par l'approche techno-économique des industries en matières dures animales (étude de six gisements du Sud-Ouest)*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 680 p.
- GOUTAS N. (2009) – Réflexions sur une innovation technique gravettienne importante : le double rainurage, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 106, 3, p. 437-456.
- GOUTAS N. (2013a) – New Data on the Osseous Industry from the Eastern Gravettian (Russia): Technological Analyses and Sociological Perspectives, in F. Lang (dir.), *The Sound of Bones*, actes du colloque de l'ICAZ Worked Bone Research Group (Salzbourg, 29 août-3 septembre), Salzbourg, Archaeoplus (Schriften zur Archäologie und Archäometrie der Paris Lodron-Universität Salzburg, 5), p. 133-154.
- GOUTAS N. (2013b) – Nouvelles données sur l'industrie osseuse des grottes du Renne et du Trilobite à Arcy-sur-Cure (Yonne, France) : vers l'identification de nouveaux marqueurs techniques et culturels du Gravettien moyen à burins du Raysse, in P. Bodu, L. Chehmana, L. Klaric, L. Mevel, S. Soriano et N. Teyssandier (dir.), *Le Paléolithique supérieur ancien de l'Europe du Nord-Ouest. Réflexions et synthèses à partir d'un projet collectif de recherche sur le Centre et le Sud du Bassin parisien*, actes du colloque (Sens, 15-18 avril 2009), Paris, Société préhistorique française (Mémoire, 56), p. 89-115.
- GOUTAS N. (2015a) – Données inédites sur le Gravettien oriental : apport de la technologie osseuse à la caractérisation des occupations de Kostienki 4 (Alexandrovska, région de Voronej, Russie), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 112, 4, p. 647-692.
- GOUTAS N. (2015b) – From Stone Flaking to Grinding: Three Original Pavlovian Antler Tools from Moravia (Pavlov I, Czech Republic), *Quaternary International*, 359-360, p. 240-260.
- GOUTAS N. (2016) – Gravettian Projectile Points: Considerations about the Evolution of Osseous Hunting Weapons in France, in M. C. Langley (dir.), *Osseous Projectile Weaponry: Towards an Understanding of Pleistocene Cultural Variability*, Dordrecht, Springer (Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology), p. 89-107.
- GOUTAS N., TEJERO J. M. (2016) – Osseous Technology as a Reflection of Chronological, Economic and Sociological Aspects of Palaeolithic Hunter-gatherers: Examples

- from Key Aurignacian and Gravettian Sites in South-West Europe, in A. Averbouh, J.-M. Tejero, N. Goutas et M. Christensen (dir.), *Innovation in the Production and Use of Equipment in Hard Animal Materials: Origins and Consequences in Prehistoric Societies from Paleolithic to Mesolithic*, actes du 17<sup>e</sup> Congrès de l'UISPP (Burgos, 1-8 septembre 2014), Oxford, Elsevier (numéro spécial de *Quaternary International*, 403), p. 79-89.
- GOUTAS N., CHRISTENSEN M. avec la collaboration de TARTAR E., MALGARINI R., TEJERO J.-M., TREUILLOT J. (ce volume) – Extraction, partition, réduction ou fracturation ? De quoi parlons-nous ? Discussion sur la production de supports allongés (baguette, éclat baguettaire vs éclat), in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, Société préhistorique française, (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 55-97.
- GUILLERMIN P. (2006) – Les Fieux : une occupation gravettienne du Causse quercinois, *Paleo*, 18, p. 69-94.
- GUILLERMIN P., MORALA A. (2013) – Les « Périgordiens » étaient-ils Quercinois ?, in M. Jarry, J.-P. Brugal et C. Ferrier (dir.), *Modalités d'occupations et exploitation des milieux au Paléolithique dans le Sud-Ouest de la France : l'exemple du Quercy*, actes de la session C67, 15<sup>e</sup> Congrès de l'UISPP (Lisbonne, 4-9 septembre 2006), Les Eyzies-de-Tayac, SAMRA (supplément à *Paleo*, 4), p. 311-342.
- HENRY-GAMBIER D. (2013) – Les populations gravettiennes. Biologie et comportements funéraires, in M. Otte (dir.), *Les Gravettiens*, Paris, Errance, p. 307-330.
- HUGUET Y. (1999) – *Étude technologique de la parure en matières dures animales du Périgordien supérieur du Sud et Sud-Ouest de la France (Lauvergne-Haute, Pair-non-Pair, Isturitz)*, mémoire de DEA, université Paris X, Nanterre, 86 p.
- INIZAN M.L., REDURON M., ROCHE H., TIXIER J. (1995) – *Technologie de la pierre taillée*, Meudon, CNRS, Centre de recherche et d'études préhistoriques (Préhistoire de la pierre taillée, 4), 199 p.
- KILDEA F., LANG L. (2011) – Le Gravettien de la vallée du Cher : le site de la Croix de Bagneux à Mareuil-sur-Cher, in N. Goutas, L. Klaric, P. Guillermin et D. Pesesse (dir.), *À la recherche des identités gravettiennes : actualités, questionnements et perspectives*, actes de la table ronde (Aix-en-Provence, 6-8 octobre 2008), Paris, Société préhistorique française (Mémoire, 52), p. 273-289.
- KLARIC L. (2000) – Note sur la présence de lames aménagées par technique de Kostienki dans les couches gravettiennes du Blot (Cerzat, Haute-Loire), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 97, 4, p. 625-636.
- KLARIC L. (2003) – *L'unité technique des industries à burins du Raysse dans leur contexte diachronique. Réflexions sur la diversité culturelle au Gravettien à partir des données de la Picardie, d'Arcy-sur-Cure, de Brassempouy et du Cirque de la Patrie*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 426 p.
- KLARIC L. (2010) – Le Gravettien, in J. Clottes (dir.), *La France Préhistorique. Un essai d'Histoire*, Paris, Gallimard (NRF Essais), p. 142-169.
- KLARIC L. (2013) – Faciès lithiques et chronologie du Gravettien du Sud du Bassin parisien et de sa marge sud-occidentale, in P. Bodu, L. Chehmana, L. Klaric, L. Mevel, S. Soriano et N. Teyssandier (dir.), *Le Paléolithique supérieur ancien de l'Europe du Nord-Ouest. Réflexions et synthèses à partir d'un projet collectif de recherche sur le Centre et le Sud du Bassin parisien*, actes du colloque (Sens, 15-18 avril 2009), Paris, Société préhistorique française (Mémoire, 56), p. 61-87.
- KLARIC L., GUILLERMIN P., AUBRY T. (2009) – Des armatures variées et des modes de productions variables. Réflexions à partir de quelques exemples issus du Gravettien d'Europe occidentale (France, Portugal, Allemagne), *Gallia Préhistoire*, 51, p. 113-154.
- KNECHT H. (1991) – *Technological Innovation and Design during the Early Upper Paleolithic: A Study of Organic Projectile Technologies*, thèse de doctorat, New York University, 729 p.
- KUNTZ D. (2011) – *Ostéométrie et migration(s) du Renne (Rangifer Tarandus) dans le Sud-Ouest de la France au cours du dernier Pléniglaciaire et du Tardiglaciaire (21500-13000 cal. BP)*, thèse de doctorat, université Toulouse 2 – Le Mirail, 496 p.
- LACARRIÈRE J. (2015) – *Les ressources cynégétiques au Gravettien en France. Acquisition et modalités d'exploitation des animaux durant la phase d'instabilité précédant le Maximum Glaciaire*, thèse de doctorat, université Toulouse Jean-Jaurès, 467 p.
- LEGRAND A. (2000) – *Vers une identification technique et fonctionnelle des outils biseautés en matières osseuses : le site magdalénien de la Garenne Saint-Marcel (Indre)*, mémoire de DEA, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 51 p.
- LENOBLE A., MORALA A., COSGROVE R. (2013) – *Prélèvements géochronologiques et sédimentologiques de l'abri de Lauvergne-Haute Ouest (Les-Eyzies-de-Tayac, Dordogne)*, rapport de sondage archéologique, service régional de l'Archéologie d'Aquitaine, Bordeaux, 39 p.
- LIOLIOS D. (1999) – *Variabilité et caractéristique du travail des matières osseuses au début de l'Aurignacien, Approche technologique et économique*, thèse de doctorat, université Paris X, Nanterre, 360 p.
- MAIGROT Y. (2003) – *Étude technologique et fonctionnelle de l'outillage en matières dures animales. La station 4 de Chalais (Néolithique final, Jura, France)*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 232 p.
- MALGARINI R., BODU P. (ce volume) – Des tests expérimentaux aux cas archéologiques : le débitage par percussion du bois de renne au Magdalénien moyen dans l'Est de la France, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 187-211.

- MOREAU L. (2012) – Le Gravettien ancien d'Europe centrale revisité : mise au point et perspectives, *L'Anthropologie*, 116, p. 609-638.
- MORLAN R. E. (1980) – *Taphonomy and Archaeology in the Upper Pleistocene of the Northern Yukon Territory: a Glimpse of the Peopling of the New World*, Ottawa, University of Ottawa Press (National Museum of Man Mercury Series. Archaeological Survey of Canada Paper, 94), 398 p.
- MUJICA ALUSTIZA J. A. (1990) – La industria ósea durante el Paleolítico superior: la técnica de aseramiento y la extracción de lenguetas, *Munibe, Anthropologia-Archeologia*, 42, p. 65-73.
- NESPOULET R. (2000) – Le Gravettien final de l'abri Pataud, Les Eyzies-de-Tayac (Dordogne, France). Nouvelles données technologiques et typologiques sur l'industrie lithique provenant du niveau 3, *L'Anthropologie*, 104, 1, p. 63-120.
- NOIRET P. (2011) – En guise de conclusion : chronologie, technologies et faciès culturels du Gravettien français, in N. Goutas, D. Pesesse, L. Klaric et P. Guillermin (dir.), *À la recherche des identités gravettiennes : actualités, questionnements et perspectives*, actes de la table ronde (Aix-en-Provence, 6-8 octobre 2008), Paris, Société préhistorique française (Mémoire, 52), p. 389-395.
- OTTE M. (2013) – *Les Gravettiens*, Paris, Errance, 351 p.
- PARIS C., FAGNART J.-P., COUDRET P. (2013) – Du Gravettien final dans le Nord de la France? Nouvelles données à Amiens-Rénancourt (Somme, France), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 110, p. 123-126.
- PASSEMARD E. (1944) – *La caverne d'Isturitz en pays Basque*, Paris, Presses universitaires de France (Préhistoire, 9), 84 p.
- PELEGRIN J. (1991) – Les savoir-faire : une très longue histoire, *Terrain*, 16, p. 106-113.
- PERLÈS C. (2012) – Quand « diffusion » ne veut pas dire « interaction », in M. Borrell (dir.), *Xarxes al neolític : circulació i intercanvi de matèries, productes i idees a la Mediterrània occidental (VII-III mil·lenni a. C.)*, actes du colloque international (Gavà et Bellaterra, 2-4 février 2011), Gavà, Museu de Gavà (Rubricatum, 5), p. 585-589.
- PESESSE D. (2008) – *Les premières sociétés gravettiennes. Analyse comparée des systèmes lithiques de la fin de l'Aurignacien aux débuts du Gravettien*, thèse de doctorat, université de Provence, Aix-en-Provence, 282 p.
- PÉTILLON J.-M. (à paraître) – L'industrie en bois de cervidé de l'Aurignacien ancien de la grotte des Hyènes, in D. Henry-Gambier et F. Bon (dir.), *L'Aurignacien de la grotte des Hyènes (Brassempouy, Landes)*.
- PÉTILLON J.-M., AVERBOUH A. (2012) – Le travail du bois de renne dans les couches badegouliennes, in J. Clottes, J.-P. Giraud et P. Chalard (dir.), *Solutréen et Badegoulien au Cuzoul de Vers : des chasseurs de Renne en Quercy*, Liège, université de Liège (ERAUL, 131), p. 359-386.
- PÉTILLON J.-M., DUCASSE S. (2012) – From Flakes to Grooves: A Technical Shift in Antlerworking during the Last Glacial Maximum in Southwest France, *Journal of Human Evolution*, 62, 4, p. 435-465.
- PEYRONY D. (1934) – La Ferrassie (Moustérien, Périgordien, Aurignacien), *Préhistoire*, 3, p. 1-92.
- PEYRONY D., PEYRONY É (1938) – *Laugerie-Haute près des Eyzies (Dordogne)*, Paris, Masson (Archives de l'Institut de paléontologie humaine, 19), 86 p.
- PIKE-TAY A., BRICKER H. M. (1993) – Hunting in the Gravettian: An Examination of Evidence from Southwestern France, in G. L. Peterkin, H. M. Bricker et P. Mellars (dir.), *Hunting and Animal Exploitation in the Later Palaeolithic and Mesolithic of Eurasia*, Washington, American Anthropological Association (Archaeological Papers of the American Anthropological Association, 4), p. 127-143.
- PRADE M. (2016) – *Analyse technologique de l'industrie en matières dures animales du niveau moyen de la grotte de la Ferrassie (Dordogne)*, mémoire de master 1, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 212 p.
- RIGAUD A. (1984) – Utilisation du ciseau dans le débitage du bois de renne à La Garenne-Saint-Marcel (Indre), *Gallia Préhistoire*, 27, p. 245-253.
- RIGAUD J.-P. (2008) – Les industries lithiques du Gravettien du nord de l'Aquitaine dans leur cadre chronologique, in J.-P. Rigaud (dir.), *Le Gravettien : entités régionales d'une paléoculture européenne*, Les Eyzies-de-Tayac, SAMRA (*Paleo*, numéro spécial 20), p. 381-397.
- SIMONET A. (2010) – *Typologie des armatures gravettiennes de la grotte d'Isturitz (Pyrénées-Atlantiques, France)*, Oxford, Archaeopress (BAR, International Series 2156), 135 p.
- SIMONET A. (2012) – Des apprentis gravettiens ont-ils confectionné des armatures lithiques à Tercis (Landes, France)?, *Paleo*, 23, p. 249-276.
- SMITH P. E. L. (1966) – *Le Solutréen en France*, Bordeaux, Delmas (Publications de l'Institut de Préhistoire de l'université de Bordeaux, 5), 451 p.
- SONNEVILLE-BORDES D. de (1960) – *Le Paléolithique supérieur en Périgord*, Bordeaux, Delmas, 558 p.
- TARTAR É. (2012) – The Recognition of a New Type of Bone Tools in Early Aurignacian Assemblages: Implications for Understanding the Appearance of Osseous Technology in Europe, *Journal of Archaeological Science*, 39, p. 2348-2360.
- TARTAR É. (ce volume) – La fracturation du bois de renne à l'Aurignacien : mise en évidence d'une nouvelle modalité de débitage impliquant la percussion directe, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 119-138.
- TEJERO J. M. (2010) – *La explotación de las materias duras animales en el Paleolítico superior inicial. Una aproximación tecno-económica a las producciones óseas aurignacienses en la Península Ibérica*, thèse de doctorat, université de Madrid (UNED), 2 vol., 463 p. et 295 p.
- TEJERO J. M., CHRISTENSEN M., BODU P. (ce volume) – Exploitation du bois de cervidé et comportements techniques durant l'Aurignacien en Europe occidentale. Caractérisation du débitage par fendage, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité*

*d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 101-118.

TEJERO J. M., CHRISTENSEN M., BODU P. (2011) – La fabricación de soportes en asta de cérvido en el Auriñaciense. Una aproximación experimental para la comprensión del procedimiento de hendido en asta de ciervo, in A. Morgado, J. Baena Preysler et D. García González (dir.), *La investigación experimental aplicada a la Arqueología*, actes du colloque international (Ronda, 26-28 novembre 2008), Grenade, Universidad de Granada, p. 213-223.

TEJERO J. M., CHRISTENSEN M., BODU P. (2012) – Red Deer Antler Technology and Early Modern Humans in Southeast Europe: An Experimental Study, *Journal of Archaeological Science*, 39, 2, p. 332-346.

TOUZÉ O. (en cours) – *Les débuts du Gravettien dans le Nord-Ouest de l'Europe (28000-26000 BP)*, thèse de doctorat, universités de Liège et Paris 1 – Panthéon-Sorbonne.

TREUILLOT J. (2016) – *À l'Est quoi de nouveau ? L'exploitation technique de l'élan en Russie centrale au cours de la transition entre pêcheurs-chasseurs-cueilleurs sans céramique (« Mésolithique récent ») et avec céramique (« Néolithique ancien »)*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 390 p.

VALENSI P. (1994) – *Les grands mammifères de la grotte du Lazaret, Nice. Étude paléontologique et biostratigraphique des carnivores. Archéozoologie des grandes faunes*, thèse de doctorat, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 480 p.

VALLA F. (1984) – *Les industries de silex de Mallaha (Eynan) et du Natoufien dans le Levant*, Paris, Association Paléorient (Mémoires et travaux du Centre de recherche français de Jérusalem, 3), 329 p.

VILLA P., MAHIEU E. (1991) – Breakage Patterns of Human Long Bones, *Journal of Human Evolution*, 21, p. 27-48.

**Nejma GOUTAS**  
UMR 7041 ArScAn,  
Ethnologie préhistorique  
MAE, 21, allée de l'Université  
F-92023 Nanterre cedex  
nejma.goutas@cnrs.fr

**Pierre BODU**  
UMR 7041 ArScAn,  
Ethnologie préhistorique  
MAE, 21, allée de l'Université  
F-92023 Nanterre cedex  
pierre.bodu@cnrs.fr

**Stéphan HINGUANT**  
INRAP Bretagne  
et UMR 6566 CReAAH  
263, Avenue du général Leclerc  
Campus de Beaulieu,  
Université de Rennes 1, CS 74205  
F-35042 Rennes cedex  
stephan.hinguant@inrap.fr

**Aline AVERBOUH**  
UMR 7209 Archéozoologie,  
Archéobotanique : Sociétés, pratiques  
et environnements  
Muséum national d'histoire naturelle, CNRS  
CP55 ou 56,  
55 rue Buffon  
75005 Paris  
aline.averbough@mnhn.fr

**Marianne CHRISTENSEN**  
UMR 7041  
Université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne  
3, rue Michelet  
F-75006 Paris  
marianne.christensen@univ-paris1.fr



« À coup d'éclats ! »

*La fracturation des matières osseuses en Préhistoire :  
discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*  
Actes de la séance de la Société préhistorique française de Paris (25 avril 2017)

Textes publiés sous la direction de  
Marianne CHRISTENSEN et Nejma GOUTAS  
Paris, Société préhistorique française, 2018  
(Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 181-186  
www.prehistoire.org  
ISSN : 2263-3847 – ISBN : 2-913745-2-913745-74-1

## Le travail des matières osseuses au Badegoulien ou un curieux goût pour la fracturation

Aline AVERBOUH

**Résumé :** Évoquer un débitage par fracturation renvoie à la façon de concevoir le débitage d'un bloc de matière première pour aboutir à la production d'un ou de plusieurs supports. En revanche, évoquer une technique de fracturation voire un procédé qui inclut cette technique, renvoie à la façon pratique de détacher une portion du bloc, qu'il s'agisse ou non d'un support. Le débitage du bois de renne des niveaux badegouliens du Cuzoul-de-Vers (Lot), pris ici en exemple, illustre ces deux niveaux de hiérarchisation analytique.

Consistant à fracturer un bloc par éclatement afin d'obtenir des éclats, le débitage par fracturation est généralement conduit sur os et parfois sur ivoire. Son application au bois de cervidé est moins commune. Pour autant, ces débitages badegouliens sur bois de renne témoignent d'une haute maîtrise technique et conceptuelle aboutissant à une production très standardisée d'éclats (Averbouh, 2006 ; Averbouh et Pétilion, 2011 ; Pétilion et Averbouh, 2012). Malgré les hypothèses émises quant à la volonté d'obtenir de la sorte soit de longs éclats conchoïdaux épais, soit une « baguette » mamelonnée (Pétilion et Averbouh, 2012) destinés à être transformés en pointes de projectile ou objets biseautés, les modalités et la finalité de cette production doivent encore être validées avec plus de précision, d'autant que les concordances morphométriques et structurelles des supports et des objets finis ne sont pas toujours établies (Averbouh, 2006). Il est, de ce fait, difficile de savoir si le débitage par fracturation Badegoulien (ou débitage par réduction *sensu* Goutas, Christensen, ce volume) joue le même rôle que le débitage par extraction du Magdalénien moyen (et supérieur) en contribuant à produire le même type d'équipement, le débitage par extraction par rainurage étant très marginal voire absent des pratiques badegouliennes.

**Mots-clés :** Badegoulien, débitage par fracturation, bois de renne.

**Abstract:** Debitage by fracturing is the debitage of a block of raw material in order to produce one or several blanks. However, a fracturing technique or a fracturing process that involves this technique is the way in which a portion is removed from the block, whether this is a blank or not. The debitage of reindeer antler of the Badegoulian levels of Cuzoul-de-Vers (Lot) is taken as an example here in order to illustrate these two levels of analytical ranking.

Debitage by fracturing, which consists of breaking up a block with the aim of obtaining flakes, is generally carried out on bone and sometimes on ivory. Its use for cervid antler is less common. Nonetheless the Badegoulian debitages carried out on reindeer antler testify to high-level technical and conceptual skills resulting in greatly standardised flake production (Averbouh, 2006 ; Averbouh and Pétilion, 2011 ; Pétilion and Averbouh, 2012). Despite the hypotheses advanced as to the aim of obtaining either thick elongated conchoidal flakes, or a nipples 'rod' (Pétilion and Averbouh, 2012) destined to be transformed into projectile points or bevelled objects, the modalities and the purpose of this production still need to be validated in more detail, as the morphometric and structural concordances of the blanks and the finished objects have not always been established (Averbouh, 2006). As a matter of fact, it becomes difficult to identify whether the Badegoulian debitage by fracturing (or debitage by reduction *sensu* Goutas and Christensen, this volume) plays the same role as the debitage by extraction in use during the Middle (and Upper) Magdalenian in contributing to the production of the same type of equipment, the debitage by extraction by grooving being very marginal or even absent from the Badegoulian practices.

**Keywords:** Badegoulian, debitage by fracturing, reindeer antler.

**L'**ANALYSE d'une transformation par fracturation passe par la prise en compte d'au moins deux niveaux de hiérarchisation, l'un répondant aux modalités pratiques (techniques et procédés), l'autre, aux modalités conceptuelles (méthodes de débitage et de façonnage, schémas de transformation). L'exemple du débitage du bois de renne par les groupes badegouliens du Cuzoul-de-Vers (Lot) illustre bien ces deux niveaux de hiérarchisation analytique; son étude, alors en cours, a été présentée une première fois (Averbouh, 2006) puis publiée (Averbouh et Pétilion, 2011; Pétilion et Averbouh, 2012) : je n'en rappellerai ici que les grandes lignes de façon à compléter le tour d'horizon chronologique proposé dans cet ouvrage et enjoins le lecteur qui souhaite disposer de plus amples informations à consulter les références citées.

### LE SITE ET LE MATÉRIEL PRÉSENT

Le petit abri du Cuzoul-de-Vers, dans le sud-ouest de la France, est l'un des rares à avoir connu une si forte fréquentation : trente et une couches identifiées sur 2,5 à 3 m d'épaisseur dont vingt-huit sont attribuables au Badegoulien (couches 28 à 1) situé chronologiquement entre 23500 et 21500 cal. BP selon les datations AMS obtenues (Clottes et Giraud, 1986, 1989a, 1989b et 1996; Clottes *et al.*, 2012). Les trois plus anciennes couches (couches 31 à 29) sont attribuables au Solutrénien.

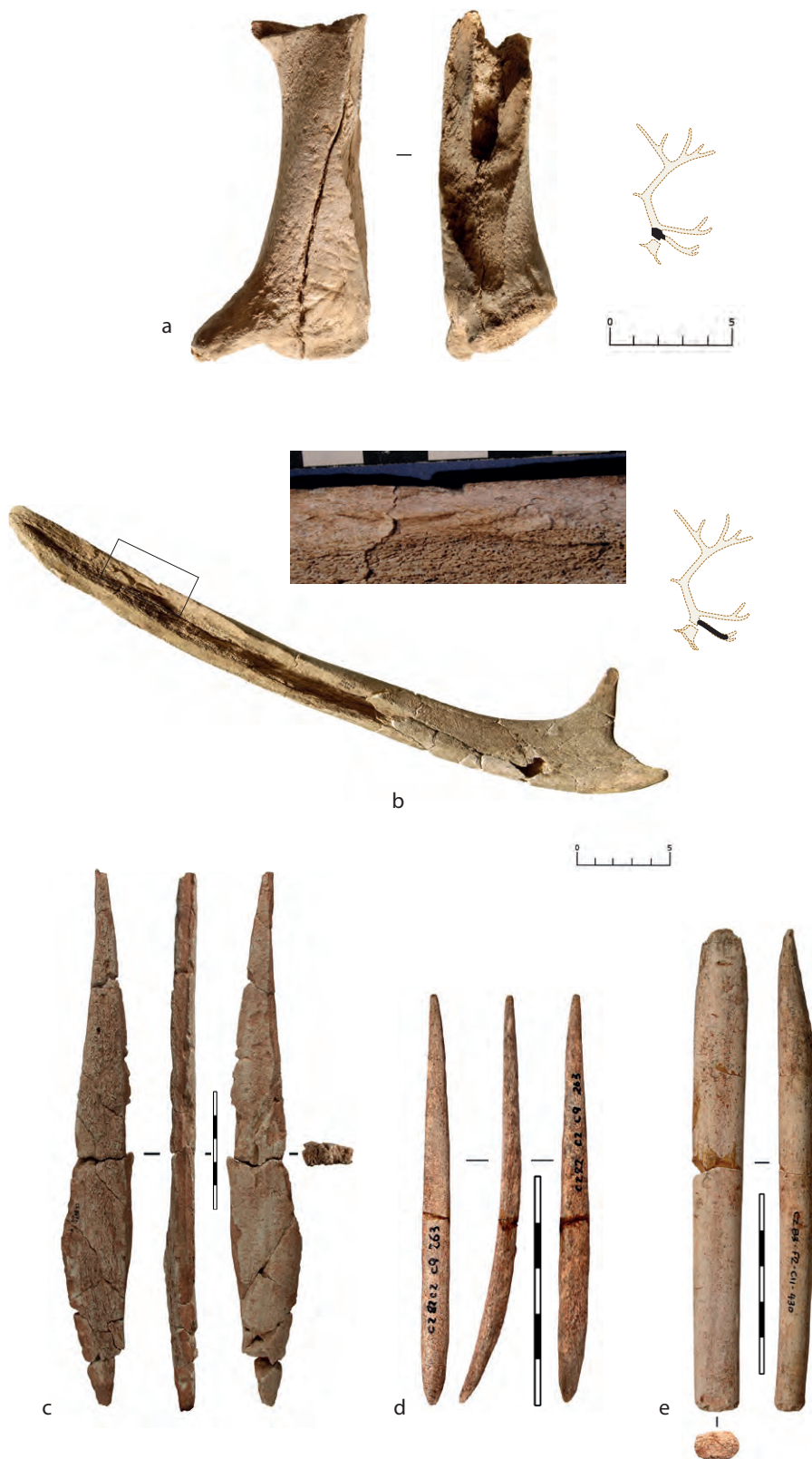
Au Cuzoul-de-Vers, 110 objets finis (pièces entières et fragmentaires) ont été décomptés et plus de 1 000 déchets et fragments dont 648 sont, selon les critères retenus (présence d'au moins un pan de fracture sur bois frais ou du moins, non sec), des pièces issues de la transformation du bois de renne (voir Averbouh et Pétilion, 2011; Pétilion et Averbouh, 2012). La série en bois de cervidé a été considérée toutes couches badegouliennes confondues, aucune différence notable n'ayant pu être observée dans le travail des MDA d'une couche à l'autre. Les bois exploités, exclusivement du bois de renne, sont de moyen et gros modules (*sensu* Averbouh, 2000). Le faible nombre de bases permettant de distinguer bois de mue et bois de massacre (deux exemplaires dans chacun des deux cas) ne permet pas d'en tirer plus d'hypothèses sur l'acquisition de la matière première. L'état de conservation du matériel présente une importante fragmentation post-dépositionnelle, généralement associée à des altérations de surface telles que la desquamation du tissu osseux compact.

Les objets finis sont majoritairement représentés par des objets sur supports plats<sup>(1)</sup> (n = 96) et une petite dizaine d'objets sur supports en volume ou héli-tronçons<sup>(2)</sup>. Les objets sur supports plats comptent, en particulier, des pointes de projectile (n = 19) de faible dimension (fig. 1d) : leur largeur est comprise entre 5 à 10 mm pour une épaisseur de 4 à 6 mm (constituée essentiellement de tissu osseux compact) et une longueur proche de 90 mm (celle de la seule pièce entière) voire supérieure comme

en témoignent deux exemplaires pourtant cassés de 92 et 95 mm de longueur. La présence de « pointes à base raccourcie » (n = 10) de même calibre et au sein des mêmes couches supérieures s'accorde avec leur statut de déchets de façonnage issus de la mise à l'axe ou mise à longueur d'une ébauche de pointe (Chauvière et Rigaud, 2005). Enfin, une vingtaine d'outils intermédiaires (fig. 1e) retient l'attention. D'une largeur de 12 à 20 mm pour une épaisseur de 8 à 12 mm (pour 5 à 10 mm de tissu osseux compact selon les cas), ils ont une longueur comprise entre 130 et 150 mm selon les trois pièces entières recensées mais certaines pièces fragmentaires, plus grandes (140 et jusqu'à 182 mm), témoignent de l'existence de longueurs supérieures.

Les déchets sont d'abord représentés par quelques portions de matrices de débitage comme celles sur partie basilaire (fig. 1a) ou entières, comme celle sur andouiller de glace (fig. 1b) d'une longueur de 345 mm, toutes deux issues de bois de gros module attribuables à des mâles. La première, fracturée au niveau du départ de l'andouiller de glace, présente un grand négatif d'enlèvement (110 × 33 mm) créé par le détachement d'un ou plusieurs éclats sur la face postérieure (en position anatomique) du bois. La préparation de ce détachement a manifestement impliqué une percussion directe, appliquée perpendiculairement à l'axe longitudinal de la pièce, à l'aide d'un percuteur en pierre comme en témoignent les stigmates présents : encoche assez profonde et contre-bulbe de percussion, localisés de part et d'autre des pans du détachement (un point d'impact certain sur la face latérale à hauteur de l'andouiller de glace et quatre autres possibles sur la face interne et latérale). L'objectif aurait été de produire un support « mamelonné » constitué potentiellement par la moitié de la face antérieure de la perche A et donc de section grossièrement plano-convexe. La seconde présente, sur sa face interne (en position anatomique), une zone débitée bordée de part et d'autre par plusieurs points d'impact, partant des faces antérieure et postérieure (en position anatomique), auxquels sont associés une série de négatifs d'enlèvement (4 voire 5) témoignant du détachement de plusieurs éclats par percussion alterne bilatérale. Les remontages effectués sur d'autres pièces (fig. 2) tendent à prouver que ces éclats seraient des déchets et que la partie conservée du fût constituerait le support recherché, mais non utilisé, ici (aussi nommé « l'éclat baguettaire », *sensu* Goutas et Christensen, ce volume) : celui-ci, de section plano-convexe irrégulière et de contour globalement rectangulaire (si l'on élimine les époïs d'andouiller encore présents), présenterait une longueur d'environ 220 mm pour une largeur d'environ 25 mm et une épaisseur de tissu compact de près de 6 mm.

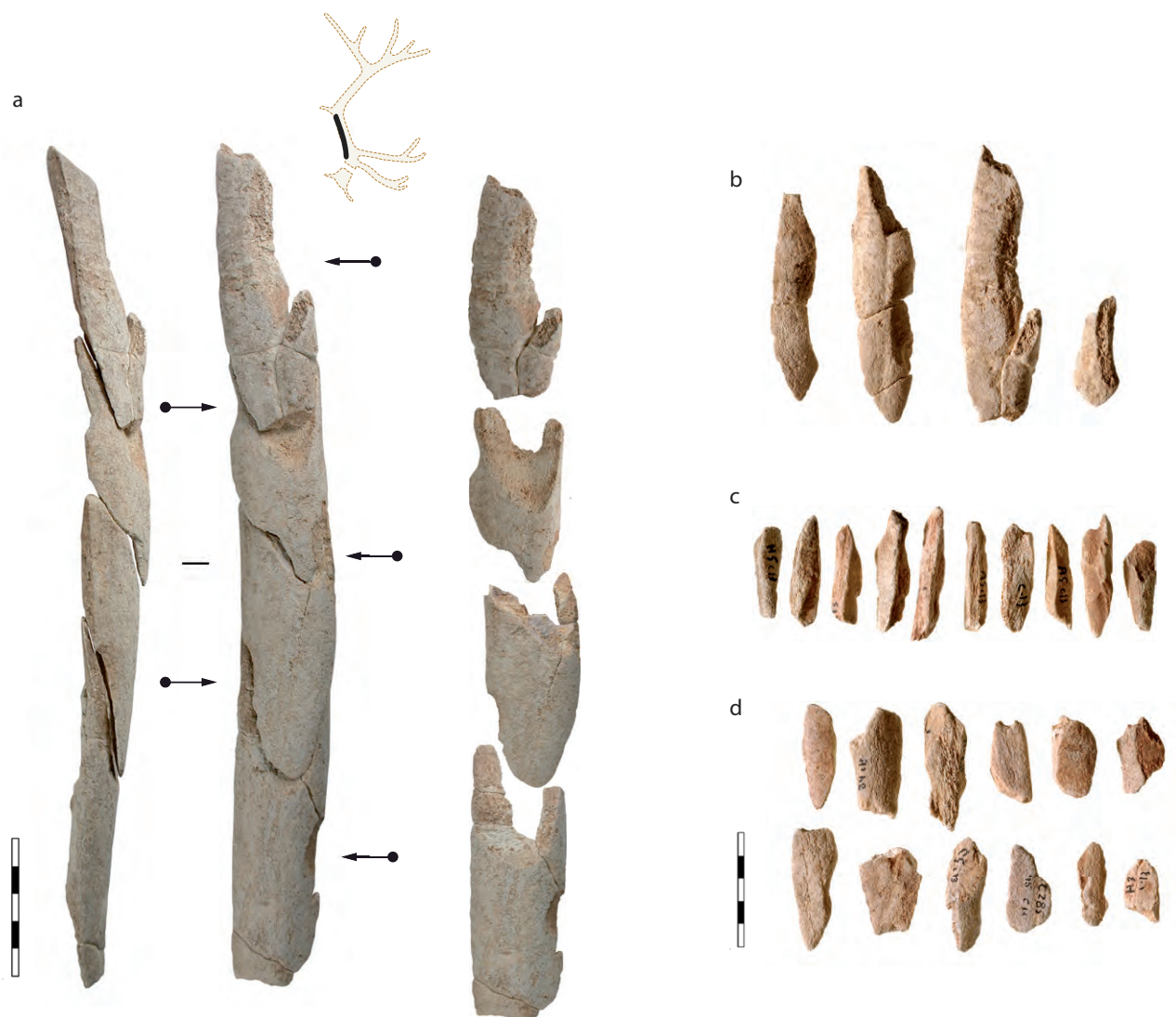
Mais, pour l'essentiel, les déchets présents sont des éclats issus pour la plupart des phases de débitage. De dimensions variables (entre 2 et 6 cm de longueur pour la plupart mais allant jusqu'à 20 cm pour quelques-uns), ces derniers sont de différents types et ont conservé dans certains cas les stigmates typiques d'un détachement par percussion directe transversale (en fonction de leur orientation sur le bloc de matière première et donc de leurs



**Fig. 1** – Exploitation du bois de renne, Badegoulien, Cuzoul-de-Vers (Lot). Déchets, a : matrice de débitage sur partie basilaire (CZ84 K4 c6c' 289) ; b : matrice de débitage sur andouiller de glace et détail d'un point d'impact (CZ85 D5c15a 274) ; c : support-éclat ; objets finis, d : pointe de projectile ; e : outil intermédiaire (clichés J.-F. Peiré, DRAC Midi-Pyrénées sauf détail b :A. Averbouh ; montage photos c, d et e d'après Averbouh et Pétilion, 2011).

**Fig. 1** – Exploitation of reindeer antler, Badegoulian, Cuzoul-de-Vers (Lot). Waste, a: debitage waste of a basal part of antler (CZ84 K4 c6c' 289) ; b: debitage waste of a bez tine antler and detail of an impact point (CZ85 D5c15a 274) ; c: blank-flake; finished objects, d: projectile point; e: intermediate tools (photographs J.-F. Peiré, DRAC Midi-Pyrénées except for detail b :A. Averbouh; assemblage photos c, d and e after Averbouh and Pétilion, 2011).





**Fig. 2** – Débitage par fracturation du bois de renne, Badegoulien, Cuzoul-de-Vers (Lot), a : appliqué à la face postérieure de la perche A d'un bois de renne de gros module, remontage des éclats « en U » ; b : autre série d'éclats (clichés J.-F. Peiré DRAC Midi-Pyrénées, d'après Averbough et Pétillon, 2011, fig. 8).

**Fig. 2** – Debitage by fracturing of reindeer antler, Badegoulian, Cuzoul-de-Vers (Lot), a : applied to the posterior face of beam A of a large reindeer antler, refitting of the U-shaped flakes (photographs J.-F. Peiré DRAC Midi-Pyrénées, after Averbough and Pétillon, 2011, fig. 8).

fibres). Plusieurs d'entre eux, issus des perches ou des fûts d'andouillers, présentent des morphologies très normées et récurrentes, tels les éclats en forme de « U » (fig. 2), ce qui témoigne, à minima, de l'application du même procédé technique sur des blocs (ou des portions) présentant des caractéristiques morfo-structurelles similaires, donc de même localisation sur le bois. Quelques-uns ont même fait l'objet de remontages directs (quatre séries au total) ce qui a permis de reconstituer plus finement la séquence opératoire ayant conduit à leur production. C'est le cas du détachement des grands éclats (« en U ») provenant de la face postérieure d'une perche A d'un bois de gros module : selon les stigmates observés, ils l'ont été détachés par une percussion lancée directe alterne appliquée en plusieurs points des faces latérales opposées (fig. 2).

## LE DÉBITAGE PAR FRACTURATION DU BOIS DE RENNE AU BADEGOULIEN

L'étude technologique a abouti à un premier constat majeur : les débitages des groupes badegouliens sur bois de renne témoignent d'une haute maîtrise technique et conceptuelle aboutissant au détachement d'éclats conchoïdaux très standardisés

Ainsi, en est-il des éclats allongés, en forme de « U » caractéristique, évoqués précédemment qui témoignent avec une abondance d'autres déchets très normés morphométriquement, de leur origine technique commune : ils sont, chacun, les produits d'une opération spécifique (préparation du détachement, plein débitage, etc.) conduite dans le cadre du débitage par fracturation d'un

bois de gros ou de moyen module par les groupes badegouliens du Cuzoul-de-Vers. Selon les éléments présents et leur localisation anatomique, ce débitage semble être préférentiellement appliqué à la perche A du bois (soit la première partie offrant la plus longue portion au profil globalement rectiligne). Mais il est possible que les portions remontant vers l'empaumure (notamment la perche C) aient subi le même débitage et produit des éclats-déchets qui n'ont pas encore été correctement localisés anatomiquement.

L'objectif de ces débitages badegouliens semble avoir été de produire des supports « mamelonnés » constitués par les portions restantes des parties débitées après le détachement des éclats. Dans tous les cas potentiellement identifiés, les portions restantes constituant les supports « mamelonnés » représenteraient la moitié voire le tiers du bloc d'origine. Issus des perches (A en particulier) et des fûts d'andouiller (notamment de glace), ces supports recherchés sont donc de forme allongée, de section globalement plano-convexe ou concave-convexe selon l'état du tissu osseux spongieux et relativement épais. Leurs dimensions estimées pourraient être, dans les cas observés, de 20 à 30 mm de largeur et de 150 à 300 mm de longueur ce qui les rend compatibles avec celles des objets finis, en particulier les plus grands (outils intermédiaires). Néanmoins, le façonnage envahissant que ces derniers ont subi ne permet plus d'identifier le moindre stigmate technique lié au débitage qui aurait permis de soutenir ce rapprochement. En outre, même si les pointes de projectile (de plus faibles dimensions) sont *a fortiori* potentiellement compatibles aussi, on peut s'interroger sur l'utilité d'un tel investissement en temps et en perte de matière pour aboutir à la réduction voulue. En fait, malgré cette hypothèse émise quant à la volonté d'obtenir de la sorte des éclats baguettaires longs et épais destinés à être transformés en pointes de projectile ou en outils intermédiaires (Pétillon et Averbouh, 2012), la finalité de cette production reste encore à identifier avec précision d'autant que les concordances structurelles des supports et des objets finis ne sont pas toujours établies (Averbouh, 2006).

### **LE RÔLE DU SCHEMA DE TRANSFORMATION PAR FRACTURATION DANS L'EXPLOITATION DES MATIÈRES OSSEUSES CHEZ LES GROUPES BADEGOULIENS**

L'ensemble de ces observations conduit à s'interroger sur le rôle du schéma de transformation par fracturation que les groupes badegouliens semblent privilégier en se demandant s'il ne jouerait pas le même rôle que le schéma de transformation par extraction des groupes magdaléniens. Toutefois, cette hypothèse doit être considérée avec prudence tant que l'absence d'un débitage par extraction n'a pas été clairement établie

chez les groupes badegouliens<sup>(3)</sup> et tant que la finalité de leurs débitages par « fracturation lato sensu » n'est pas totalement élucidée. De fait, si leur rôle peut être rapproché de celui des débitages magdaléniens des phases classiques, c'est avant tout en termes de production (type d'objets produits) et non en termes de productivité. La production des débitages des groupes badegouliens est, en effet, bien plus faible que celle de la très large majorité des débitages magdaléniens classiques ce qui se reflète dans leurs équipements respectifs en matières osseuses. L'équipement des magdaléniens est diversifié et imposant numériquement, celui des groupes badegouliens est peu diversifié et faible numériquement. On peut objecter que le nombre de séries archéologiques connues dans l'un et l'autre cas fausse ces constats. Il est vraisemblable qu'il faille nuancer cette assertion pour cette raison mais on peut tout de même supposer que les quelques sites badegouliens d'importance (comme le Cuzoul-de-Vers, Badegoule, les Peyrugues ou les Jean-Blancs) donnent une image assez fidèle de la composition archéologique de ce matériel.

Le rôle économique majeur de la transformation par extraction dans l'obtention d'une part essentielle de l'équipement domestique des magdaléniens des phases moyenne et récente ne peut donc pas être assimilé à celui de la transformation par « fracturation lato sensu » dans l'économie des groupes badegouliens, du moins dans l'état actuel de nos connaissances.

### **NOTES**

- (1) Pour cette terminologie et classification d'ordre technologique voir Averbouh, 2000.
- (2) Averbouh, 2000.
- (3) Des pans de rainures présents à l'état vestigial sur les faces latérales de certains objets finis en bois de renne et la présence d'une rainure centrale sur un fragment de ce qui pourrait être une matrice en os ont été observés. Mais, sans autres éléments de la chaîne de transformation pouvant technologiquement s'y rapporter, il est impossible d'en conclure quoi que ce soit, sinon que la technique du rainurage a été utilisée de façon très marginale sans pour autant savoir si elle l'a été par les groupes badegouliens ou non (Pétillon et Averbouh, 2012, p. 27).

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AVERBOUH A. (2000) – *Technologie de la matière osseuse travaillée et implications paléontologiques : l'exemple des chaînes d'exploitation du bois de cervidé chez les Magdaléniens des Pyrénées*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 2 vol., 253 et 247 p.
- AVERBOUH A. (2006) – Continuité ou rupture dans le travail des matières osseuses du Badegoulien au Magdalénien moyen, in *Les occupations humaines en Europe occidentale de 19000 à 14000 BP : approche régionale de la culture matérielle au Badegoulien et au Magdalénien ancien-moyen*, résumés de la séance SPF (Toulouse, 9 décembre 2006), p. 5.
- AVERBOUH A., PÉTILLON J.-M. (2011) – Identification of 'Debitage by Fracturation' on Reindeer Antler: Case Study of the Badegoulian Levels at the Cuzoul de Vers (Lot, France), in J. Baron et B. Kufel-Diakowska (dir.), *Written in Bones, Studies on Technological and Social Contexts of Past Faunal Skeletal Remains*, actes des 7<sup>es</sup> Rencontres du Groupe de recherche sur le travail des matières osseuses (Wrocław, 7-11 septembre 2009), Wrocław, université de Wrocław, p. 41-52.
- CHAUVIÈRE F.-X., RIGAUD A. (2005) – Les « sagaies » à « bases raccourcies » ou les avatars de la typologie, du technique au « non-fonctionnel » dans le Magdalénien à navettes de la Garenne (Saint-Marcel, Indre), in V. Dujardin (dir.), *Industrie osseuse et parures du Solutréen au Magdalénien en Europe*, Paris, SPF (Mémoire, 39), p. 233-242.
- CLOTTES J., GIRAUD J.-P. (1986) – *Rapport - Sauvetage programmé 1986 : abri du Cuzoul à Vers (Lot)*, rapport interne, service régional de l'Archéologie de Midi-Pyrénées, Toulouse.
- CLOTTES J., GIRAUD J.-P. (1989a) – Les foyers solutréens de l'abri du Cuzoul à Vers (Lot) : étude préliminaire, in M. Olive et Y. Taborin (dir.), *Nature et fonction des foyers préhistoriques*, actes du colloque international (Nemours, 12-14 mai 1987), Nemours, APRAIF (Mémoires du musée de Préhistoire d'Île-de-France, 2), p. 155-163.
- CLOTTES J., GIRAUD J.-P. (1989b) – Le gisement préhistorique du Cuzoul (Vers, Lot), *Quercy Recherche*, 65-66, p. 82-91.
- CLOTTES J., GIRAUD J.-P. (1996) – Solutréens et Badegouliens au Cuzoul de Vers (Lot), in J.-P. Mohen, P. Chaunu et Y. Coppens (dir.), *La vie préhistorique*, Paris, SPF et Dijon, Faton, p. 256- 261.
- CLOTTES J., GIRAUD J.-P., CHALARD P. (2012) – *Solutréen et Badegoulien au Cuzoul de Vers : des chasseurs de rennes en Quercy*, Liège, université de Liège (ERAUL, 131), 486 p.
- GOUTAS N., CHRISTENSEN M. avec la collaboration de TARTAR E., MALGARINI R., TEJERO J.-M., TREUILLOT J. (ce volume) – Extraction, partition, réduction ou fracturation? De quoi parlons-nous? Discussion sur la production de supports allongés (baguette, éclat baguettaire vs éclat), in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 55-97.
- PÉTILLON J.-M., AVERBOUH A. (2012) – Le travail du bois de renne dans les couches badegouliennes, in J. Clottes, J.-P. Giraud et P. Chalard (dir.), *Solutréen et Badegoulien au Cuzoul de Vers : des chasseurs de renne en Quercy*, Liège, université de Liège (ERAUL, 131), p. 359-386.

**Aline AVERBOUH**  
 CNRS – UMR 7209  
 Archéozoologie, Archéobotanique :  
 Sociétés, pratiques et environnements  
 Muséum national d'histoire naturelle  
 CP55 ou 56  
 55 rue Buffon  
 75005 Paris  
 aline.averbough@mnhn.fr



« À coup d'éclats ! »

*La fracturation des matières osseuses en Préhistoire :*

*discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*

Actes de la séance de la Société préhistorique française de Paris (25 avril 2017)

Textes publiés sous la direction de Marianne CHRISTENSEN et Nejma GOUTAS

Paris, Société préhistorique française, 2018

(Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 187-211

www.prehistoire.org

ISSN : 2263-3847 – ISBN : 2-913745-74-1

## Des tests expérimentaux aux cas archéologiques

### Le débitage par percussion du bois de renne au Magdalénien moyen dans l'Est de la France

Romain MALGARINI et Pierre BODU

**Résumé :** À l'été 2010, un procédé de fracturation conchoïdale, par percussion directe diffuse sur enclume, emprunté aux traditions badegouliennes a été testé à partir d'un bois de renne de gros module (mâle adulte) afin d'obtenir des supports allongés de type éclats baguettaires sur andouiller de glace et sur perche A, par ablation progressive de matière sous forme d'éclats. Précisé ces dernières années avec les travaux d'Aline Averbouh et de Jean-Marc Pétilion, nous avons repris à notre tour la discussion autour du débitage du bois de renne en nous appuyant sur des tests expérimentaux et l'étude de quinze pièces affectées de pans de fracture identifiées dans des gisements du Magdalénien moyen de l'Est de la France.

Nos tests expérimentaux avaient pour objectif de documenter les moyens nécessaires pour arriver au débitage du bois de renne et les résultats de cette exploitation. Le premier niveau d'observation nous a permis de mieux identifier les outils archéologiques potentiellement impliqués dans l'opération mais aussi les postures, gestes et forces requis. Le second niveau d'observation nous apporte des informations sur la morphologie, les dimensions des objets archéologiques débités ou arrachés. Les produits expérimentaux obtenus (supports et déchets) ont ensuite servi de matériel de comparaison pour la reconnaissance de cette méthode de débitage et des procédés associés sur le mobilier archéologique.

L'étude du matériel archéologique (Est de la France) a conduit à l'identification de deux pièces intermédiaires, de sept déchets sous formes d'éclats et de blocs affectés de négatifs d'éclats (andouiller et perche) et de six supports. Bien que ces données archéologiques soient numériquement faibles, on constatera que le débitage par « réduction progressive du bloc » a été systématiquement opéré sur des bois de moyen et de gros module. Certaines de ces pièces témoignent d'une utilisation conjointe de la percussion directe diffuse et d'autres techniques (notamment à la Croze), comme le rainurage, la percussion tranchante et le raclage.

**Mots-clés :** Badegoulien, Magdalénien moyen, bois de renne, débitage par percussion directe diffuse, test expérimental, Solutré, Arlay, la Croze, Farincourt.

**Abstract:** During summer 2010 an experimental conchoidal fracturing process was carried out that used direct diffuse percussion on an anvil, borrowed from the Badegoulian tradition, using reindeer antler belonging to a large class (male adult). The aim was to obtain elongated blanks such as 'éclats baguettaires' (rod-shaped flakes) made from bez tine and lower beam, using 'block reduction by progressive removal of flakes' (see Goutas and Christensen, this volume). This type of rod production ('production baguettaire') was identified for the first time in the 1970s for the Badegoulian levels of the Fritsch rock shelter (Indre). Over the last few years this technique has been clarified by the work of Aline Averbouh and Jean-Marc Pétilion. We have resumed the discussion of reindeer antler reduction based on experimental tests and the study of fifteen pieces showing a fracture plan that were identified in Middle Magdalenian sites of Eastern France (cave II of Farincourt, Haute-Marne; Grappin's cave at Arlay, Jura; la Croze rock shelter, Ain, and Solutré 'route de la Roche', Saône-et-Loire).

The aim of our experimental tests was to document the resources required for the reduction of reindeer antlers and the results of this exploitation. The first observation level allowed us to better identify the archaeological tools potentially involved in the operation (core, heavy tools, wedges, pebbles, stone block, etc.) as well as the positions, actions and strength required. The second level of observation provided valuable information on the morphology, the dimensions of experimental and archaeological objects. Reduction of the bez tine continued without incident, including the successive removal of three flakes in order to obtain a rod-shaped blank longer than it was wide with relatively parallel edges, whereas the second phase of reduction of the lower beam proved to be more difficult. In fact, we faced difficulties such as varying cross-sections of the lower beam and an increasing thickness of the compact tissue between the

upper beam and the basilar part, forcing us to adapt our detachment parameters to suit each stroke. In both cases, the morphology of the removed flakes is identical: short and wide with straight profiles as well as a convex or concave oblique edge in the distal part and marked at their proximal end by the conchoidal removal negative resulting from the previous detachment.

The two elongated blanks obtained at the end of these two reductions show a relatively regular edge formed by flake removal negatives and an irregular edge on which the fracture faces related to the diffuse direct percussion are located. Some have a helical shape and others resemble conchoidal fracture areas (visible when the thickness of the compact tissue is sufficient). We also experimented with the preparation of the platform. Finally, the use of a bevelled intermediate tool for the final detachment of flakes was necessary and effective if the flakes were still stuck to the antler.

The experimental products obtained (blank and waste) were then used as comparison material for the identification of this reduction method and associated procedures in the archaeological material. However, we had various taphonomic problems that complicated the reading of the archaeological material.

The archaeological sites studied were all the object of ancient excavations, which often yielded poor information (except for the Solutré site the excavation of which was carried out recently between 2015 and 2016): stratigraphic levels that are only roughly or not at all described, material without any stratigraphic context, or sorting of the material during the excavation. Apart from some objects belonging to more recent periods, the material described stems from sites (Farincourt, Arlay, Croze) in which the Upper Palaeolithic period is attested by Middle Magdalenian levels exclusively. Some of these pieces could not be examined in detail, so we will comment on only the most striking features.

The study of the archaeological material made it possible to identify two wedges at Farincourt and la Croze.

The Farincourt object stems from cave II. It is a complete finished object made from a reindeer antler blank (large size class, lower beam, thickness of the compact tissue of 8.5 mm) and a plano-convex section (104.3 mm long, 25.7 mm wide and 13.3 mm thick). At the Croze rock shelter the wedge could have been shaped on a blank also obtained by progressive reduction of the volume of the block, using diffuse direct percussion.

This piece differs from other objects made from flat and elongated reindeer antlers characteristic of the Magdalenian because of its oval, rather than quadrangular, section, its morphology and its low degree of shaping (unsuccessful in its proximal part). The irregularities of the edges are not compatible with a method of extraction such as the groove and splinter technique. Here, the purpose of scraping is to 'erase' irregularities that are the result of a reduction involving diffuse percussion.

Finally, seven waste elements (Arlay, Solutré, Croze) in the form of splinters and blocks showing flake negatives (bez tine and beam) and six blanks (Arlay, Solutré, la Croze) were identified. Even if the archaeological data is numerically weak, debitage by 'progressive reduction of the block' (sensu Goutas *et al.*, this volume) has been systematically used on medium-sized and big pieces of antler. Some of these pieces evidence the joint use of diffuse direct percussion and other techniques (such as la Croze), such as grooving, sharp percussion and scraping.

In archaeological cases taphonomic alterations (especially objects with finer compact tissue that degrade faster, for example on beam C) make it more difficult to read attributes. No indication of platform preparation prior to the use of diffuse direct percussion was observed on any of these parts. Similarly, no refitting could be realised. Currently, in this geographical area, only Solutré offers the opportunity to carry out a comprehensive study, whereas the other sites are affected by the poor quality of the information provided and the inaccuracy of the ancient excavations.

**Keywords:** Badegoulian, Middle Magdalenian, reindeer antler, direct diffuse percussion, experimental test, Solutré, Arlay, la Croze, Farincourt;

**A** LA SUITE de la fouille du gisement badegoulien d'Oisy (Nièvre), menée par l'un d'entre nous (Pierre Bodu, 2002-2008), nous avons expérimenté sur un bois de renne de gros module, au cours de l'été 2010, un procédé de fracturation conchoïdale sur enclume. Nous avons tenté d'obtenir des supports allongés, de type baguette – que nous nommerons « éclats baguettes » pour les distinguer des « baguettes vraies » – sur andouiller de glace et sur perche A, par ablation progressive de matière sous forme d'éclats (Goutas et Christensen, ce volume; Goutas *et al.*, ce volume).

Nos tests expérimentaux<sup>(1)</sup> avaient pour objectif de nous confronter aux gestes techniques des Badegouliens et de caractériser plus finement les produits et les stigmates associés, tels que reconnus de longue date à l'abri Fritsch, Indre (Allain *et al.*, 1974). Si la démarche que nous avons suivie émane de cette problématique archéologique développée dès les années 1970, nos tests de percussion directe diffuse sur bois de renne présentés ici s'inscrivent dans la continuité des séances expérimentales conduites

de 2003 à 2010 et organisées par Aline Averbouh et Marianne Christensen (TECHNOS).

Sachant que notre objectif est principalement méthodologique, notre article sera surtout centré sur les données expérimentales, ces dernières ayant vocation à nous apporter de nouveaux éclairages sur les données actuellement disponibles quant à l'usage de la fracturation en contexte magdalénien.

Toutefois, l'ensemble de ces études et de cette dynamique de recherche nous a permis d'affiner nos observations sur des éléments affectés de pans de fracture, identifiés récemment dans des gisements du Magdalénien moyen de l'Est de la France (Farincourt : Pétilion et Averbouh, 2013; Malgarini, 2014; Arlay « grotte Grappin » et Saint-Martin-du-Mont « abri de la Croze » : Malgarini, 2014; Solutré « route de la Roche » : Lajoux *et al.*, 2016). Ces éléments sont-ils obtenus selon les mêmes procédés? Est-il possible d'identifier leur place au sein de la chaîne de production? Existe-t-il un lien avec le procédé d'extraction par double rainurage couramment

employé au Magdalénien? Même si ces questions sont essentielles, il faut bien admettre qu'elles se posent en second plan, en raison de la faiblesse numérique de notre corpus dans la mesure où, dans ces contextes magdaléniens, les témoins relatifs à l'usage de la percussion directe diffuse sont en réalité très rares et très disparates. À ce titre, nos propres études du matériel archéologique sont complémentaires aux tests expérimentaux que nous avons réalisés et participent à compléter une documentation déjà recueillie au cours d'autres études (Lefebvre et Pétilion, ce volume).

### **EMPLOI D'UNE TECHNIQUE DE FRACTURE SUR BOIS DE RENNE : PRÉSENTATION DES TESTS EXPÉRIMENTAUX**

#### **Cadre de l'étude**

Afin de mieux discuter de l'emploi de la percussion directe diffuse comme technique de fracture (*sensu* Christensen, 2015) sur bois de renne dans des séries de l'Est de la France reconnues comme appartenant au Magdalénien moyen (par des datations radiocarbone et/ou par des critères typo-technologiques), il nous faut revenir aux sources mêmes de l'identification de cette technique sur bois de cervidé.

Les études sur les industries osseuses préhistoriques connaissent un essor dans le courant des années 1970, avec les premiers colloques organisés par Henriette Camps-Fabrer (Camps-Fabrer, 1975 et 1977). Un article fondateur y est alors publié sur l'identification de la fracturation intentionnelle du bois de renne (Allain *et al.*, 1975) grâce à la reconnaissance d'éclats provenant des niveaux badegouliens de l'abri Fritsch, Indre (Allain et Fritsch, 1967). Ultérieurement, une seule mention est faite de ces éclats, en 1983, dans une correspondance scientifique du Bulletin de la Société préhistorique française, sous forme d'un tableau de répartition de fragments de bois de renne par parties anatomiques, par classes d'âges et par taille, en indiquant que ceux « inférieurs à 5 cm<sup>2</sup>, très nombreux, n'ont pas été décomptés »<sup>(2)</sup> (Allain, 1983 p. 137). Cette thématique de recherche retombe ensuite dans l'oubli durant quelques décennies. Cela est probablement dû au manque de gisements badegouliens reconnus, à la rareté des éléments en bois de renne découverts, au manque d'intérêt pour ce type de matériel, mais aussi, et surtout, à l'absence d'une démarche méthodologique qui pourrait amener l'observateur à l'identification de ce type de débitage. L'intérêt pour la fracturation du bois de renne au Badegoulien ressurgit près de vingt ans plus tard. L'abri Fritsch est à nouveau mis à l'honneur, via une reconstitution expérimentale mise en images dans une courte vidéo (Rigaud, 1990) et évoquée dans deux articles d'André Rigaud (Rigaud, 2004 et 2007), où le procédé est malheureusement peu décrit. Dans son article de 2007, André Rigaud donne toutefois quelques indications sur les outils

employés (Rigaud, 2007, p. 76), comme par exemple, un bloc de calcaire pesant une dizaine de kilogrammes utilisé comme enclume, un galet de 1 à 1,5 kg utilisé comme percuteur, un « coin en silex » (Rigaud, 2007, p. 76) permettant de réaliser un éclatement plus rapide à partir d'une fissure et d'un « éclat brut coincé dans une pince en bois » (Rigaud, 2007, p. 76) afin de régulariser les bords de la surface d'éclatement pour obtenir un support « pré-façonné » (Rigaud, 2007, p. 76).

Cette problématique a finalement trouvé un nouvel essor ces dernières années avec les travaux d'Aline Averbouh et de Jean-Marc Pétilion sur l'abri du Cuzoul, Vers, Lot (Averbouh et Pétilion, 2011 ; Pétilion et Averbouh, 2012). Des remontages d'éclats de perche ont pu être réalisés, la morphologie de ces éclats ainsi que les stigmates de la percussion ont pu être décrits ainsi que les blocs desquels ont été extraits ces éclats. À cela s'ajoute un nouveau regard porté sur la chronologie avec une meilleure compréhension de la transition entre Badegoulien récent et Magdalénien ancien par l'étude technologique de six gisements et la datation directe de matériel en bois de renne provenant de contextes archéologiques problématiques (Pétilion et Ducasse, 2012). Enfin, les travaux récents de Delphine Rémy et de Malvina Baumann, permettent d'appréhender respectivement le phénomène dans un autre contexte géographique, dans l'Est du Massif central (étude sur le Rond-du-Barry, Polignac, Haute-Loire ; Rémy, 2013) ou dans un autre contexte chronoculturel comme le Solutréen (Baumann et Maury, 2013 ; Baumann, 2014).

D'autres essais systématiques réalisés lors des stages TECHNOS (dir. Aline Averbouh et Marianne Christensen) et décrits dans le présent volume s'ajoutent à ce premier corpus d'informations. Ces sessions ont permis de tester différentes modalités, dont certaines semblent désormais devoir être exclues des options mises en œuvre par les groupes paléolithiques. Le déroulement de nos tests expérimentaux s'inscrit donc la continuité de ces travaux.

L'idée préconçue selon laquelle le bois de renne ne pouvait pas se tailler comme de la pierre a sans doute constitué un frein à la mise en place de protocoles expérimentaux, de même que le caractère apparemment aléatoire et au premier abord dispendieux de ce type de débitage (voir par ex. Allain *et al.*, 1975), auquel s'ajoutent la difficulté d'acquérir la matière première et enfin la nécessité de collaborer avec un tailleur de silex qui dispose de bonnes connaissances pratiques et théoriques de la taille.

Le matériel archéologique de ces séries est abordé principalement par les pièces non façonnées comme les déchets de production et les supports. En effet, ces derniers présentent des pans de fracture occasionnés par l'emploi de la percussion directe diffuse et permettant en partie leur attribution culturelle. Quant aux outils (principalement des outils intermédiaires) et aux armatures de projectiles, ils ont pour caractéristiques d'être intégralement façonnés et sont peu abondants au regard de la documentation disponible. Par exemple, au Cuzoul de Vers, les ébauches et objets finis représentent 110 pièces sur un total de 1 132 pièces en bois de cervidé. Malgré l'ab-

sence de stigmates de débitage attestant de l'emploi de la percussion directe diffuse sur les objets finis, plusieurs auteurs ont toutefois souligné leur compatibilité avec les supports allongés affectés de pans de fracture. Que ce soit en matière de dimensions et de sections (plano-convexes ou subrectangulaires pour les supports et ovales pour les objets finis, Pétillon et Averbough, 2012, p. 376 et p. 384-385), ou encore de modules (moyen et gros : Pétillon et Averbough, 2012, p. 362-364). Quant à l'abri Fritsch, hormis les éclats, les données sont peu nombreuses concernant les objets produits. Il est toutefois fait mention de « sagaies » (Allain *et al.*, 1975); ou de « pointes de projectiles de section ovale » (Rigaud, 2004) ou encore de « pointes de sagaie » (Despriée et Duvialard, 1995).

À partir de ces réflexions et de celles menées sur le site badegoulien d'Oisy, dans la Nièvre, en collaboration avec Aline Averbough (Bodu et Senée, 2001 ; Bodu *et al.*, 2007 ; Pétillon et Averbough, 2013), nous avons repris la discussion sur le débitage du bois de renne. Sur ce site, la faible présence de burins classiques, une forte quantité de pièces esquillées et de raclettes qui ont pu jouer un rôle dans le travail des matières osseuses, mais aussi l'existence de quelques bois de renne ont constitué les ferments de ce questionnement. Certains de ces bois portaient en effet des stigmates de tronçonnage qui évoquent l'utilisation d'une percussion directe avec un outil tranchant lourd maintenu dans la main ou un outil tranchant plus léger, mais rendu efficace par un emmanchement. À Oisy, l'éloignement de la matière première silex fait que les objets pondéreux sont rares hormis quelques nucléus ou blocs à peine testés en chaille qui ont pu être utilisés directement en percussion lancée alors que des pièces esquillées, qui portent de nettes traces d'écrasement, ont peut-être été employées emmanchées pour le tronçonnage. Faute d'analyse tracéologique, sur un matériel fortement patiné, il est néanmoins difficile de confirmer cette hypothèse mais c'est à partir de ces déductions que nous avons réalisé les tests expérimentaux.

Dans cet article ce seront les résultats obtenus sur les bois de renne qui seront mis en valeur, la description des stigmates observés sur le matériel lithique utilisé et donc les interprétations que l'on peut faire de l'usage probable de nucléus, pièces esquillées et autres éléments minéraux dans cette activité, feront l'objet d'une autre publication. L'expérimentation a néanmoins permis d'en mesurer la totale efficacité validant, au passage, une proposition faite sur le rôle des pièces esquillées du gisement magdalénien de la Vache, Ariège (Bodu et Valentin, 2004). Forts de cette observation expérimentale inédite, nous traquons désormais les outils liés au travail du bois de renne par percussion directe diffuse dans de multiples catégories d'objets lithiques, en dehors de celle classique des burins, au sein d'assemblages badegouliens mais aussi dans d'autres ensembles archéologiques chronologiquement distincts.

Nous avons ainsi tenté de produire un éclat baguettaire, par « ablation progressive de matière » (*sensu* Goutas et Christensen, ce volume) sous forme d'éclats, grâce à une percussion directe diffuse répétée de manière

ciblée sur le bloc. Nous avons dans un premier temps voulu nous familiariser avec les contraintes que pose ce matériau lorsqu'il est soumis à une action de percussion directe diffuse, afin de mieux appréhender le procédé et les gestes employés par les Badegouliens pour produire des supports allongés : il s'agissait de détacher une succession d'éclats sur une face du bois afin d'obtenir un support régulier. Cette expérience a été réalisée au Centre archéologique de Pincevent au cours de l'été 2010. Elle nous a permis d'identifier les produits spécifiques issus de ce débitage et de nous rendre compte de la nécessité de l'usage d'autres matériaux et objets au cours de cette chaîne opératoire du débitage du bois de renne par percussion directe diffuse au moyen d'un percuteur dur.

### Matériel, méthode, objectifs

Le bois de renne utilisé provient d'un élevage installé à Auzet dans le Sud-Est de la France. Il s'agit d'un bois gauche de gros module qui atteint 40 mm de diamètre au-dessus de l'andouiller de glace. La perche A est formée d'un tiers de tissu compact et de deux tiers de tissu spongieux. L'épaisseur du tissu compact vers l'andouiller de glace est de 10 mm.

Un nucléus en silex a été utilisé pour installer une gorge par percussion directe tranchante, afin de contrôler la segmentation des andouillers; et deux percuteurs en pierre (1,1 kg et 1,7 kg) ont été employés pour le détachement des éclats en percussion directe diffuse. L'intervention d'un outil lourd et tranchant en silex, tel qu'un nucléus, trouve sa justification dans l'observation de stigmates sur les bois de cervidés de différents gisements magdaléniens (Pétillon et Averbough, 2013). Ces stigmates se présentent comme des négatifs d'enlèvements, en position unifaciale, bifaciale ou périphérique et organisés sous forme d'une gorge, de manière à créer une ligne de rupture et à finaliser le sectionnement du bois par flexion ou par percussion directe diffuse (selon le module du bois). Durant cette période du Paléolithique, les nucléus figurent en effet parmi les objets tranchants les plus lourds et il est rare d'observer sur d'autres éléments en silex plus légers (éclats, lames), à l'exception des pièces esquillées, des stigmates consécutifs d'une telle utilisation. Sur certains nucléus, en revanche, de nets écrasements de l'angle séparant le plan de frappe de la surface de débitage, laissent penser que cette zone a servi en percussion lancée, ces écrasements ne semblant pas liés au débitage des lames et éclats (observations personnelles Pierre Bodu). Une pièce biseautée en bois de renne nous a en outre servi, selon les besoins, au détachement final des éclats lorsqu'ils adhéraient encore à la matrice (dans son expérimentation, A. Rigaud a utilisé « un coin en silex qui accélère le processus d'éclatement longitudinal [...] et qui peut tendre vers la pièce esquillée », Rigaud, 2007, p. 76) ; mais il a également utilisé une pièce intermédiaire en bois de cervidé si l'on se réfère au film concernant une de ses expérimentations (Rigaud, 1990). Enfin, un billot en bois nous a servi d'établi pour poser et maintenir fermement le bois de renne lors de la percussion.

Cette expérience avait pour objectifs de :

- déterminer si la préparation d'un plan de frappe avant débitage facilite le détachement des éclats ;
- détacher des éclats par fracturation au moyen d'un percuteur en pierre ;
- contrôler et enchaîner le détachement des éclats afin d'obtenir un support plat et allongé de type baguette au sens large, et plus précisément un éclat baguettaire (voir Goutas et Christensen, ce volume) ;
- utiliser un outil intermédiaire biseauté en bois de renne pour le détachement des éclats (si nécessaire) ;
- caractériser la morphologie des éclats et des pans de fracture.

## DESCRIPTION DES DEUX TESTS EXPÉRIMENTAUX DE DÉBITAGE

### La production de blocs secondaires

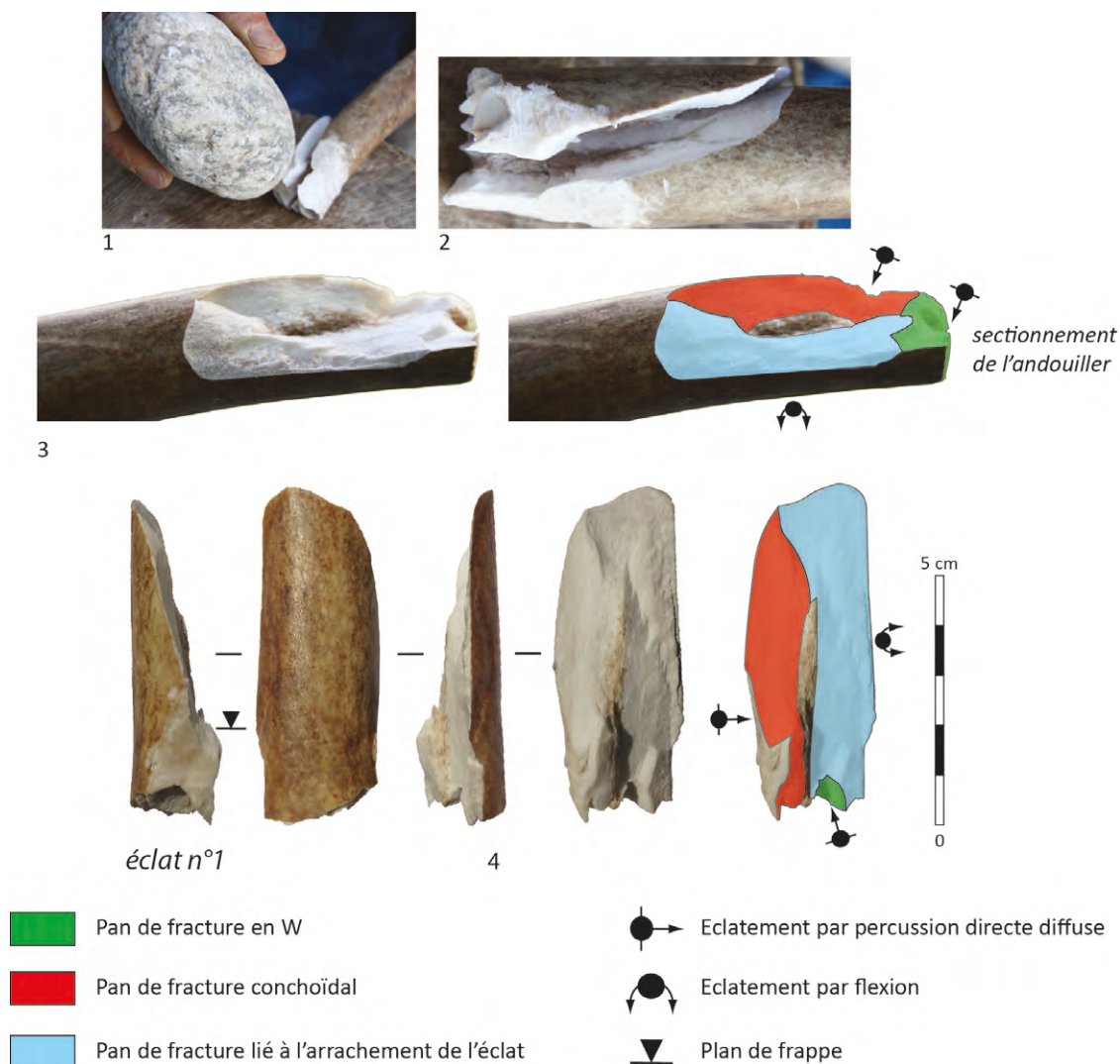
Avant de commencer le débitage proprement dit, nous avons procédé à l'élagage de quelques portions de bois inutiles. Nous avons ainsi sectionné l'andouiller de glace à sa base (pour la première phase du débitage ; voir fig. 1, n° 1), puis la base de la partie basilaire (qui portait les stigmates d'une scie métallique, voir fig. 1, n° 2). Enfin, nous avons élagué la perche B et C, afin de conserver



**Fig. 1** – Sectionnement des parties indésirables par percussion lancée directe tranchante ; 1 : andouiller de glace ; 2 : base du bois sciée ; 3 : partie supérieure du bois au-dessus de la perche A (clichés R. Malgarini et P. Bodu, 2010).

*Fig. 1* – Sectioning of undesirable parts detached with a sharp blow by direct percussion ; 1 : bez tine ; 2 : sawn base of antler ; 3 : upper part of the antler above the upper beam (photographs R. Malgarini and P. Bodu, 2010).





**Fig. 2** – 1 : débitage de l'éclat n° 1 sur l'andouiller ; 2 : négatif de l'éclat n° 1 ; 3 : éclat n° 1 (clichés et DAO R. Malgarini).

**Fig. 2** – 1: detachment of flake n° 1 from biz tine; 2: negative scar of flake n° 1; 3: flake n° 1 (photographs and CAD R. Malgarini).

le tronçon « partie basilaire-perche A » pour la seconde phase du débitage (fig. 1, n° 3).

Quelle que soit la partie anatomique, nous avons toujours utilisé le même procédé de sectionnement : une percussion directe tranchante (avec le nucléus dont l'angle robuste formé par le plan de frappe et la table laminaire est très efficace pour cette action) associée à une percussion directe diffuse (utilisation d'un galet) : la base « sciée » a été éliminée par percussion tranchante périphérique, l'andouiller de glace par percussion tranchante unifaciale (sur la face médiale puis détachement final par percussion directe diffuse sur la face latérale) et enfin la partie distale du bois a été élaguée au moyen d'une percussion tranchante sur la face médiale et sur la face antérieure.

### Débitage de l'andouiller de glace

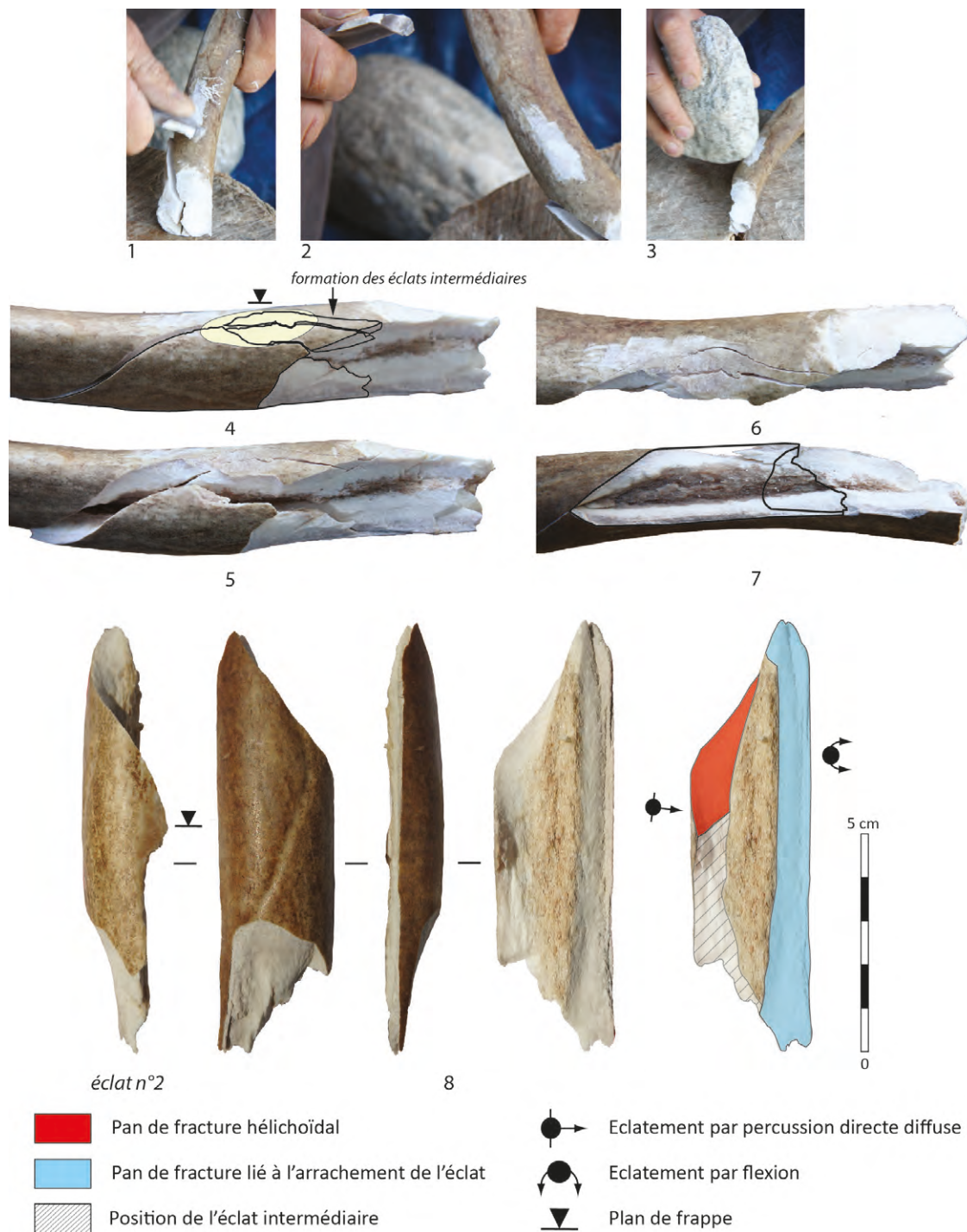
#### Les différentes étapes

Le débitage de l'andouiller avait pour objectif de détacher des éclats successifs afin d'obtenir un support.

Le détachement de l'éclat n° 1 a été réalisé à partir de la face médiale de l'andouiller, en utilisant comme plan de frappe une plage de négatifs d'enlèvement résultant du tronçonnage préalable de celui-ci (fig. 2). L'éclat a été détaché en deux temps : par l'onde de choc initiée par la percussion (pan de fracture conchoïdale), puis par arrachement pour le détachement final. L'éclat ne s'est effectivement pas détaché par le simple choc de la percussion, et il est resté attaché par la partie opposée au plan de frappe.

Le détachement des deux autres éclats a été réalisé après une préparation des futurs plans de frappe par raclage, à l'aide d'une lame tranchante, sur la face médiale de l'andouiller. Ces préparations étaient espacées de 2 à 3 cm. Lors des étapes suivantes, deux types d'éclats sont apparus accidentellement. Nous les nommons « éclats parasites » et « éclats intermédiaires ».

Pour l'éclat n° 2 (fig. 3), une fissure est apparue dès les premiers chocs tandis que, dans le même temps, des éclats « parasites » se sont formés et détachés à un endroit où le coup n'a pas été porté (au niveau de la fracture conchoï-



**Fig. 3** – 1 et 2 : préparation d'un plan de frappe par raclage ; 3 : percussion du plan de frappe ; 4 à 6 : détachement progressif de l'éclat n° 2 ; 7 : limite de l'éclat n° 2 ; 8 : éclat n° 2 (clichés et DAO R. Malgarini).

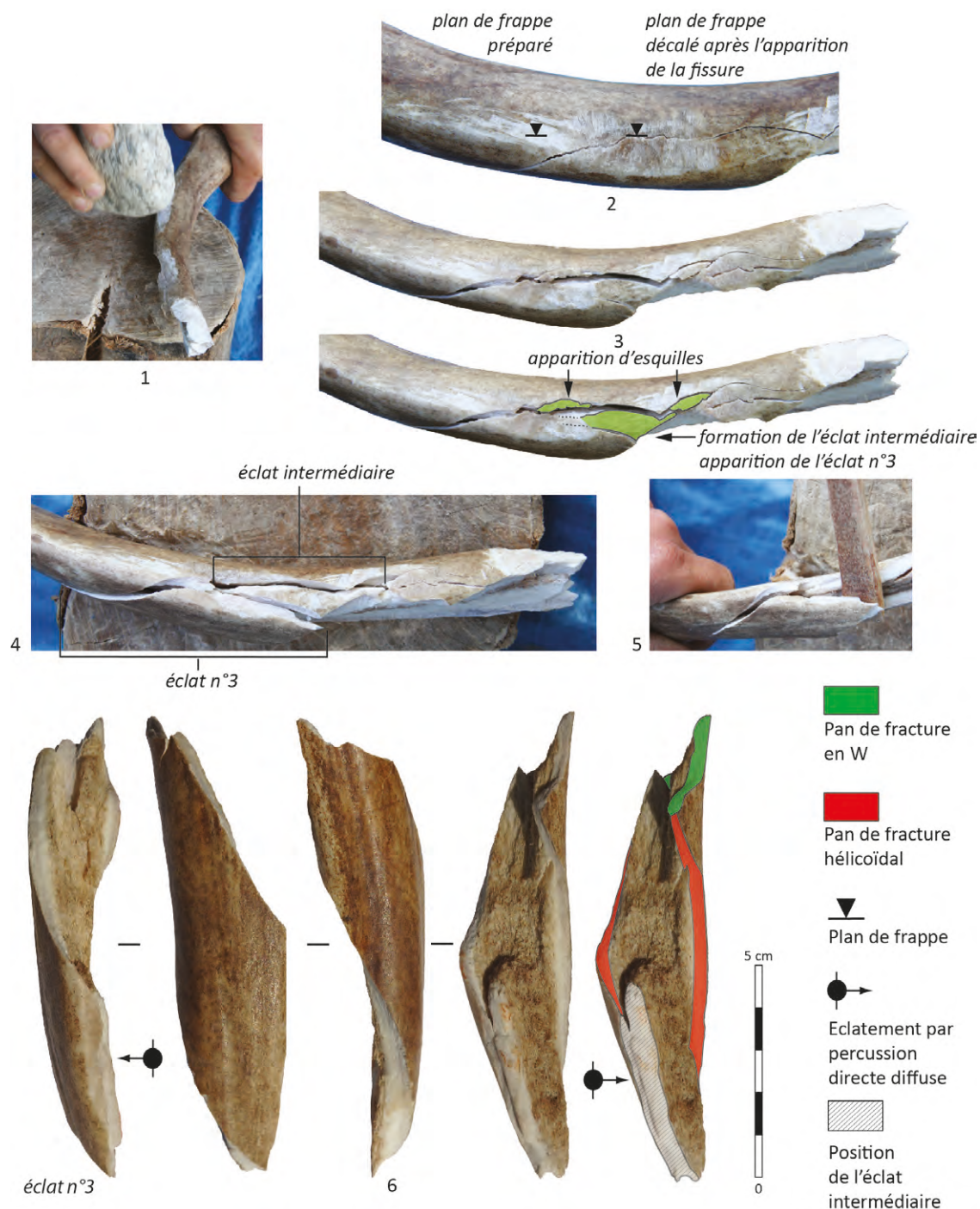
**Fig. 3** – 1 and 2 : preparation of a striking platform by scraping ; 3 : percussion of the striking platform ; 4 to 6 : progressive detachment of flake n° 2 ; 7 : limit of flake n° 2 ; 8 : flake n° 2 (photographs and CAD R. Malgarini).

dale de l'éclat n° 1 ; ces pans de fracture conchoïdaux sont généralement d'aspect lisse, concave et étendu sur le tissu compact). Ils sont vraisemblablement la conséquence des chocs antérieurs du percuteur sur l'andouiller.

Enfin, les percussions répétées sur le plan de frappe de l'éclat n° 2 sont à l'origine de deux « éclats intermédiaires » qui sont venus s'intercaler successivement entre l'éclat et son plan de frappe. Il s'agit en fait de

l'éclat principal recherché qui se partitionne successivement à la suite des coups portés. Ils recourent également le pan de fracture de l'éclat précédent. À ce stade de notre expérience, ces éclats intermédiaires sont toujours solidaires du bloc, comme on peut l'observer sur la figure 3 (n°s 4, 5 et 6).

Pour le détachement de l'éclat n° 3 (fig. 4), les premiers chocs sur le plan de frappe préparé par raclage (afin



**Fig. 4** – 1 : percussion du plan de frappe; 2 : changement de plan de frappe; 3 : apparition d'éclats intermédiaires; 4 : individualisation de l'éclat n° 3; 5 : détachement final de l'éclat n° 3 avec une pièce biseautée; 6 : éclat n° 3 (clichés et DAO R. Malgarini).

**Fig. 4** – 1 : percussion of the striking platform; 2 : changing of the striking platform; 3 : emergence of intermediate flakes; 4 : individualisation of flake n° 3; 5 : final detachment of flake n° 3 using a bevelled piece; 6 : flake n° 3 (photographs and CAD Romain Malgarini).

de l'aplanir) ont créé une fissure qui file assez rapidement le long de la face supérieure et de la face médiale de l'andouiller. Nous avons alors décalé la percussion vers une zone plus proche du plan de frappe précédent de manière à mieux contrôler cette fissure (fig. 4, n° 2; on peut distinguer ce changement de zone de percussion aux écrasements visibles sur le bois). Sur cet éclat, le point d'impact n'est visible que sur la zone de contact du percuteur qui

est marquée par un affaissement du tissu compact et l'enlèvement superficiel d'esquilles.

Nous avons pu faire des observations semblables à ce que nous avons vu dans le cas du test précédent, notamment avec la formation d'esquilles et d'un grand éclat intermédiaire venu recouvrir le pan de fracture de l'éclat n° 2 (fig. 4, n° 3). En raison de la morphologie de l'extrémité distale de l'andouiller (qui s'évase et se divise

pour former les épiques, avec une section ovale, voire elliptique, et un tissu compact nettement plus fin, de 4,5 mm d'épaisseur, l'onde de choc s'est propagée sur toute la face médiale du bois jusqu'au bord inférieur, créant ainsi un « éclat torse ». Son détachement final a dû être réalisé avec un outil intermédiaire biseauté, par percussion indirecte puis par arrachement (fig. 4, n<sup>os</sup> 4, 5 et 6).

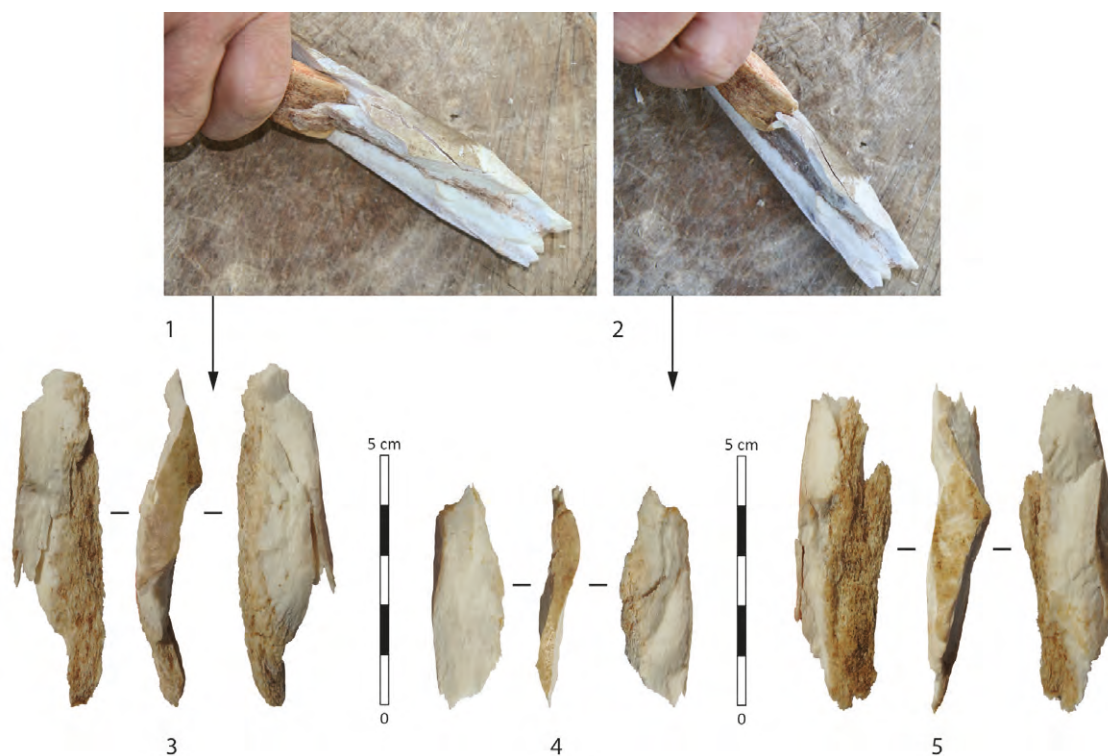
Une fois le troisième éclat détaché, nous avons éliminé les « éclats intermédiaires » (fig. 5) et les « éclats parasites » au moyen d'une percussion indirecte avec un outil intermédiaire biseauté afin de régulariser les bords.

Au terme de ce débitage, ayant conduit à une réduction en volume de l'andouiller, nous avons dégagé une longue bande de tissu compact, utilisable comme support (fig. 6) si l'extrémité distale avait été, au préalable, sectionnée. Elle mesure 127 × 25 × 14 mm, son contour est quadrangulaire et sa section plus ou moins semi-circulaire. Quant à l'épaisseur du tissu compact, il varie fortement de 13,4 mm à 4,5 mm.

Les « éclats intermédiaires » semblent être ici la conséquence d'une position trop centrale du point d'impact sur la face supérieure de l'andouiller qui est relativement plane et offre une zone de contact importante au percuteur. Les chocs répétés sur cette surface, inhérents à la difficulté de mettre en œuvre une fracture conchoïdale sur un bois anguleux comme celui testé, ont pour conséquence de tasser et de fissurer les fibres du bois avant de provoquer le détachement de l'éclat principal et des éclats intermédiaires. Il est difficile de savoir pour autant si ces

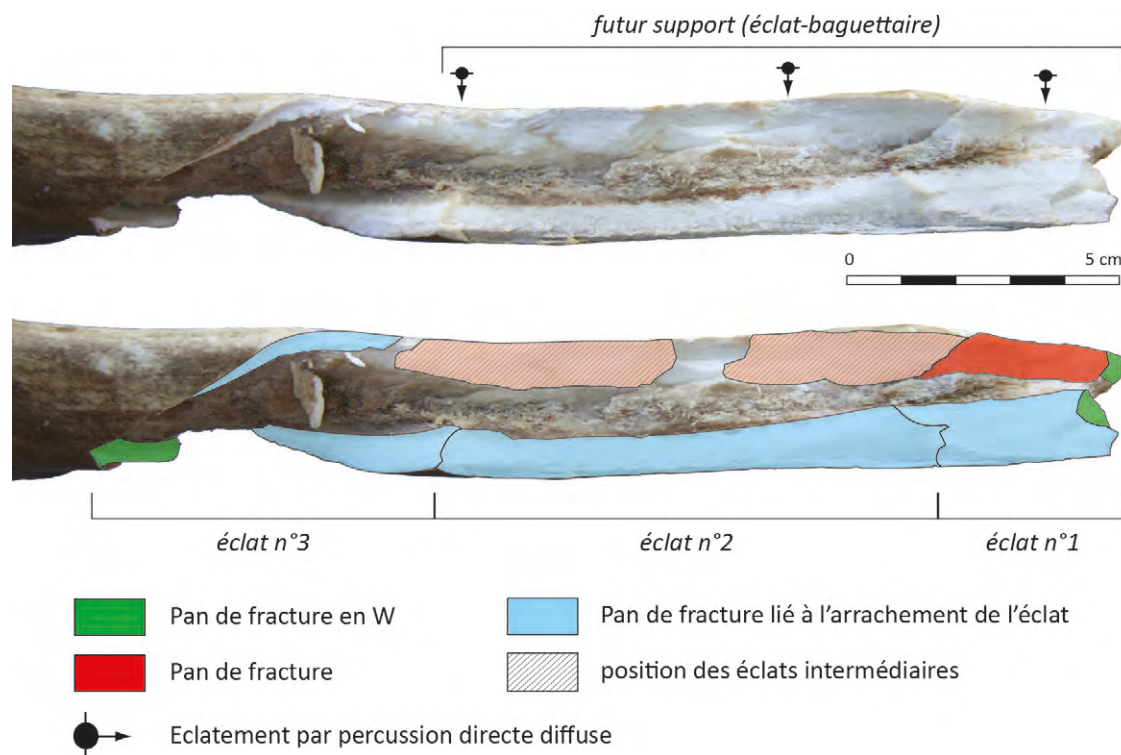
accidents peuvent être évités. La percussion de cette zone centrale est avantageuse dans le sens où le percuteur ne glisse pas sur le bois. *A contrario*, « l'accroche » du percuteur sur une zone plus proche de la concavité du bois semble plus intéressante pour le détachement, mais est rendue plus difficile par l'aspect trop lisse de cette zone et le risque que le percuteur dérape. Le caractère lisse de la surface percutee peut cependant être corrigé par la préparation de petits plans de frappe par raclage préalable de la surface du bois, ainsi que nous l'avons fait. Toutefois, cette technique n'est pas identifiée dans les exemples archéologiques, du Cuzoul de Vers notamment, où les encoches visibles sur les photos seraient liées à la percussion directe diffuse (Pétillon et Averbouh, 2012, p. 375 ; fig. 14 ; p. 379, fig. 18). Comme nous l'avons vu, dans le cas de l'éclat n<sup>o</sup> 1, les négatifs d'enlèvement en lien avec le tronçonnage antérieur ont parfaitement joué leur rôle pour l'accroche du percuteur.

Lorsque l'on remonte l'(les) éclat(s) intermédiaire(s) sur l'éclat principal, on s'aperçoit qu'il ne s'agit que d'un seul et même élément fractionné par la percussion et qu'il s'agit du même pan de fracture conchoïdale qui s'est divisé en plusieurs parties. Si de tels cas existent au sein de nos ensembles archéologiques, ce qui est fort vraisemblable vu la réaction du bois de renne aux percussions, il sera difficile de remonter de tels éclats, dont les stigmates de débitage sont peu explicites et peuvent, en outre, comme le reste du matériel en bois de cervidé, avoir subi des déformations postdépositionnelles.



**Fig. 5** – 1 et 2 : détachement des éclats intermédiaires de l'andouiller avec une pièce biseautée ; 3 et 4 : éclats intermédiaires de l'éclat n<sup>o</sup> 2 ; 5 : éclat intermédiaire de l'éclat n<sup>o</sup> 3 (clichés R. Malgarini).

**Fig. 5** – 1 and 2: detachment of intermediate flakes from the tine using a bevelled piece; 3 and 4: intermediate flakes of flake n<sup>o</sup> 2; 5: intermediate flake of flake n<sup>o</sup> 3 (photographs R. Malgarini).



**Fig. 6** – L'andouiller de glace après le débitage des éclats (clichés et DAO R. Malgarini).

**Fig. 6** – Bez tine after the detachment of the flakes (photographs and CAD R. Malgarini).

On notera enfin qu'il n'a pas été possible de remonter complètement l'éclat n° 3 sur l'andouiller. En effet, l'utilisation d'un outil intermédiaire, de même que les écrasements du tissu relatifs aux chocs répétés de la percussion, déforment le tissu compact des éclats débités et des éclats intermédiaires. On imagine aisément ce que cela peut donner sur le matériel archéologique.

#### *Caractéristiques des « éclats-déchets » et du support obtenu*

On observe systématiquement sur les éclats un pan de fracture conchoïdal ou hélicoïdal qui affecte l'épaisseur du tissu compact, directement lié à la percussion directe diffuse, et un pan de fracture sur la face opposée à la percussion, lié à un arrachement pour le détachement final (à la main ou par une percussion indirecte avec un outil intermédiaire). Sur les éclats n° 1 et n° 2, ce pan de fracture se caractérise par une fine languette longitudinale qui se forme sur les derniers millimètres de tissu compact tandis que sur l'éclat n° 3, ce type de pan n'est pas visible. En plus de sa forme torse, on observe la présence d'un pan homogène et lisse. L'utilisation quasi exclusive de l'outil intermédiaire en est peut-être la cause.

Ces éclats sont courts et larges, avec des bords réguliers et rectilignes. Si les deux premiers ont des profils droits, le n° 3 présente un profil torse. Sur l'extrémité distale, vue de face (par rapport à l'extrémité proximale, où se situe le plan de frappe, et à la partie mésiale), ils ont pour caractère commun un bord oblique convexe ou concave. Les éclats n°s 2 et 3 montrent, à leur extrémité

proximale, le pan de fracture conchoïdale relatif à l'éclat débité précédemment.

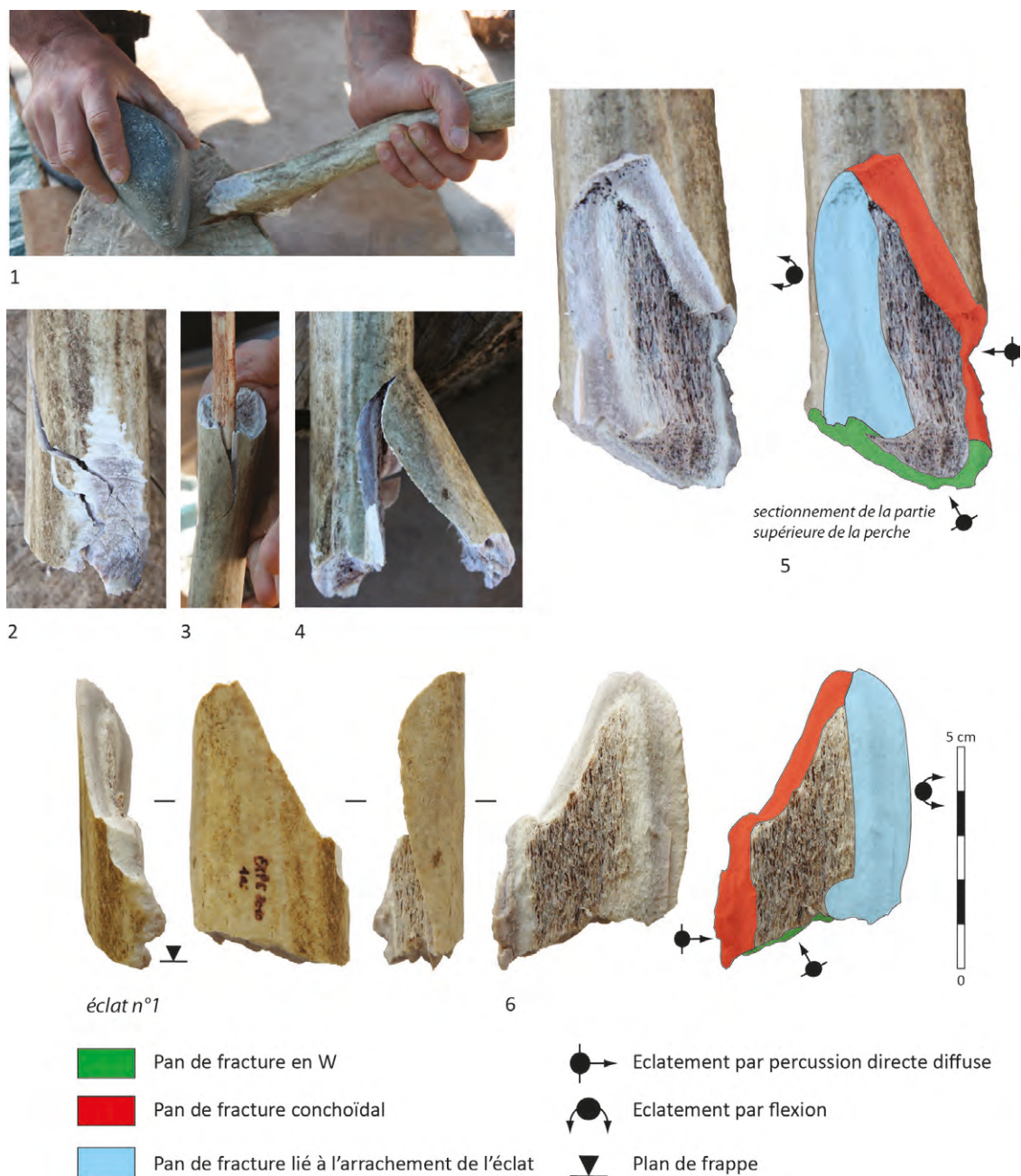
Le détachement successif de ces trois éclats a permis de dégager une zone favorable pour un futur support (fig. 6). Sur la figure 6, on remarquera que le bord supérieur se caractérise par ses irrégularités, provoquées à la fois par les différents impacts de la percussion directe diffuse et le détachement final des éclats intermédiaires (le tout donne un aspect scalariforme et denticulé). Le bord inférieur est plus régulier, avec un aspect plus « lisse », marqué uniquement par les négatifs d'enlèvement des éclats.

### **Débitage de la perche A**

#### *Les différentes étapes*

Nous avons tenté d'initier le débitage par l'extrémité de la partie basilaire, au niveau de la base que nous avons sectionnée précédemment par percussion tranchante, pensant que les négatifs d'enlèvement très prononcés à cet endroit pouvaient nous servir de plan de frappe (fig. 7, n° 1). Mais cette première tentative fut un échec, comme la suivante, au-dessus de l'emplacement de l'andouiller de glace sectionné. Malgré les répétitions successives de la percussion sur ces zones, cela n'a produit aucune fissure, très probablement en raison d'un tissu compact trop épais et de la morphologie du bois trop irrégulière dans le second cas.

La troisième tentative, à partir de l'extrémité opposée de la perche A, a réussi. Nous avons, de la même façon,

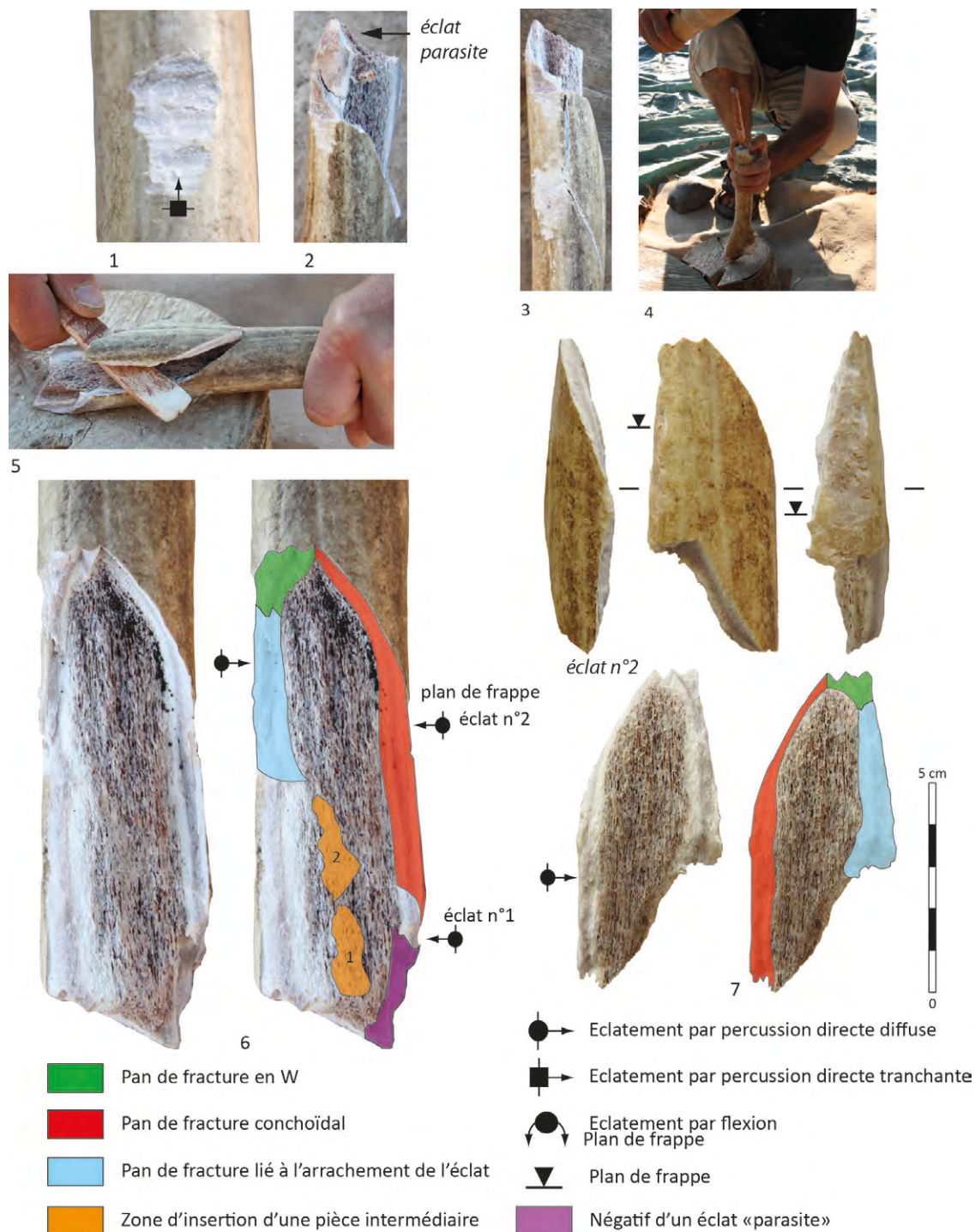


**Fig. 7** – 1 et 2 : débitage de l'éclat n° 1 sur la perche A ; 3 et 4 : détachement final avec une pièce biseautée et arrachement par flexion ; 5 : négatif de l'éclat n° 1 ; 6 : éclat n° 1 (clichés et DAO R. Malgarini).  
**Fig. 7** – 1 and 2 : detachment of flake n° 1 on beam A ; 3 and 4 : final detachment using a bevelled piece and breaking by bending ; 5 : negative scar of flake n° 1 ; 6 : flake n° 1 (photographs and CAD R. Malgarini).

utilisé comme plan de frappe les négatifs d'enlèvements générés par le tronçonnage précédent ; cette fois, l'épaisseur moindre du tissu compact a permis d'obtenir un résultat positif. Au bout de six coups, nous avons pu observer une fissure délimitant l'éclat n° 1 ainsi que la présence d'un petit éclat « intermédiaire » entre le point d'impact et l'éclat recherché. Le détachement final a été facilité par l'usage d'un outil intermédiaire et d'un arrachement manuel par flexion pour prolonger la fissuration aux trois quarts complète (fig. 7, n°s 2 à 5).

Le débitage s'est poursuivi en créant un plan de frappe sur la face postérieure de la perche (par percus-

sion tranchante afin de créer une plage d'accroche à la surface du bois ; fig. 8, n° 1). Après quelques coups, un éclat « parasite » s'est détaché à l'extrémité de la perche (fig. 8, n° 2 ; fig. 13, n° 1). Après une vingtaine de percussions improductives, nous avons à nouveau ravivé le plan de frappe par entaillage. Après cinquante coups, aucune fissure n'est apparue. Nous avons donc réinvesti la face antérieure (à 2,5 cm du plan précédent) où, après vingt coups, une fissure s'est produite à partir du pan de fracture précédent (fig. 8, n° 4). Nous l'avons fait filer à l'aide d'un outil intermédiaire enfoncé en force dans le tissu spongieux du bois (fig. 8, n°s 5 et 6). L'éclat n° 2



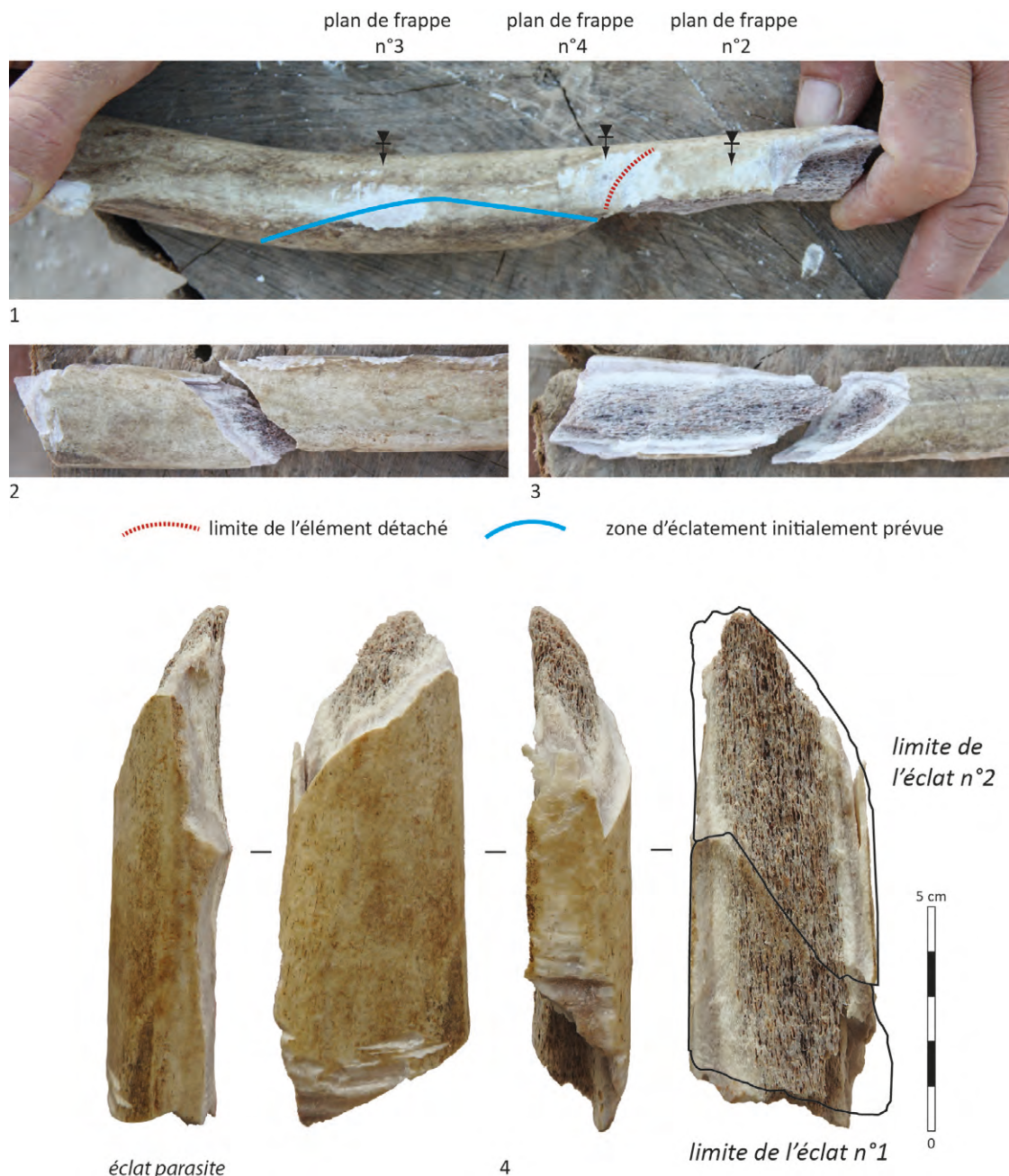
**Fig. 8** – 1 : plan de frappe préparé par percussion tranchante; 2 : éclat « parasite »; 3 : fissuration de l'éclat n° 2; 4 et 5 : détachement final avec une pièce biseautée; 6 : négatifs de l'éclat n° 2; 7 : éclat n° 2 (photos et DAO Romain Malgarini).

**Fig. 8** – 1 : striking platform prepared with a sharp blow by direct percussion; 2 : "parasitic" flake; 3 : flake n° 2; 4 and 5 : final detachment using a bevelled piece; 6 : negative scars of flake n° 2; 7 : flake n° 2 (photographs and CAD R. Malgarini).

s'est détaché après quinze coups en percussion indirecte, révélant entre autres les zones d'insertion de l'outil intermédiaire (fig. 8, n° 6).

Lors de la préparation du troisième plan de frappe (fig. 9, n° 1, plan n° 3), espacé de 4 cm du précédent (2,5 cm séparaient le premier et le deuxième), nous nous demandions si la distance entre ces deux plans de frappe

pouvait jouer un rôle sur la morphologie et les dimensions du futur éclat. Après vingt coups portés, nous avons été obligés de réaménager le plan de frappe en raison du tassement des fibres à la suite de la percussion. *A minima*, cela montre que les premiers coups portés doivent être les bons afin de garantir le résultat. À nouveau, après quarante coups sans qu'aucune fissure ne soit apparue, nous



**Fig. 9** – 1 : plans de frappe utilisés et plan de frappe préparé pour l'éclat n° 3; 2 et 3 : détachement involontaire de l'extrémité de la perche A; 4 : éclat parasite (clichés et DAO R. Malgarini).

**Fig. 9** – 1 : used striking platforms and striking platform prepared for flake n° 3; 2 and 3 : accidental detachment of the end of the lower beam; 4; parasitic flake (photographs and CAD R. Malgarini).

avons installé un troisième plan de frappe (fig. 9, n° 1, plan n° 4), plus proche du précédent (fig. 9, n° 1, plan n° 2). Pour finir, un éclat parasite et non contrôlé s'est détaché à l'extrémité de la perche, réduisant par conséquent le futur support dont les contours se dessinaient progressivement (fig. 9, n° 2 et 3). En face inférieure, cette pièce est marquée par les négatifs des éclats n° 1 et 2.

Quant à l'éclat n° 3, il s'est détaché « rapidement », au bout du dixième coup; une fissure s'est en outre formée sur la face latérale, mais aussi sur la face médiale (phénomène qui ne s'était pas produit auparavant). Nous avons alors fait filer ces fissures en décalant nos plans de

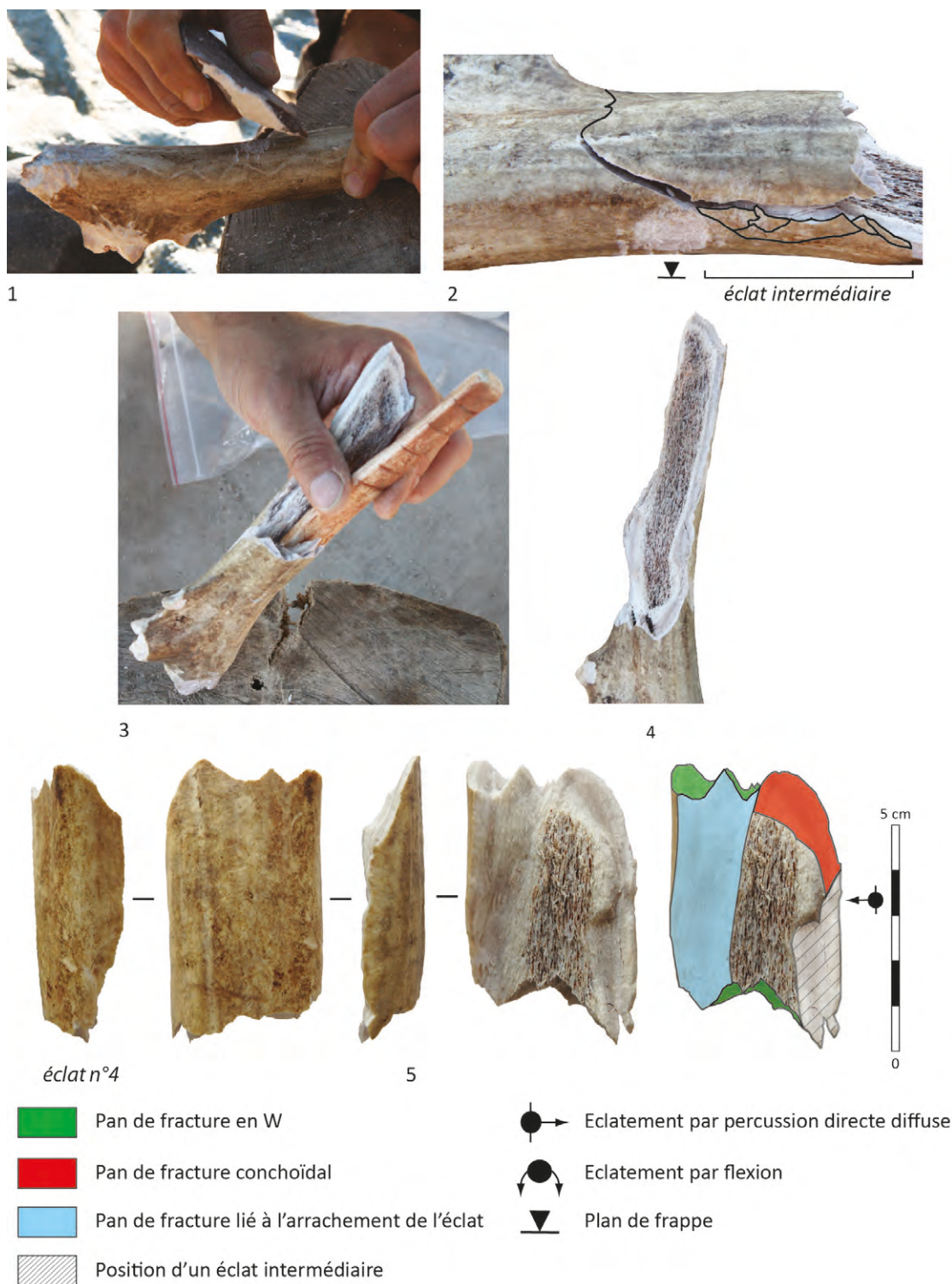
frappe, mais sans préparation préalable cette fois (fig. 10, n° 1 à 4).

Enfin, pour le dernier et quatrième éclat, nous avons installé un plan de frappe opposé (donc sur la face postérieure de la perche, fig. 11, n° 1). Une fissure est apparue après dix coups et l'éclat s'est fracturé après cinq coups de plus, produisant quelques esquilles au niveau du plan de frappe (fig. 11, n° 2). Nous avons utilisé une nouvelle fois un outil intermédiaire pour son détachement final (fig. 11, n° 3). La proximité de la partie basilaire et ses irrégularités nous ont empêchés de continuer (fig. 11, n° 4 et 5).





**Fig. 10** – 1 et 2 : débitage de l'éclat n° 3 ; 3 : négatif de l'éclat n° 3 ; 4 : éclat n° 3 (clichés et DAO R. Malgarini).  
**Fig. 10** – 1 and 2 : detachment of flake n° 3 ; 3 : negative scar of flake n° 3 ; 4 : flake n° 3 (photographs and CAD R. Malgarini).

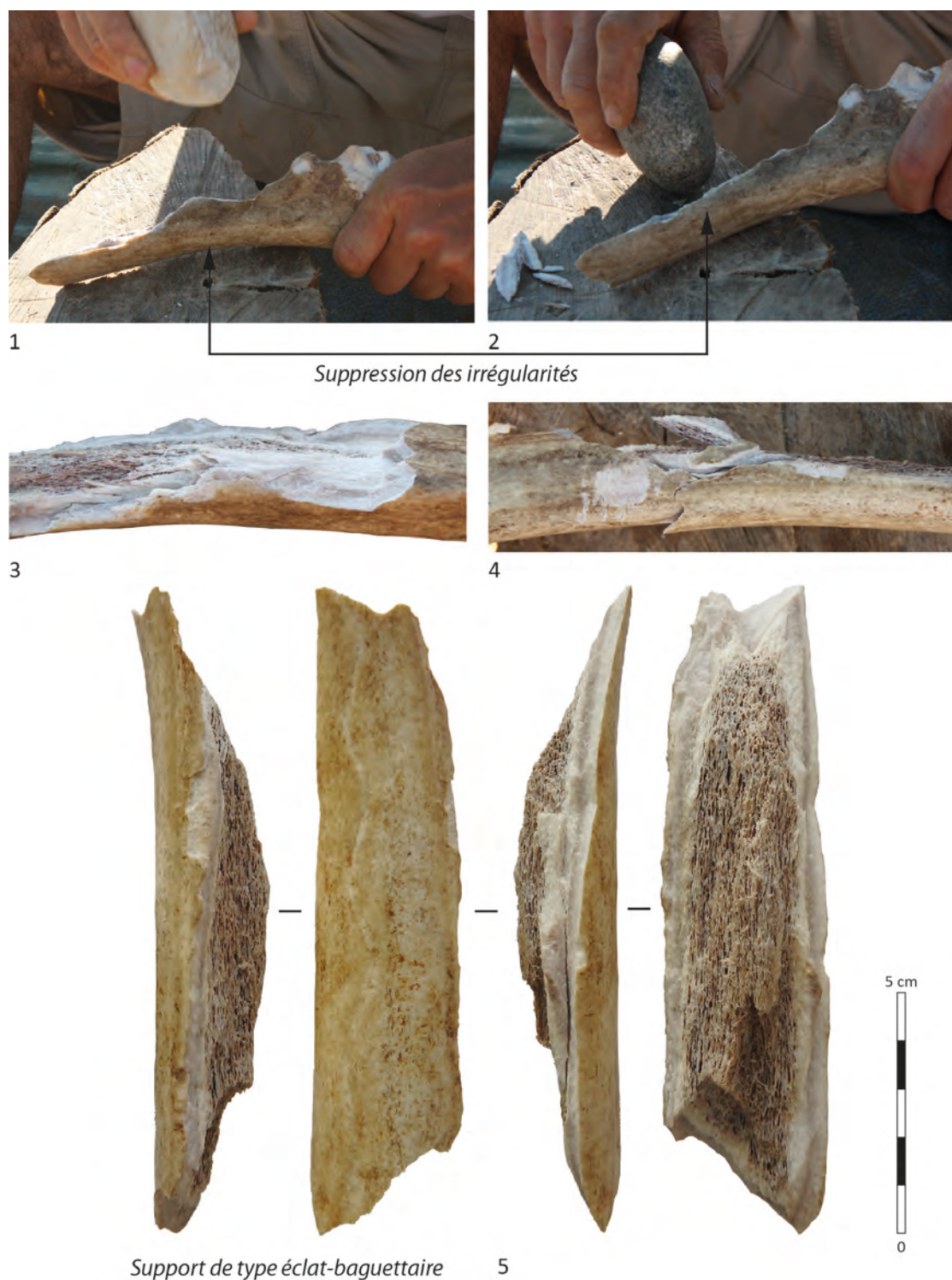


**Fig. 11** – 1 : préparation d'un plan de frappe sur la face postérieure; 2 : fissuration de l'éclat n° 4; 3 : détachement final avec une pièce biseautée; 4 : négatif de l'éclat n° 4; 5 : éclat n° 4 (clichés et DAO R. Malgarini).

**Fig. 11** – 1: preparation of a striking on the posterior side; 2: cracking of flake n° 4; 3: final detachment using a bevelled piece; 4: negative scar of flake n° 4 negative; 5: flake n° 4 (photographs and CAD R. Malgarini).

Les chocs répétés lors du détachement de l'éclat n° 4 ont provoqué une fissure à l'extrémité de la perche, donnant naissance à un éclat parasite resté encore partiellement solidaire du futur support recherché (éclat baguettaire). Cet éclat parasite a été supprimé (fig. 13, n° 3) par percussion directe diffuse.

Le futur support ainsi dégagé (malgré la perte de quelques centimètres de longueur lors du détachement de l'éclat parasite semi-anatomique) reste encore attaché à la partie basilaire. Nous avons régularisé ses bords avec un percuteur en granit de 460 g en détachant des esquilles (fig. 12, n°s 1 à 3). Lors de cet aménagement des bords du



**Fig. 12** – 1 à 3 : régularisation des bords du futur support ; 4 : détachement du support lors de la phase de régularisation ; 5 : support final (clichés et DAO R. Malgarini).

**Fig. 12** – 1 to 3 : regularisation of the edges of the desired blank ; 4 : detachment of the blank during the regularisation stage ; 5 : final blank (photographs and CAD R. Malgarini).

futur support, ce dernier s'est détaché de la partie basilaire. Le support final provient donc de la face postérieure de la perche, il mesure 120 mm de long ; et sa section varie de plano-convexe à subquadrangulaire (fig. 12, n<sup>os</sup> 4 et 5). Si l'éclat parasite (fig. 9) ne s'était pas détaché, le support aurait pu atteindre 190 mm de long.

La quantité de coups portés lors de ce second test expérimental, témoigne bien de la difficulté de ce type d'opération et donc de la nécessaire adéquation (préhistorique puis expérimentale !) entre le diamètre du bois travaillé, son positionnement et son maintien sur un billot, les outils utilisés pour l'opération et la force impliquée.



**Fig. 13** – 1 et 3 : éclats parasites de la perche A; 2 : éclat intermédiaire de la perche A (clichés R. Malgarini).

*Fig. 13* – 1 and 3: parasitic flakes stemming from beam A; 2: intermediate flake stemming from beam A (photographs R. Malgarini).

Selon nous, ce type de débitage s'accompagne donc d'une certaine incertitude du résultat et donc d'une adaptation permanente de l'artisan aux événements qui peuvent se produire tout le long de l'exploitation du support. Étant donné les risques de cassure, de productions de supports irréguliers et d'éclats parasites, d'échecs d'extraction liés à l'écrasement des fibres et donc d'abandon des bois entamés, on peut se demander si ce débitage ne s'est pas fait dans des contextes économiques où la matière première disponible était suffisamment abondante.

#### *Caractéristiques des « éclats-déchets » et du support obtenu*

Pour débiter ce support sur la perche A, nous avons détaché quatre éclats successifs sur la face latérale. Les caractéristiques de ces éclats sont quasiment semblables à celles des produits détachés sur l'andouiller.

Les pans des premiers éclats, n° 1 et n° 2, se démarquent par des angles très fermés par rapport à la surface

du bois, tandis que ceux de l'éclat n° 3 sont perpendiculaires. Sur l'éclat n° 4, le pan de fracture se caractérise par un bord irrégulier dû à un éclat intermédiaire encore attaché au bois (fig. 11, n° 2).

Finalement, les pans de fractures conchoïdaux ne sont entiers que sur les deux premiers éclats.

Dans tous les cas, un pan de fracture conchoïdale est lié à la percussion directe diffuse tandis qu'à l'opposé nous observons un pan de fracture lié au détachement de l'éclat, initié par un outil intermédiaire, et finalisé par un arrachement manuel (hormis pour l'éclat n° 3, détaché au même moment sur les deux bords).

Les éclats issus de la perche présentent des morphologies identiques à celles des éclats issus de l'andouiller : ils sont courts et larges, avec des profils droits, ainsi qu'un bord oblique convexe ou concave en partie distale. Les éclats n°s 2, 3 et 4 sont marqués à leur extrémité proximale par le pan de fracture relatif à l'éclat débité précédemment. Seul l'éclat n° 1 est marqué par un pan de fracture en W issu du sectionnement de la perche A.

### Nos conclusions sur ce test

Ces deux tests nous ont permis, dans un premier temps, de nous familiariser avec l'exploitation des bois de renne en recourant à une technique de fracture, la percussion directe diffuse, qui, de prime abord, ne va pas de soi, tant ce matériau présente des propriétés peu élastiques. Il avait également pour objectif de documenter les moyens et matériels nécessaires pour mener à bien un tel débitage sur un bois de renne, considéré ici comme un bloc de pierre qui se taille (que nous pourrions désigner sous le terme de « débitage par réduction progressive du bloc », voir Goutas et Christensen, ce volume), et de caractériser les résultats de cette exploitation. Le premier niveau d'observation doit nous permettre de mieux identifier les outils archéologiques impliqués dans l'opération, mais aussi les postures, gestes et forces requis. Le second niveau d'observation nous apporte de précieuses informations sur la morphologie, les dimensions des objets archéologiques débités ou arrachés.

En ce qui concerne le détachement d'éclats par percussion diffuse au moyen d'un percuteur en pierre, le test montre qu'une force adaptée et un percuteur soigneusement choisi en fonction de l'épaisseur du bois permettent l'obtention de supports d'outils ou d'armatures, à moindre coût d'effort<sup>(3)</sup>. Si le débitage sur l'andouiller de glace s'est déroulé sans incident, avec un détachement d'éclats successifs, celui de la perche A s'est révélé plus difficile. En effet, nous avons dû faire face à quelques obstacles comme les variations de sections de la perche A et l'épaisseur du tissu compact qui décroît entre la partie basilaire et l'empaumure. En partie proximale du bois, l'épaisseur importante du tissu compact rend le détachement d'éclats plus difficile. Ainsi un grand nombre de coups peut être porté sur une même zone sans aucun résultat. Cela marque également notre manque d'expérience sur ce type de débitage<sup>(4)</sup> qu'il serait nécessaire de reproduire à plus grande échelle.

La préparation du plan de frappe se révèle très utile pour définir un « repère visuel » sur le bois, et taper précisément à l'endroit souhaité. Cette préparation même légère, par un raclage grossier, a surtout permis au percuteur « d'accrocher » le bois lors de la percussion et de détacher ainsi un éclat, sans que le percuteur ne glisse sur la surface globalement convexe du bois. Par conséquent, nous avons pu contrôler et enchaîner le détachement des éclats à partir d'un plan de frappe unique (voire, dans le cas de la perche A, de deux plans de frappe opposés) afin d'obtenir au moins un support allongé et plat, lors du débitage de la perche. Enfin, l'utilisation d'un outil intermédiaire biseauté pour le détachement final des éclats s'est effectivement montrée nécessaire et efficace lorsque ceux-ci étaient encore solidaires du bois (généralement sur le bord opposé à la percussion) ce qui arrive très fréquemment.

Une fois ces phénomènes de fracture observés sur ces tests expérimentaux, il devenait intéressant de les confronter au matériel magdalénien de l'Est de la France, en observant de la même manière les stigmates de la percussion directe diffuse sur les déchets et les supports associés, voire sur des objets finis (seule catégorie de pièces que nous n'avons pas reproduite). Si nous nous sommes

inspirés du débitage badegoulien, qui, rappelons-le, est le mieux documenté, les questionnements autour du matériel magdalénien sont tout autre dans la mesure où le débitage par extraction et l'utilisation du double rainurage tiennent une place prépondérante dans l'obtention des supports et la réalisation d'objets finis. Pouvons-nous y voir un lien où s'agit-il d'une chaîne opératoire distincte ? À ce titre il devenait opportun de revoir certaines séries.

### LES CAS ARCHÉOLOGIQUES DU MAGDALÉNIEN MOYEN DANS L'EST DE LA FRANCE

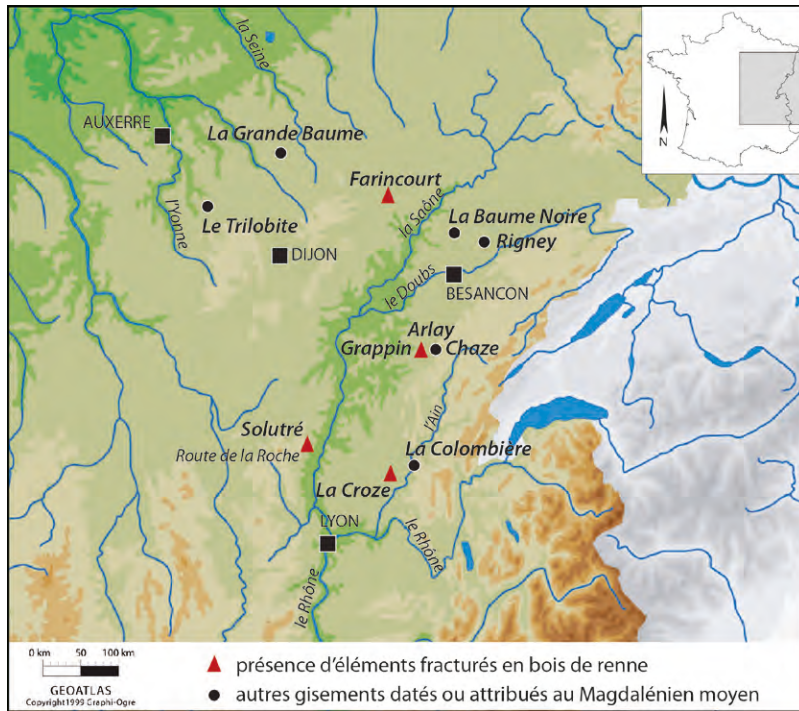
Dans l'Est de la France, nous avons identifié, parmi le matériel de quatre gisements attribués au Magdalénien moyen, quinze pièces en bois de renne témoignant d'un débitage faisant intervenir la technique de la percussion directe diffuse. Il s'agit de la grotte II de Farincourt, Haute-Marne, de la grotte Grappin d'Arlay, Jura, du gisement de plein air de Solutré « route de la Roche », Saône-et-Loire, et de l'abri de la Croze à Saint-Martin-du-Mont, Ain (fig. 14).

Dans un travail précédent (Malgarini, 2014), nous avons observé quelques indices à Farincourt, déjà mentionnés par ailleurs (Pétillon et Averbouh, 2013). Sans être certains de nos observations, nous avons préféré à l'époque faire preuve de prudence en raison de la faiblesse numérique des objets identifiés (Malgarini, 2014) et dans l'attente de discussions communes sur le sujet.

Ces dernières années, les contextes archéologiques de ces gisements ont largement été décrits (Béreiziat, 2011 ; Cupillard *et al.*, 2013 ; Mevel *et al.*, 2014 ; Malgarini, 2014 ; Malgarini *et al.*, 2017). Ces articles font tous état de fouilles anciennes avec ce que cela sous-entend en terme de qualité de l'information : niveaux stratigraphiques peu ou pas décrits, matériel sans aucun contexte stratigraphique ou tri du matériel à la fouille. Hormis quelques témoins appartenant à des périodes plus récentes, le matériel analysé est issu de gisements (Farincourt, Arlay, la Croze) où seul le Magdalénien moyen est attesté pour le Paléolithique supérieur. Certaines de ces pièces n'ont pu être réétudiées en détail, nous ne livrerons donc que les caractéristiques les plus marquantes.

#### Farincourt

À Farincourt (fig. 15), une seule pièce obtenue par percussion directe diffuse était identifiée et elle n'a été reconnue comme telle que très récemment (Pétillon et Averbouh, 2013). Elle provient de la grotte II du gisement (Malgarini, 2014, p. 318-319). Il s'agit d'un objet fini entier identifié comme outil intermédiaire et réalisé sur un support en bois de renne (de gros module et provenant de la perche A, épaisseur du tissu compact de 8,5 mm), de section plano-convexe (104,3 mm de longueur, 25,7 mm de largeur et 13,3 mm d'épaisseur). À l'extrémité la plus large, la pièce présente des fibres rebroussées qui seraient en relation avec



**Fig. 14** – Carte des gisements du Magdalénien moyen de l’Est de la France dans lesquels des éléments obtenus par fracturation ont été identifiés (cartographie R. Malgarini, fond cartographique Géoatlas).

**Fig. 14** – Map of eastern France showing the Middle Magdalenian sites in which pieces obtained by fracturing were identified (mapping R. Malgarini, base map Géoatlas).



**Fig. 15** – Farincourt, grotte II (Haute-Marne); pièce intermédiaire sur perche A (clichés R. Malgarini).

**Fig. 15** – Farincourt, cave II (Haute-Marne); intermediate piece on the upper beam (photos R. Malgarini).



**Fig. 16** – Arlay, grotte Grappin (Jura); 1 et 2 : déchets; 3 : support (clichés R. Malgarini).

**Fig. 16** – Arlay, Grappin cave (Jura); 1 and 2: waste; 3: blank (photographs R. Malgarini).

son utilisation comme outil intermédiaire. Malgré un état de surface assez dégradé, les pans de fracture sont visibles dans l'épaisseur du tissu compact. Ils sont localisés sur les bords, et à l'opposé l'un de l'autre, sans qu'il nous soit possible de dire si cela est la conséquence d'une percussion ou si l'un est le résultat d'un éventuel « contrecoup ».

### Arlay, grotte Grappin

À Arlay (fig. 16), nous avons retenu principalement trois pièces se rapportant à un débitage faisant appel à la percussion directe diffuse. Seule l'une d'entre elles (J1- n° 80) est associée à l'unique couche archéologique (couche C) de la stratigraphie des fouilles de M. Vuilleme. Les deux autres proviennent de la collection privée de P. Grappin et des anciennes collections du CCE de Lons-le-Saunier. D'autres pièces pourraient avoir été détachées par percussion directe diffuse, mais leurs états de surface ne sont pas satisfaisants pour une lecture fiable. Deux de ces pièces, issues d'un andouiller de glace (fig. 16, n° 1) et d'une perche A (fig. 16, n° 2), sont à considérer comme des déchets, tandis que la

troisième (fig. 16, n° 3), provenant d'une face latérale de la perche, pourrait être un support.

Sur l'andouiller, un négatif d'enlèvement et un pan de fracture sont identifiés, sans qu'il soit possible d'établir un lien direct entre les deux. Le premier est un négatif envahissant lié à une percussion directe diffuse. De morphologie ovale et présentant une légère concavité sous le point d'impact, cet enlèvement est positionné sur l'une des faces (inférieure ou supérieure). Il évoque dans une certaine mesure ce que nous avons pu observer lors de l'initialisation du débitage sur l'andouiller de notre premier test expérimental (cf. fig. 3). Au contact de cet enlèvement, on observe un pan de fracture en languette sur l'une des faces latérales. Ce dernier résulterait d'une flexion sans que l'on distingue de préparation préalable sur la face opposée telle que des traces de percussion tranchante. Le déchet sur fragment de perche A provient d'un bois de gros module dont le tissu compact atteint 10 mm d'épaisseur (cf. fig. 16, n° 2). Sur cette pièce, le point d'impact se caractérise par une concavité très évasée dans l'épaisseur du tissu compact et associé à un pan de fracture hélicoï-



**Fig. 17** – Solutré, route de la Roche (Saône-et-Loire) ; 1 à 3 : supports ; 4 à 6 : déchets en forme de tuile (cliché R. Malgarini).  
**Fig. 17** – Solutré, route de la Roche (Saône-et-Loire) ; 1 to 3 : blanks ; 4 to 6 : 'tile-shaped' waste (photographs R. Malgarini).

dal. Enfin la troisième pièce, malgré ses bords irréguliers, pourrait entrer dans la catégorie des supports en raison de sa section quadrangulaire, de son épaisseur régulière et de ses bords relativement parallèles (fig. 16, n° 3).

### Solutré « route de la Roche »

L'étude intégrale du matériel provenant de ce gisement de plein air du Magdalénien moyen dont la fouille s'est achevée en 2016 (Lajoux *et al.*, 2016) n'a pas encore été réalisée, cependant nous avons déjà pu étudier six pièces, provenant des couches 13 et 14, qui se rattachent à un débitage par réduction progressive du bloc (fig. 17). Trois de ces pièces appartiennent à la catégorie des supports (produits allongés marqués par un tissu compact épais de 6,1 à 6,8 mm ; fig. 17, n°s 1 à 3) et trois autres à la catégorie des déchets (il s'agit là d'éclats en forme de tuile ; fig. 17, n°s 4 à 6). Le premier support n'est pas complet, mais il est marqué par des traces de raclage sur un bord, destiné à le régulariser. Les traces sont profondes et irrégulières. Les deux autres (fig. 17, n°s 2 et 3) s'apparentent

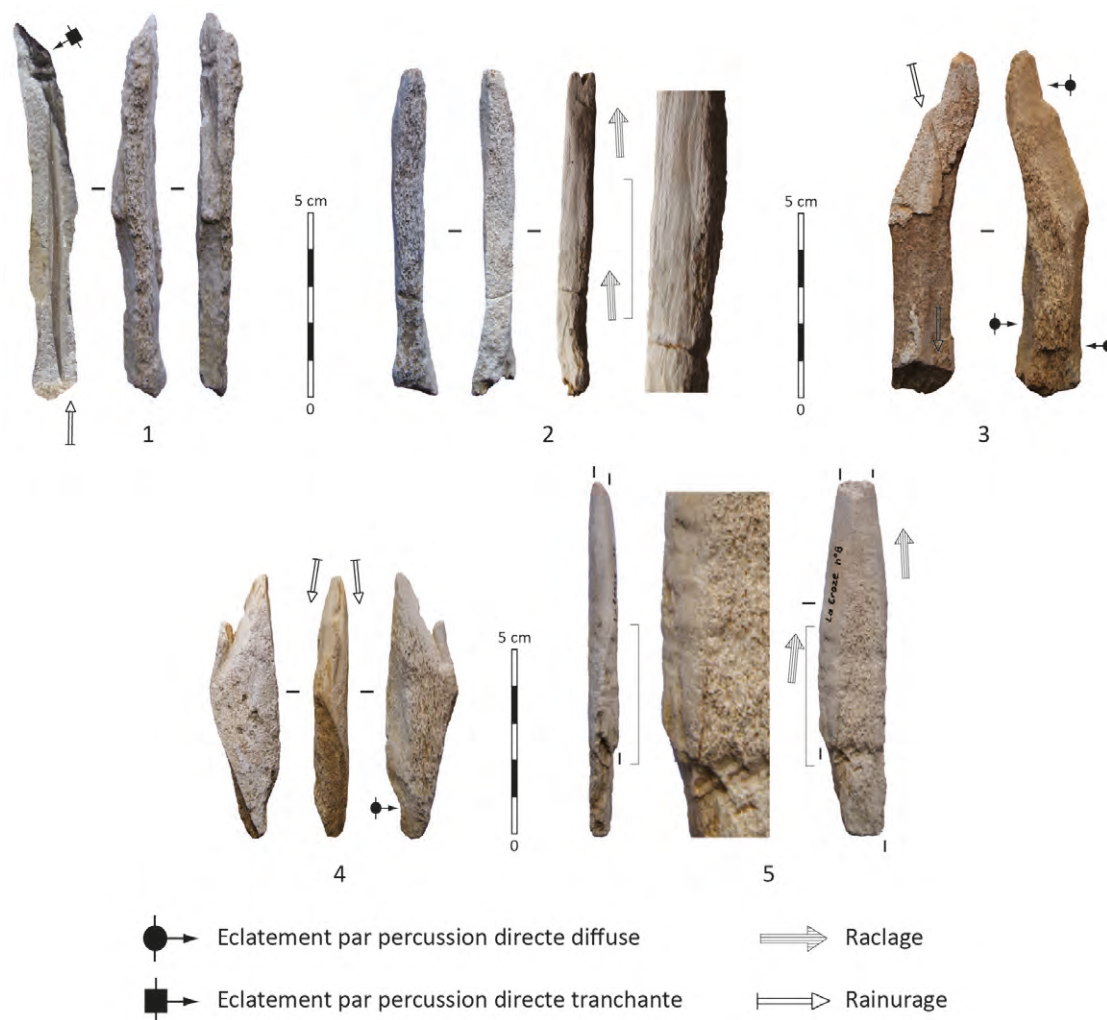
aux « bandes » de tissu compact observées au Cuzoul de Vers (Pétillon et Averbouh, 2012) et qui correspondent au type « éclats baguettaires ». La morphologie de la deuxième pièce n'est pas sans évoquer celle de Farincourt, d'ailleurs les stigmates de percussion sont identiques. Les déchets quant à eux évoquent davantage les éclats en forme de « tuile » (Pétillon et Averbouh, 2012).

### L'abri de la Croze

À la Croze, nous avons identifié cinq pièces (fig. 18) dont deux supports, deux déchets et un objet sur support plat (Malgarini, 2014, p. 284) interprété comme un outil intermédiaire (Malgarini *et al.*, 2017). L'épaisseur régulière du tissu compact de ces pièces, comprise entre 6,3 et 7,6 mm, indiquerait l'utilisation de perches de moyen et gros module. Ces pièces présentent également d'autres stigmates tels que des sillons, des stries et des négatifs d'enlèvement.

Deux états distincts de supports sont identifiés : un support brut et un support en cours de façonnage. Le premier (fig. 18, n° 1) présente un sillon de rainurage irrégulier.





**Fig. 18** – Abri de la Croze (Saint-Martin-du-Mont, Ain); 1 et 2 : supports; 3 et 4 : déchets; 5 : pièce intermédiaire (clichés R. Malgarini).

**Fig. 18** – *La Croze rockshelter (Saint-Martin-du-Mont, Ain); 1 and 2: blanks; 3 and 4: waste; 5: intermediate piece (photographs R. Malgarini).*

gulier sur sa face supérieure et des traces de percussion tranchante à l'une des extrémités tandis que la seconde pièce (fig. 18, n° 2) se caractérise par un bord entièrement raclé, très irrégulier, qui témoigne d'une première étape de façonnage. Le premier déchet (fig. 18, n° 3) évoque les « bandes » de tissu compact déjà mentionnés par Jacques Allain et co-auteurs (Allain *et al.*, 1974), à la seule différence que cette pièce est plus irrégulière. Trois points de percussion sont visibles aux extrémités de la pièce et sur les bords opposés auxquels s'ajoute un sillon de faible profondeur sur quasiment toute sa longueur (la face supérieure est en partie desquamée). Le second déchet (fig. 18, n° 4) se caractérise par sa morphologie « en tuile » et par un rainurage bifacial oblique (procédé de sectionnement courant pour le gisement; Malgarini *et al.*, 2017) à l'opposé duquel on trouve un point d'impact et un pan de fracture hélicoïdale sur un bord. Il pourrait s'agir d'un support débarrassé d'une partie trop irrégulière.

Enfin l'outil intermédiaire (fig. 18, n° 5) pourrait, selon nous, avoir été façonné à partir d'un support obtenu aussi par réduction progressive du volume du bloc, grâce

à une percussion directe diffuse. Cette pièce diffère notablement des autres objets sur supports plats et allongés en bois de renne caractéristiques du Magdalénien par sa section, plus ovale que quadrangulaire, sa morphologie et son faible degré de façonnage (non abouti sur sa partie proximale) qui atteint toutes ses faces. Les irrégularités perceptibles sur les bords ne sont pas compatibles avec un procédé d'extraction comme le double rainurage. Les bords auraient été plus réguliers avec des stries sur des pans de rainurage encore visibles et éventuellement quelques traces de façonnage. Ici, l'usage du raclage a pour but « d'effacer » des irrégularités très prononcées qui sont vraisemblablement la conséquence d'un débitage impliquant une percussion directe diffuse.

## CONCLUSION

Nos deux tests expérimentaux ont parfaitement joué leur rôle, celui de nous renseigner sur les principes de la

fracturation conchoïdale sur bois de renne. Cela nous a permis de mieux identifier les pans de fracture associés à la mise en œuvre de ce principe physique grâce à la percussion directe diffuse, la morphologie des déchets et le contrôle du débitage au fur et à mesure du dégagement du support. En ce qui concerne les éclats parasites produits et décrits lors de nos tests, il nous a été impossible d'en retrouver dans les séries anciennes. Ceux-ci n'ont probablement pas été récupérés lors des fouilles en raison de leur manque d'intérêt par les anciens fouilleurs ou qu'ils n'aient pas été conservés.

Enfin, ces données expérimentales nous ont servi de référentiel, pour la reconnaissance, entre autres, des produits et des stigmates associés à l'emploi de la percussion diffuse dans un objectif de « production baguettaire » (voir aussi Goutas et Christensen, ce volume; Goutas *et al.*, ce volume) dans des ensembles magdaléniens à priori technologiquement peu favorables.

Dans les cas archéologiques qui nous intéressent ici, nous avons dû faire face à des difficultés de lecture qui tiennent essentiellement aux états de surface des pièces, qui ont pâti d'altérations taphonomiques (notamment les pièces pourvues d'un tissu compact plus fin qui se dégrade plus vite, comme sur la perche C).

Les quelques éléments observés nous indiquent qu'ils ont été obtenus selon les mêmes procédés qu'au Badegoulien avec l'utilisation de moyens et de gros modules et de parties anatomiques similaires (andouiller et perche A). Si les déchets (tels que les éclats) et les supports reflètent bien l'utilisation de la percussion directe diffuse (présence de pans de fracture conchoïdaux, points d'impacts), un seul des deux objets finis (l'outil intermédiaire de Farincourt) est marqué par ces stigmates. Sur l'ensemble de ces pièces, aucun indice de préparation des plans de frappe préalablement à l'emploi de la percussion directe diffuse n'a été observé. De même aucun remontage n'a pu être réalisé sur les séries archéologiques comme cela a pu être réalisé sur la série du Cuzoul (Pétillon et Averbough, 2012).

Il est toutefois difficile de démontrer comment ces pièces s'intègrent dans la chaîne opératoire ou pourquoi ces techniques de fracture ont été employées ponctuellement dans un objectif de production baguettaire, alors que ce type de production est généralement associé à un débitage par extraction (et en particulier au double rainurage longitudinal)? Le nombre d'éléments par gisements est trop marginal pour soutenir une hypothèse fiable. Nous n'avons d'ailleurs observé aucune occurrence concernant le procédé du double rainurage et de la percussion diffuse. Il n'y a guère qu'à la Croze où les chemins se croisent entre les techniques de percussion directe diffuse et de rainurage (sur des déchets et des supports).

Conscients d'avoir étudié un petit corpus, il nous faudra à l'avenir nous tourner vers des séries plus conséquentes. Pour le matériel archéologique, seul le gisement de Solutré offre désormais une opportunité d'étude, plus complète que les autres sites qui souffrent de la qualité médiocre et de l'imprécision des fouilles anciennes.

S'agissant des éléments lithiques impliqués dans le tronçonnage et le débitage du bois de renne au Badegou-

lien, nous envisageons à moyen terme une analyse tracéologique des pièces expérimentales couplée à celle d'un mobilier archéologique mieux préservé que celui d'Oisy, par exemple l'assemblage badegoulien de l'abri Fritsch<sup>(5)</sup>. Ce dernier a en effet été une source d'information considérable pour l'étude du débitage du bois de renne par fracturation *lato sensu*. Souvent pris en exemple pour inspirer quelques expérimentations, le gisement souffre aujourd'hui d'un manque de données sur le sujet, pourtant abordé à maintes reprises par Jacques Allain (Allain *et al.*, 1975; Allain, 1983) et André Rigaud (Rigaud, 2004 et 2007) et mériterait amplement de faire l'objet de nouvelles analyses.

De même, il devient de plus en plus évident que la production de supports de type baguette au Magdalénien ne se limite pas à la méthode de débitage par extraction par double rainurage longitudinal comme cela est aussi discuté aussi en Espagne (Borao *et al.*, 2016) et dans le sud-ouest de la France (Lefebvre et Pétillon, ce volume). Même marginaux, les éléments intentionnellement fracturés en bois de renne doivent impérativement être recherchés au même titre que n'importe quelle autre pièce en matière osseuse ayant subi une action anthropique. Seul un intérêt accru porté à ce type de vestiges, de prime abord peu informatif, permettra d'en savoir plus sur la diversité des méthodes et des procédés mis en œuvre dans le traitement des bois de cervidés par les Magdaléniens.

**Remerciements** : Nous remercions Jean-Luc Mordefroid, Sylvie Jurietti, Sylvie Deschamps, David Vuillermoz du Centre de conservation et d'études René-Rémond de Lons-le-Saunier, Arnaud Vaillant du musée du Breuil de Langres, Magali Briat-Philippe et Romuald Tanzilli du musée de Brou à Bourg-en-Bresse, Jean-Baptiste Lajoux (INRAP Grand Est sud), Mara Weber du musée de Schloss Gottorf pour sa disponibilité et son aide, Technos, Marianne Christensen et Nejma Goutas pour l'organisation de cette journée SPF et pour leur investissement en tant que directrices de la publication. Nous tenons à remercier chaleureusement les rapporteurs pour les remarques constructives formulées, destinées à l'amélioration de notre texte.

## NOTES

- (1) Nous suivons ici la distinction terminologique entre tests didactiques, tests expérimentaux et expérimentations vraies telle que définie dans ce volume (voir ce volume : Goutas et Christensen; Christensen et Goutas).
- (2) La dimension de ces fragments est bel et bien exprimée en cm<sup>2</sup> par l'auteur, fait inhabituel pour être souligné.
- (3) Par rapport au procédé du double rainurage par exemple.
- (4) L'un d'entre nous taille régulièrement des roches siliceuses et connaît donc les mécanismes de la fracturation du matériel lithique et il travaille également l'os et le bois de renne.
- (5) En mai 2018, lors de la dernière correction des épreuves, une mission d'études du matériel en bois de renne de l'abri Fritsch a été réalisé au musée d'Argentomagus que nous remercions (P. Bodu, R. Malgarini et J.-M. Pétillon)

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALLAIN J. (1983) – Matériaux pour l'étude du « Magdalénien initial » et de ses origines, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 80, 5, p. 135-139.
- ALLAIN J., FRITSCH R. (1967) – Le Badegoulien de l'abri Fritsch aux Roches de Pouligny-Saint-Pierre (Indre), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 64, 1, p. 83-94.
- ALLAIN J., FRITSCH R., RIGAUD A., TROTIGNON F. (1974) – Le débitage du bois de renne dans les niveaux à raclettes du Badegoulien de l'abri Fritsch et sa signification, in H. Camps-Fabrer (dir.), *Premier colloque international sur l'industrie de l'os dans la Préhistoire*, actes du colloque (abbaye de Sénanque, 18-20 avril 1974), Aix-en-Provence, université de Provence, p. 67-71.
- AVERBOUH A., PETILLON J.-M. (2011) – Identification of 'Debitage by Fracturation' on Reindeer Antler: Case Study of the Badegoulian Levels at the Cuzoul de Vers (Lot, France), in J. Baron et B. Kufel-Diakowska (dir.), *Written in Bones, Studies on Technological and Social Contexts of Past Faunal Skeletal Remains*, actes des 7<sup>es</sup> Rencontres du Groupe de recherche sur le travail des matières osseuses (Wrocław, 7-11 septembre 2009), Wrocław, université de Wrocław, p. 41-52.
- BAUMANN M. (2014) – À l'ombre des feuilles de laurier : les équipements osseux solutréens du Sud-Ouest de la France. Apports et limites des collections anciennes, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 593 p.
- BAUMANN M., MAURY S. (2013) – Ideas no Longer Written in Antler, *Journal of Archaeological Science*, 40, 1, p. 601-614.
- BÉREIZIAT G. (2011) – Variabilité des comportements techniques du Dryas ancien à la fin du Bølling. Analyse techno-économique comparée du matériel lithique de cinq gisements tardiglaciaires du Jura méridional, thèse de doctorat, université Bordeaux 1, 790 p.
- BODU P., CHEHMANA L., DEBOUT G. (2007) – Le Badegoulien de la moitié nord de la France. Un état des connaissances, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 104, 4, p. 661-679.
- BODU P., SENÉE A. (2001) – Le gisement « badegoulien » du mont Saint-Aubin à Oisy (Nièvre, 58), *Archéologie en Haut-Nivernais*, 19, p. 3-59.
- BODU P., VALENTIN B. (2004) – L'industrie lithique de la salle Monique : approche technologique, in J. Clottes et H. Delporte (dir.), *La grotte de la Vache (Ariège). Fouilles Romain Robert*, 1. *Les occupations du Magdalénien*, Paris, CTHS (Documents préhistoriques, 16), p. 151-167.
- BORAO ÁLVAREZ M., VILLAVERDE BONILLA V., AURA TORTOSA J. E. (2016) – Debitage by Fracturing in the Osseous Industry of Cova del Parpalló (Grandia-Valencia, Spain): A Preliminary Study, *Quaternary International*, 403, p. 118-131.
- CAMPS-FABRER H. (1975) – Tendances actuelles des recherches sur l'industrie de l'os. Le premier colloque international sur l'industrie de l'os dans la Préhistoire, abbaye de Sénanque (Vaucluse), avril 1974, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 72, 6, p. 169-173.
- CAMPS-FABRER H. (1977) – *Méthodologie appliquée à l'industrie de l'os préhistorique*, actes du 2<sup>e</sup> Colloque international sur l'industrie de l'os dans la Préhistoire (Sénanque, 9-12 juin 1976), Paris, CNRS (Colloques internationaux du CNRS, 568), 362 p.
- CHRISTENSEN M. (2015) – *L'exploitation des matières dures animales chez les chasseurs-cueilleurs : le cas des nomades marins de Patagonie et de Terre de Feu*, thèse d'habilitation à diriger des recherches, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 245 p.
- CHRISTENSEN M., GOUTAS N. (ce volume) – La fracturation? Enjeux terminologiques, analytiques et perspectives paléolithiques, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 23-42.
- CUPILLARD C., MALGARINI R., FORNAGE S. (2013) – Le Paléolithique supérieur ancien dans le quart nord-est de la France : l'exemple de la Franche-Comté. Environnement, chronologie et faciès culturels, in P. Bodu, L. Chehmana, L. Klaric, L. Mevel, S. Soriano et N. Teyssandier (dir.), *Le Paléolithique supérieur ancien de l'Europe du Nord-Ouest. Réflexions et synthèses à partir d'un projet collectif de recherche sur le Centre et le Sud du Bassin parisien*, actes du colloque (Sens, 15-18 avril 2009), Paris, Société préhistorique française (Mémoire, 56), p. 351-363.
- DESPRIÉE J., DUVIALARD J. (1995) – *Préhistoire en région Centre, 2. Les hommes modernes*, Blois, Centre national de documentation pédagogique, 169 p.
- GOUTAS N., CHRISTENSEN M. avec la collaboration de TARTAR E., MALGARINI R., TEJERO J.-M., TREUILLOT J. (ce volume) – Extraction, partition, réduction ou fracturation? De quoi parlons-nous? Discussion sur la production de supports allongés (baguette, éclat baguettaire vs éclat), in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 55-97.
- GOUTAS N., BODU P., HINGUANT S., AVERBOUH A., CHRISTENSEN M. (ce volume) – La « production baguettaire » au Gravettien : étude de cas et discussions à partir de l'industrie en bois de cervidé de Laugerie-Haute (Dordogne, France), in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 139-180.
- LAJOUX J.-B., MALGARINI R., BEMILLI C., BAYLE G. (2016) – Retour à Solutré Route de la Roche : fouille préventive d'un

- gisement de plein air magdalénien, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 113, 4, p. 824-828.
- LEFEBVRE A., PÉTILLON J.-M. (ce volume) – Techniques de fracture pour la production de supports en bois de cervidé au Magdalénien moyen et supérieur (19-14 ka cal. BP) : premier inventaire et perspectives, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 213-230.
- MALGARINI R. (2014) – *Les gisements magdaléniens dans le Jura et les Alpes du Nord et leurs industries osseuses*, thèse de doctorat, université de Franche-Comté, Besançon, 2 vol., 484 et 182 p.
- MALGARINI R., MEVEL L., BEREIZIAT G., BODU P., CUPILLARD C., DEBOUT G., CARQUIGNY N. (2017) – Les faciès du Magdalénien moyen dans l'Est de la France : confrontation et discussion des industries osseuses et lithiques, in C. Bourdier, L. Chehmana, R. Malgarini et M. Połtowicz-Bobak (dir.), *L'essor du Magdalénien. Aspects culturels, techniques et symboliques des faciès à Navettes et à Lussac-Angles*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Besançon, 17-19 octobre 2013), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 8), p. 139-154.
- MEVEL L., BEREIZIAT G., MALGARINI R. (2014) – Les sociétés magdaléniennes des Alpes du Nord françaises et du Jura méridional (15000-12000 BP) : perspectives culturelles, in J. Jaubert, N. Fourment et P. Depaepe (dir.), *Transitions, ruptures et continuités en Préhistoire, 2. Paléolithique et Mésolithique*, actes du 27<sup>e</sup> Congrès préhistorique de France (Bordeaux et Les Eyzies, 31 mai-5 juin 2010), Paris, Société préhistorique française, p. 463-485.
- PÉTILLON J.-M., AVERBOUH A. (2012) – Le travail du bois de renne dans les couches badegouliennes, in J. Clottes, J.-P. Giraud et P. Chalard (dir.), *Solutréen et Badegoulien au Cuzoul de Vers : des derniers chasseurs de rennes en Quercy*, Liège, université de Liège (ERAUL, 131), p. 359-386.
- PÉTILLON J.-M., AVERBOUH A. (2013) – L'industrie osseuse du Solutréen au Magdalénien moyen dans le Bassin parisien, in P. Bodu, L. Chehmana, L. Klaric, L. Mevel, S. Soriano et N. Teyssandier (dir.), *Le Paléolithique supérieur ancien de l'Europe du Nord-Ouest. Réflexions et synthèses à partir d'un projet collectif de recherche sur le Centre et le Sud du Bassin parisien*, actes du colloque (Sens, 15-18 avril 2009), Paris, Société préhistorique française (Mémoire, 56), p. 143-157.
- PÉTILLON J.-M., DUCASSE S. (2012) – From Flakes to Grooves: A Technical Shift in Antlerworking During the Last Glacial Maximum in Southwest France, *Journal of Human Evolution*, 62, 4, p. 435-465.
- RÉMY D. (2013) – *Caractérisation techno-économique d'industries en bois de cervidés du Badegoulien et du Magdalénien : le cas du Rond-du-Barry (Haute-Loire) et de Roche-reuil (Dordogne)*, thèse de doctorat, université Montpellier 3 – Paul-Valéry, 358 p.
- RIGAUD A. (1990) – *Fabrication expérimentale d'une sagaie du Paléolithique supérieur*, video éducative du musée d'Argentomagus, FVT, Argenton-sur-Creuse, <https://www.youtube.com/watch?v=QKgmC68GE94> [en ligne].
- RIGAUD A. (2004) – Débitage du bois de renne dans les couches badegouliennes de l'abri Fritsch (Indre, France), in D. Ramseier (dir.), *Matières et techniques*, Paris, Société préhistorique française (Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique : Cahier XI), p. 75-78.
- RIGAUD A. (2007) – Langue de bois... de renne. Observations artisanales et technologiques sur certains termes relatifs au travail du bois de renne et des matières dures animales, in R. Desbrosse et A. Thévenin (dir.), *Arts et cultures de la Préhistoire : hommages à Henri Delporte*, Paris, CTHS (Documents préhistoriques, 24), p. 275-301.

**Romain MALGARINI**  
 UMR 7041 ArScAn,  
 Ethnologie préhistorique  
 MAE, 21, allée de l'Université  
 F-92023 Nanterre cedex  
 romain.malgarini@gmail.com

**Pierre BODU**  
 UMR 7041 ArScAn,  
 Ethnologie préhistorique  
 MAE, 21, allée de l'Université  
 F-92023 Nanterre cedex  
 pierre.bodu@cnrs.fr





« À coup d'éclats ! »

*La fracturation des matières osseuses en Préhistoire :*

*discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*

Actes de la séance de la Société préhistorique française de Paris (25 avril 2017)

Textes publiés sous la direction de Marianne CHRISTENSEN et Nejma GOUTAS

Paris, Société préhistorique française, 2018

(Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 213-230

www.prehistoire.org

ISSN : 2263-3847 – ISBN : 2-913745-74-1

# Techniques de fracture pour la production de supports en bois de cervidé au Magdalénien moyen et supérieur (19-14 ka cal. BP)

## Premier inventaire et perspectives

Alexandre LEFEBVRE et Jean-Marc PÉTILLON

**Résumé :** Au Magdalénien moyen et supérieur (19-14 ka cal. BP), l'usage du double rainurage longitudinal est privilégié pour la production de supports en bois de cervidé. Mais à la suite de découvertes faisant état de débitage par fracturation au cours du Dernier Maximum Glaciaire en Europe de l'Ouest (Solutréen, Badegoulien), nous nous interrogeons ici sur l'éventualité d'une perdurance des techniques de fracture au Magdalénien. Ce premier inventaire, fondé sur des études directes de collections et sur des sources bibliographiques, montre que neuf séries localisées du nord du Bassin aquitain au Pays valencien, attribuées au Magdalénien moyen-supérieur, en ont livré des témoins (Bourrouilla US2007 CC – ou E – et F, Isturitz I/F1, Enlène SF, Bora Gran, Cendres, Rochereil 2, Peyrazet 4-5, Murat V/Vn/VI). Avec des effectifs souvent faibles, les débitages par fracturation sont marginaux vis-à-vis des débitages dominants réalisés par rainurage. Seules les séries de Cendres et de la Bora Gran (à ce jour la plus importante numériquement pour le Magdalénien) dérogent à ce constat. Deux méthodes de débitage ont pu être proposées : la réduction progressive du bloc par enlèvements successifs d'éclats (Isturitz I/F1, Peyrazet 4-5, et peut-être Bora Gran) et la partition parfois réalisée sur enclume (Bora Gran, Isturitz I/F1). L'objectif de ces débitages est la production d'éclats baguettaires strictement plats à Bora Gran et en semi-volume à Isturitz I/F1 et Peyrazet 4-5. Bien qu'il soit difficile d'intégrer ces éléments au sein d'un système techno-économique cohérent, les quelques objets finis issus d'un débitage par fracturation (Isturitz I/F1, Peyrazet 4-5 et peut-être aussi Murat V/Vn/VI) livrent une première piste de réflexion qui rapproche ces débitages de la production d'un outillage peu façonné (outils intermédiaires, compresseurs).

**Mots-clés :** Paléolithique récent, Magdalénien, technologie du bois de cervidé, débitage par fracturation, percussion.

**Abstract:** The exclusive use of fracturing techniques is well established in the antler industries of numerous Upper Palaeolithic cultures (Aurignacian, Gravettian, Solutrean, Badegoulian). During the Magdalenian period (21–14 ka cal. BP) antler blanks production seems to be fully dominated by the double groove procedure (DGP). However, there are indications suggesting that fracturing techniques did not completely disappear. Recent discoveries of debitage by fracturing during the Last Glacial Maximum in South-Western Europe (Solutrean, Badegoulian) have prompted us to question here the possible persistence of fracturing techniques during the Magdalenian. Based on both first-hand studies of assemblages and a survey of bibliographic sources, this initial inventory shows that nine assemblages from the northern part of the Aquitaine Basin up to Valencia, attributed to the Middle and Upper Magdalenian (19–14 ka cal. BP), yielded traces of debitage by fracturing (Bourrouilla US2007 CC—or E—and F, Isturitz I/F1, Enlène SF, Bora Gran, Cendres, Rochereil 2, Peyrazet 4-5, Murat V/Vn/VI). With generally few occurrences per assemblage, debitage by fracturing remains a limited phenomenon compared to the dominant debitage produced by grooving. Only the assemblages from Cendres and Bora Gran, located on the Mediterranean Iberian coast (the latter being the most significant for this period), do not follow this pattern. Two operational schemes have been proposed: the progressive reduction of a block by successive flake removal (Isturitz I/F1, Peyrazet 4-5 and perhaps Bora Gran) and splitting sometimes carried out on an anvil (Bora Gran, Isturitz I/F1). Despite the difficulty of incorporating these elements into a consistent techno-economic system, the few finished objects identified that were manufactured by fracturing (Isturitz I/F1, Peyrazet 4-5 and possibly Murat V/Vn/VI) provide insights into the co-occurrence of these types of debitage with the production of a minimally shaped toolkit (wedges, pressure tools). Renewed interest over the last few years in antler debitage by fracturing, which falls squarely within this session of the Société préhistorique française, sheds new light on the position of fracturing techniques which, ultimately, persist throughout the Upper Palaeolithic/Epipalaeolithic sequence in south-western Europe. The paradigm that tended to limit these

practices to distinct techno-complexes no longer fits the current state of research: fracturing techniques were an integral part of the technical system of Palaeolithic societies for nearly 30 millennia.

**Keywords:** Upper Paleolithic, Magdalenian, antler technology, debitage by fracturing, percussion.

**L'**EMPLOI EXCLUSIF de techniques de fracture (*sensu* Christensen, 2016) pour la fabrication des supports plats – de type éclat baguettier – et des supports intermédiaires – de type héli-tronçon – est désormais bien établi dans les industries en bois de cervidé de nombreuses cultures du Paléolithique récent : de l'Aurignacien (Knecht, 1991; Liolios, 1999; Tejero *et al.*, 2012; Tartar et White, 2013; Tartar, ce volume) au Badegoulien (Allain *et al.*, 1974; Averbouh et Pétillon, 2011; Pétillon et Averbouh, 2012; Pétillon et Ducasse, 2012; Rémy, 2013) en passant par le Solutréen (Baumann et Maury, 2013). Même au Gravettien, période marquée par l'apparition de la production de baguettes par double rainurage longitudinal (Goutas, 2009), cette dernière coexiste avec d'autres procédés d'obtention de supports impliquant le fendage et l'éclatement par percussion (Goutas, 2003; Goutas *et al.*, ce volume). En revanche, au Magdalénien, la production de supports plats et de supports intermédiaires apparaît totalement dominée par le procédé de double rainurage longitudinal. Dès le Magdalénien inférieur (21-19 ka cal. BP), dans le Sud-Ouest de la France, les quelques données disponibles sur la transformation du bois de cervidé documentent une prééminence de ce procédé (Pétillon *et al.*, 2008; Langlais *et al.*, 2010; Pétillon et Ducasse, 2012) – même si sa productivité reste faible : dans l'ensemble inférieur de Saint-Germain-la-Rivière, trois des cinq déchets de débitage pour lesquels il est possible d'estimer la productivité des blocs documentent l'extraction d'une unique baguette par perche. Au Magdalénien moyen et supérieur (19-14 ka cal. BP), des débitages à plus forte productivité, impliquant l'extraction de plusieurs baguettes par perche au moyen d'un rainurage longitudinal multiple, se généralisent (Averbouh, 2000; Pétillon, 2006 et 2016; Langley *et al.*, 2016; Lefebvre, 2016). Les « bases dentelées » (*sensu* Averbouh, 2000) sont les déchets caractéristiques de ce type de production : elles documentent l'exploitation périphérique des perches A2/B/C<sup>(1)</sup> (pour le renne) et des merrains A2/B (pour le cerf) afin d'extraire plusieurs baguettes par bloc (de deux à cinq en fonction du module du bois). Les débitages conduisant à l'extraction d'une unique baguette par double rainurage longitudinal ne sont toutefois pas totalement abandonnés, ils constituent même la principale méthode identifiée dans le Bassin parisien à la fin du Magdalénien supérieur à Verberie (Averbouh, 2010), ou encore dans les niveaux IV0 et IV20 de Pincevent (Averbouh, 2006 et 2014). Cependant, plusieurs indices suggèrent que cette prédominance du double rainurage au Magdalénien ne s'accompagne pas d'une disparition totale de la production de supports en bois de cervidé par des techniques de fracture. Nous présentons ici un premier inventaire de ces indices et de leurs contextes archéologiques de découverte. Cela nous

amènera à discuter de la place occupée par ces pratiques au sein du répertoire technique des dernières sociétés de chasseurs-cueilleurs glaciaires du Sud-Ouest de l'Europe, avant de replacer ces éléments dans une séquence évolutive plus longue.

## MATÉRIEL ET MÉTHODE

### Biais méthodologique : l'identification des stigmates

La transformation des matières osseuses par fracture, et plus particulièrement celle du bois de cervidé, est un domaine d'étude rendu complexe par l'identification des stigmates (Averbouh, 2000, p. 80) : en effet, un recouvrement est possible avec l'action d'agents taphonomiques qui peuvent dans certains cas conduire à l'éclatement des matières osseuses (piétinement, action de carnivores...). Ces difficultés nous ont conduits à écarter de notre corpus une série de pièces pour lesquelles il était délicat d'établir formellement l'origine anthropique des traces – en particulier en les distinguant des fractures post-dépositionnelles (Pétillon et Averbouh, 2012, p. 364) – et à ne conserver que celles pour lesquelles cette origine était selon nous indiscutable.

D'autre part, et ce malgré l'existence de plusieurs référentiels expérimentaux (Tejero *et al.*, 2012; Baumann et Maury, 2013; Tartar et White, 2013; Malgarini et Bodu, ce volume), il persiste une difficulté à faire correspondre de façon univoque stigmates de fracture et procédés techniques. En ce sens, la distinction entre éclatement par percussion surfacique (*sensu* Christensen, 2016) directe et indirecte, et plus généralement entre percussion, fendage et flexion peut s'avérer dans certains cas délicate. Quoi qu'il en soit, précisons que nous nous intéresserons dans les pages qui suivent uniquement à l'utilisation de techniques de fracture pour la production de supports (quand ces derniers ont pu être identifiés). Cela concerne principalement la percussion surfacique tel que ce terme a été défini par Marianne Christensen (Christensen, 2016). La percussion tranchante (*i. e.* entaillage) ne sera pas intégrée dans cette étude.

### Le corpus

Cet inventaire concerne essentiellement des séries d'industrie sur bois de cervidé du Sud-Ouest du continent européen datées entre 19 et 14 ka cal. BP ayant fait l'objet, si possible, d'analyses techno-économiques complètes. Le cadre géographique de cette étude se centre autour des Pyrénées, et présente pour marge septentrionale le

Nord du Bassin aquitain et pour limite méridionale le Pays valencien (fig. 1). Néanmoins, il nous arrivera ponctuellement de faire référence à d'autres régions (par ex. l'Est de la France). Dans un premier temps, cet inventaire concernera uniquement des séries consultées directement par nos soins, avant d'intégrer dans une partie suivante des données bibliographiques complémentaires.

Au total, neuf séries ont livré des traces de débitage par fracturation, pour un total minimum de 78 vestiges<sup>(2)</sup> (tabl. 1). Ces pièces vont être présentées en tenant compte de leurs contextes archéologiques respectifs. Nous utiliserons la nomenclature proposée par Nejma Goutas et Marianne Christensen (Goutas et Christensen, ce volume) sur la caractérisation des techniques de fracture et plus généralement sur les différentes méthodes de débitage.

## CAS D'ÉTUDE

### Bora Gran (Gérone, Espagne)

La grotte de la Bora Gran a été fouillée à plusieurs reprises entre la fin du XIX<sup>e</sup> siècle et la fin des années 1970 (Campeny Vall-Llosera, 2009). L'essentiel des séries mises

au jour proviennent des premières fouilles (Père Alsus et Édouard Harlé, Josep Bosoms) qui ont été conduites sans tenir compte de la stratigraphie du gisement.

Si l'équipement lithique et les datations (entre 16 et 15 ka cal. BP : Nadal *et al.*, 1997 et 2002) rapprochent le matériel du Magdalénien supérieur (Nadal *et al.*, 1997; Langlais, 2007), la présence dans l'industrie osseuse de quelques pointes à biseau simple associées à des baguettes demi-rondes de gabarit effilé, en de nombreux points similaires à celles de Gazel (système d'emmanchement sous la forme d'un biseau latéral, dimensions et gabarit, incisions d'adhérence sur la face inférieure) ou d'Enlène (rainure sur la face supérieure), auxquelles s'ajoute une possible pointe monobarbelée effilée, suggèrent néanmoins l'existence d'occupations plus anciennes attribuables au Magdalénien moyen (Rueda i Torres, 1987; Campeny Vall-Llosera, 2009; Lefebvre, 2016).

Sur les 353 vestiges d'industrie sur bois de cervidé identifiés à la Bora Gran, vingt-trois documentent une exploitation d'un ou de plusieurs bois de cerf par fracturation. Il s'agit de onze produits, quatre déchets de débitage et huit pièces indéterminées d'un point de vue technique (tabl. 2). Ces vestiges ont été retrouvés dans la faune des deux principales collections anciennes (Bosoms et Alsus-Harlé). Si tous les bacs de faune ont



**Fig. 1** – Répartition géographique des sites magdaléniens mentionnés dans le texte.  
**Fig. 1** – Geographical distribution of the Magdalenian sites mentioned in the text.



Site, niveau(x) archéologique(s)	Attribution chronoculturelle	Nombre pièces présentant des traces de percussion / Nombre total de vestiges réalisés sur bois de cervidé	Références bibliographiques
Bora Gran	Magdalénien moyen-supérieur	23/353	Lefebvre, 2016
Isturitz I/F1	Magdalénien supérieur	7/1034	Pétillon, 2006 ; Lefebvre, 2016
Peyrazet 4-5	Magdalénien supérieur	10/39	Pétillon, 2009
Murat V/Vn/VI	Magdalénien supérieur	10/35	Lefebvre, 2017
Cendres	Magdalénien supérieur final	14/313	Boraó Álvarez, 2012
Rochereil 2	Magdalénien supérieur	1/483	Rémy, 2013
Bourrouilla US2007CC ou E	Magdalénien supérieur	3	Chauvière, comm. pers.
Bourrouilla US2007F	Magdalénien moyen-supérieur ?	3	Chauvière, comm. pers.
Enlène Salle du Fond	Magdalénien moyen	6/± 800	Averbouh, 2000 ; Pétillon, obs. pers.
Farincourt	Magdalénien moyen	1	Pétillon et Averbouh, 2013
Troubat 10-8	Magdalénien supérieur	1(?)/112	Lefebvre, 2016
Santa Catalina 3	Magdalénien supérieur	1(?)/308	Lefebvre, 2016
Arlay	Magdalénien moyen	3?	Margarini, 2014, p. 422
La Croze	Magdalénien moyen	4?	Margarini, 2014, p. 422
Rigney	Magdalénien moyen	1?	Margarini, 2014, p. 423

**Tabl. 1** – Inventaire des vestiges issus d'un débitage par fracturation au Magdalénien moyen et supérieur dans le Sud-Ouest de l'Europe.

*Table 1* – Inventory of artefacts stemming from debitage by fracturing during the Middle and Upper Magdalenian in Southwestern Europe.

Technologie	Typologie	NR
Déchets	Éclats	4
Produits	Baguettes supposées	10
	Objet à extrémité distale mousse	1
Indéterminés		8
Total		23

**Tabl. 2** – Bora Gran : industrie en bois de cerf issue d'un débitage par fracturation.

*Table 2* – Bora Gran: red deer antler industry stemming from debitage by fracturing.

bien été inspectés, cet inventaire ne fut pas conduit de manière exhaustive : en effet, seules les pièces les plus diagnostiques ont été isolées. Il est donc très probable que d'autres vestiges (notamment ceux de plus petites dimensions) soient encore associés à la faune.

### Les déchets

Les éclats constituent la catégorie de déchets la plus représentée ( $n = 4$ ). Identifiés par leur forme générale subtriangulaire, ils correspondent à l'élément détaché par percussion (fig. 2, n<sup>os</sup> 1-4), et portent dans certains cas le négatif de l'enlèvement précédent (par ex. fig. 2, n<sup>o</sup> 1). Leur repositionnement sur le bloc de matière première n'est pas toujours possible ; seuls les exemplaires n<sup>os</sup> 1

et 2 peuvent être rapprochés d'un andouiller pour le premier, et de la jonction merrain B-empaumure d'un bois de gros module pour le second.

### Les produits

Identifiés par leur gabarit général plutôt rectiligne, dix éléments ont été rapprochés de possibles fragments d'éclats baguettaires. Ces supports présentent dans l'ensemble des calibres moyen-gros (largeurs comprises entre 14 et 35 mm et épaisseurs entre 8 et 13 mm) pour des sections hétérogènes (plano-convexe, concavo-convexe, quadrangulaire ou encore trapézoïdale). Sur les dix supports supposés (fig. 3), les deux seuls exemplaires considérés comme entiers font état de valeurs qui varient du simple au double (103 mm pour la pièce fig. 3, n<sup>o</sup> 9 ; 220 mm pour l'exemplaire fig. 3, n<sup>o</sup> 1).

Dans deux cas seulement l'emplacement des supports sur le bloc de matière première a pu être identifié (fig. 3, n<sup>os</sup> 1 et 2) : leur contour général rectiligne qui suit l'orientation des fibres osseuses les rapproche d'éléments de merrain. Par ailleurs, la pièce n<sup>o</sup> 1, qui présente des dimensions importantes (220 × 35 × 13 mm), est le seul vestige de la série à présenter à la fois des stigmates de percussion et de double rainurage (menant à l'extraction d'une baguette de 31 mm de largeur) qui relèvent de schémas opératoires manifestement distincts.

Si ces éclats baguettaires présentent tous des pans de fracture diagnostiques d'une percussion, les schémas



**Fig. 2** – Bora Gran : industrie sur bois de cerf documentant un débitage par fracturation. 1-4 : éclats; 5 et 6 : bipartites? (1, 3 et 6 : collection Bosoms; 2 : collection Alsius-Harlé). La flèche signale l'emplacement du point d'impact quand celui-ci a pu être identifié.  
**Fig. 2** – Bora Gran: red deer antler industry with traces of debitage by fracturing. 1 to 4: flakes; 5 and 6: bipartite pieces? (1, 3 and 6: Bosoms collection; 2: Alsius/Harlé collection). The arrow indicates the location of the impact mark when this latter could be identified.

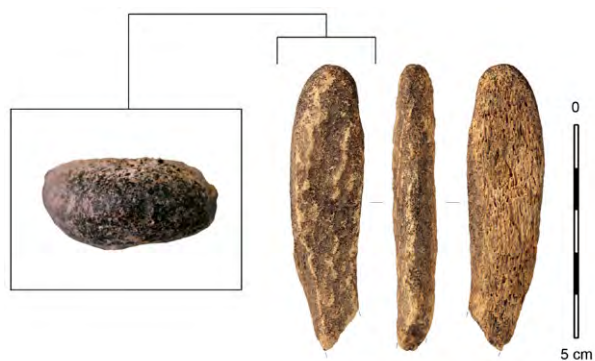
opérateurs mis en œuvre pour leur débitage restent difficiles à déterminer. Par exemple, la pièce n° 1 de la figure 3, avec des pans de fractures irréguliers sur chacun de ses bords et des dimensions importantes, nous paraît

incompatible avec un débitage par partition. Par élimination, nous serions tentés de la rapprocher d'un débitage par réduction progressive du bloc, et ce malgré l'absence de points d'impacts identifiés. Trois autres spécimens



**Fig. 3** – Bora Gran : éclats baguettaires supposés être débités par fracturation, bois de cerf (3-5, 7 et 9 : collection Bosoms ; 1-2, 6 et 8 : collection Alsius-Harlé).

*Fig. 3* – Bora Gran: rod-shaped blanks exhibiting traces stemming from debitage by fracturing, red deer antler (3 to 5, 7 and 9: Bosoms collection; 1 to 2, 6 and 8: Alsius-Harlé collection).



**Fig. 4** – Bora Gran : compresseur sur éclat baguettaire, bois de cerf, collection Bosoms ( $65 \times 17 \times 9$  mm; épaisseur de *compacta* = 7 mm).

**Fig. 4** – Bora Gran : pressure flaking tool, red deer antler; Bosoms collection ( $65 \times 17 \times 9$  mm; thickness of *compacta* = 7 mm).

seraient à l'inverse plutôt à rapprocher de bipartites issus d'un débitage par partition. Ces pièces (fig. 3, n<sup>os</sup> 7-8, la troisième n'est pas figurée) présentent un unique point d'impact identifié sur un bord (fig. 3, n<sup>os</sup> 7-8, détails) et des pans de fractures rectilignes plutôt diagnostiques d'une percussion perpendiculaire à l'axe du support. En revanche, il nous est impossible de statuer quant aux méthodes impliquées pour le débitage des six autres spécimens.

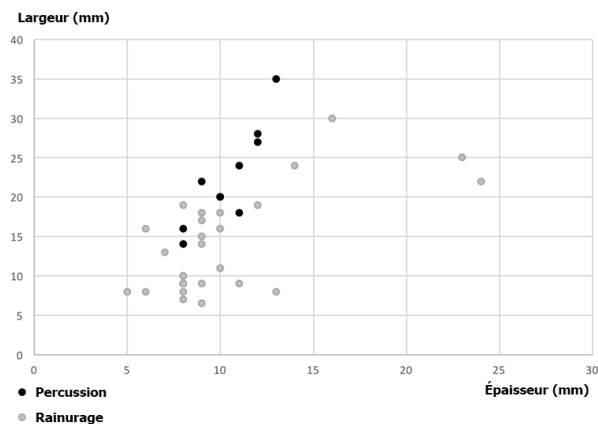
Le seul objet fini qui peut être intégré à un schéma d'exploitation du bois par fracturation est un objet sur baguette de moyen calibre qui présente un pan de fracture sur chacun de ses bords et une extrémité distale mousse (fig. 4). La présence de plages d'impressions au niveau de son extrémité active rapproche cet objet d'un compresseur.

Enfin, signalons que si huit pièces présentent au moins un pan de fracture, elles restent néanmoins indéterminées d'un point de vue technique (tabl. 2). Deux d'entre elles semblent documenter encore une fois un débitage par percussion perpendiculaire à l'axe du bloc (bipartites?), comme le suggèrent pour la première pièce la présence d'un point d'impact identifié sur un bord (fig. 2, n<sup>o</sup> 6) et pour la seconde pièce un profil général courbe (fig. 2, n<sup>o</sup> 5), a priori incompatible avec un débitage par fendage.

### Synthèse

À l'échelle du Magdalénien du Sud-Ouest de l'Europe, il s'agit à ce jour de la série d'industrie sur bois de cervidé comportant le plus grand nombre de pièces à pans de fracture dont certains peuvent être attribués à un procédé de débitage. En raison de la présence concomitante de déchets de débitage, de supports et au moins d'un objet fini, il s'agit, en outre, de la série la plus complète d'un point de vue technologique (tabl. 2).

Avec un nombre élevé d'éclats baguettaires produits par percussion par rapport à l'ensemble des supports plats en bois de cervidé identifiés dans la série ( $n = 10/39$ ), il semble que les débitages par fracturation ne doivent pas être considérés à la Bora Gran comme marginaux dans



**Fig. 5** – Bora Gran : étude comparée du calibre des supports plats débités par fracturation ( $n = 10$ ) et par rainurage ( $n = 29$ ), bois de cervidé (collections Alsius-Harlé et Bosoms).

**Fig. 5** – Bora Gran: comparative study of the sizes of the flat blanks exhibiting traces stemming from débitage by fracturing ( $n = 10$ ) and by grooving ( $n = 29$ ), cervid antler (Alsius/Harlé and Bosoms collections).

le système technique magdalénien. La comparaison du calibre des baguettes par méthode de débitage suggère que les supports débités par fracturation figurent parmi les spécimens les plus larges, alors que les baguettes extraites par double rainurage présentent des largeurs plus hétérogènes (fig. 5). Pour autant, il est difficile de savoir à quels types d'objets les différentes méthodes de débitage identifiées se rapportent, et ce d'autant plus que le façonnage poussé des objets finis a généralement conduit à effacer les stigmates de débitage. Quoi qu'il en soit, avec un quart des supports plats produits par percussion, il semble que les débitages par fracturation doivent être envisagés à la Bora Gran comme une pratique d'appoint, complémentaire du travail par rainurage, et ce même si les éléments techno-économiques ayant motivé leur emploi restent encore à déterminer. Enfin, si ces vingt-trois pièces témoignent d'un débitage autonome vis-à-vis du rainurage (c'est à dire conduit uniquement à l'aide de techniques de fracture), la baguette n<sup>o</sup> 1 illustrée en figure 3 suggère néanmoins qu'un même bloc de matière première a pu être travaillé au moyen de plusieurs procédés techniques différents (par ex. rainurage et percussion) selon un séquençage temporel des activités.

### Isturitz I/F1 (Pyrénées-Atlantiques, France)

Depuis une dizaine d'années, les niveaux magdaléniens d'Isturitz ont fait l'objet d'études approfondies visant à estimer leur homogénéité, d'une part à travers la répartition de certains objets en matière dure animale (Pétillon, 2004 et 2006), et d'autre part via des campagnes de datation directe réalisées sur faune, sur industrie osseuse et sur ossements humains (Szmids *et al.*, 2009; Henry-Gambier *et al.*, 2013; Barshay-Szmids *et al.*, 2016). Ces travaux ont permis de confirmer l'attribution de la couche I/F1, datée par AMS entre 16,3 et 14 ka cal. BP, au Magdalénien supérieur.

Une série de sept outils intermédiaires de gros calibre figure parmi les 1 034 pièces d'industrie sur bois de cervidé dénombrées dans la série (fig. 6). Ils sont aménagés sur des supports calibrés (longueurs comprises entre 101 et 126 mm, largeurs comprises entre 22 et 34 mm

et épaisseurs entre 12 et 28 mm), de type intermédiaire, voire en volume pour un exemplaire (non figuré). Leur gabarit général, leur épaisseur de compacta et leur section les rapprochent d'éléments de perche de bois de renne de moyen ou gros module. Leur façonnage se limite à la



**Fig. 6** – Isturitz, niveaux I/F1 : outils intermédiaires de gros calibre débités par fracturation, bois de renne, détails de la pièce 1. a : détail d'un point d'impact ; b : détail d'un contrecoup. Les flèches signalent l'emplacement des points d'impact quand ceux-ci ont pu être identifiés.

**Fig. 6** – Isturitz, levels I/F1 : large intermediate pieces exhibiting traces stemming from debitage by fracturing, reindeer antler, details of piece 1. a : detail of an impact mark ; detail of a counterblow. The arrows indicate the location of the impact marks when these latter could be identified.

mise en forme d'un biseau bifacial par raclage longitudinal. Dans quatre cas (fig. 6, n<sup>os</sup> 1, 3, 4 et 6), la présence de points d'impacts documente la mise en œuvre d'une percussion réalisée perpendiculairement à l'axe du support (fig. 6, détail a). En outre, la présence éventuelle de contrecoups pourrait suggérer dans deux cas (fig. 6, n<sup>o</sup> 1, détail b et n<sup>o</sup> 3) l'utilisation d'une enclume (voir entre autres Baumann et Maury, 2013 ; Baumann, 2014).

La pièce n<sup>o</sup> 1, avec ses quatre points d'impacts alignés le long d'un bord, témoigne d'un débitage ayant impliqué une succession de plusieurs coups. La percussion s'inscrit ici dans une logique de réduction progressive du bloc par enlèvement successif d'éclats (qui sont identifiés ici comme des déchets). En revanche, les pièces n<sup>os</sup> 3 et 4 (et peut-être aussi les n<sup>os</sup> 2 et 6) semblent plutôt relever d'une bipartition des blocs, comme en témoignent l'unique point d'impact identifié sur un bord et la rectitude de leurs pans de fracture.

En somme, étant donné l'absence de sillon de rainurage sur ces pièces, cette série documente un cas de figure singulier où la percussion fut utilisée pour produire une catégorie d'objets bien spécifique : des outils intermédiaires peu façonnés, aménagés sur support intermédiaire calibré (gros calibre).

### Enlène (Ariège, France)

Dans le Magdalénien moyen de la grotte d'Enlène, Aline Averbouh avait signalé la présence de plusieurs dizaines d'éclats se rapportant à différentes étapes du travail du bois de renne : ils « correspondent au simple éclat de percussion, à l'éclat (ou le fragment d'éclat) en languette ou encore au petit fragment provoqué par un éclatement mais témoignant souvent de la pratique d'une extraction par arrachement » (Averbouh, 2000, p. 200 et fig. 127 ; voir aussi Averbouh *et al.*, 1999, p. 296 et fig. 8). En 2011 et en 2014, nous avons effectué une rapide vérification sur ce matériel. Ce diagnostic prenait place dans le cadre du programme collectif de recherche « Du Solutréen au Magdalénien » (Ducasse et Renard, 2015) et avait pour but d'identifier, dans l'industrie osseuse d'Enlène, d'éventuels indices de Badegoulien – culture archéologique dont la présence est attestée dans la couche C4 du secteur « Enlène diverticule gauche » (EDG), d'après certains caractères de l'industrie lithique (Clottes, 1989, p. 282-283 ; Foucher, 2004 ; Ducasse *et al.*, 2015).

En tout, nous avons isolé six éclats de bois de renne de gros module, sans traces de façonnage par raclage ni de débitage par double rainurage, provenant de la perche (fig. 7). Au moins trois d'entre eux présentent, sur le bord, des points d'impact très nets (fig. 7, n<sup>os</sup> 3 et 4 ; troisième pièce non figurée) indiquant une percussion perpendiculaire à l'axe du bloc. Ce petit ensemble témoigne donc du travail par percussion de plusieurs éléments de perche ; les éclats obtenus sont manifestement des déchets car ils ne correspondent pas aux supports utilisés pour le façonnage de l'équipement en bois de renne. Leur faible nombre et l'absence de remontages ne permettent pas de les replacer au sein d'un schéma opératoire précis. Aucun

de ces six éclats ne provient de la couche EDG C4 : quatre sont dépourvus de provenance précise au sein de la grotte (série ELB), et les deux autres sont issus des fouilles des années 1980 dans la salle du Fond (série ESF), dont l'industrie lithique n'a pas livré d'éléments badegouliens (Ducasse *et al.*, 2015). En l'état actuel des données, c'est donc une attribution au Magdalénien moyen qui doit être privilégiée pour ces objets.

### Peyrazet couche 4-5 (Lot, France)

Fouillée de 2008 à 2015 sous la direction de Mathieu Langlais et Véronique Laroulandie, la grotte-abri de Peyrazet (Creyse, Lot) a livré une séquence stratigraphique couvrant Magdalénien supérieur, Azilien et Laborien (Langlais et Laroulandie, 2009 ; Langlais *et al.*, 2015). Dans la couche 4-5, qui est datée vers 15-14 ka cal. BP et qui constitue l'ensemble attribué au Magdalénien supérieur, ont été découvertes une quarantaine de pièces d'industrie en bois de cervidé dont neuf éclats de bois de renne et un fragment de bois portant un négatif d'éclat. Trois des éclats, issus de bois de gros module, restent isolés ; en revanche, les sept autres éléments ont pu faire l'objet de deux remontages.

Le premier (fig. 8) correspond au remontage d'un éclat sur un tronçon de bois de renne (perche de module moyen, ou andouiller de glace de gros module). Ce tronçon présentant une fracture en dents de scie à une de ses extrémités, en continuité immédiate avec le négatif d'éclat, l'enlèvement de ce dernier pourrait se rapporter à une simple opération d'élagage visant à sectionner grossièrement le bois. Le second remontage rassemble cinq éclats découverts à proximité les uns des autres (fig. 9). La séquence de débitage montre l'enlèvement d'environ la moitié de la circonférence d'un tronçon issu de la perche d'un bois de renne de module moyen ou gros (tissu compact épais de 6 mm). Ces éclats sont ici des déchets, l'objectif du débitage étant de dégager un support de gros calibre, de section plano-convexe, correspondant à la partie manquante du tronçon – soit un support intermédiaire sur héli-tronçon, d'une largeur de 25 mm environ.

### Murat V/Vn/VI (Lot, France)

À une vingtaine de kilomètres de la grotte de Peyrazet se trouve l'abri Murat. Le site fut fouillé par le chanoine Amédée Lemozi en 1919 et 1922 (Lemozi, 1924), puis en 1938-1939 (fouilles inédites), avant que Michel Lorblanchet reprenne les fouilles dans les années 1980 et précise la stratigraphie (Lorblanchet, 1986 et 1989). Dans la zone centrale de l'abri, il met au jour une stratigraphie du Tardiglaciaire avec de l'Azilien récent (niveaux I-III), un Azilien ancien (niveau IV) et du Magdalénien supérieur (niveau V). La poursuite de la fouille dans ce secteur, au sein du chantier dit « inférieur », permet de confirmer la présence du Magdalénien supérieur (niveaux Vn et VI). La séquence magdalénienne dans son ensemble (niveaux V/Vn/VI) se situe entre 15,7 et 14,3 ka cal. BP (Langlais *et al.*, 2012), soit



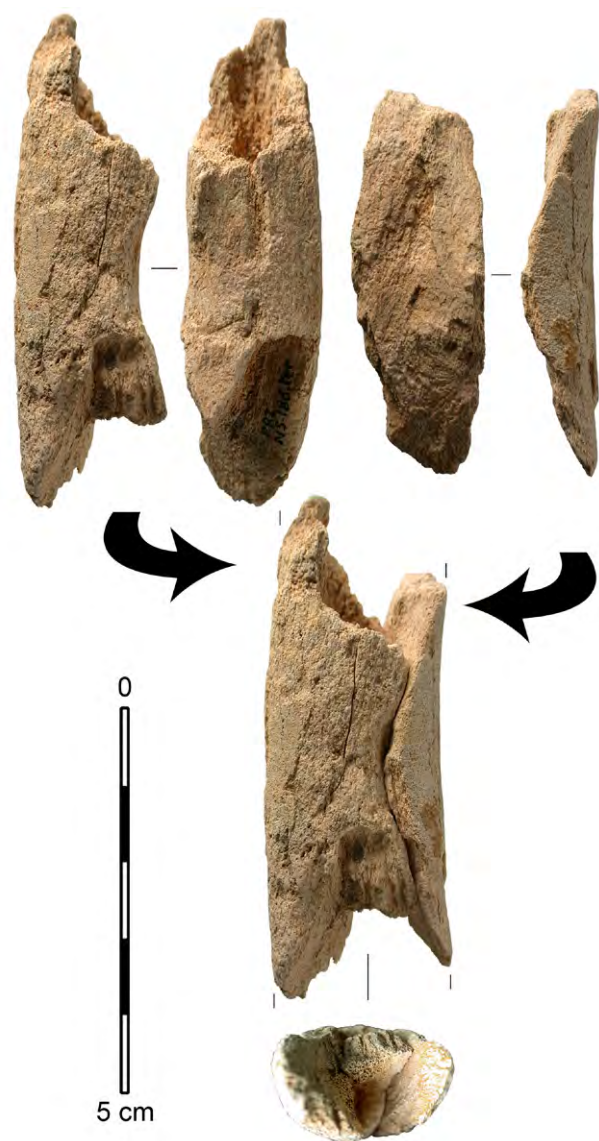
**Fig. 7** – Enlène : éclats de bois de renne. 1, 2, 4 et 5 : série ELB ; 3 : ESF 1987 57f 1003. Les flèches signalent l'emplacement des points d'impact quand ceux-ci ont pu être identifiés.

**Fig. 7** – Enlène: reindeer antler flakes. 1, 2, 4 and 5: ELB collection; 3: ESF 1987 57f 1003. The arrows indicate the location of the impact marks when these latter could be identified.

à la fin du Magdalénien supérieur. Une reprise d'étude de la collection Lorblanchet actuellement en cours (Mathieu Langlais et Sandrine Costamagno, coord.) a permis de « financer des dates  $^{14}\text{C}$  montrant une excel-

lente cohérence stratigraphique du gisement » (Langlais et Costamagno, 2017, p. 15).

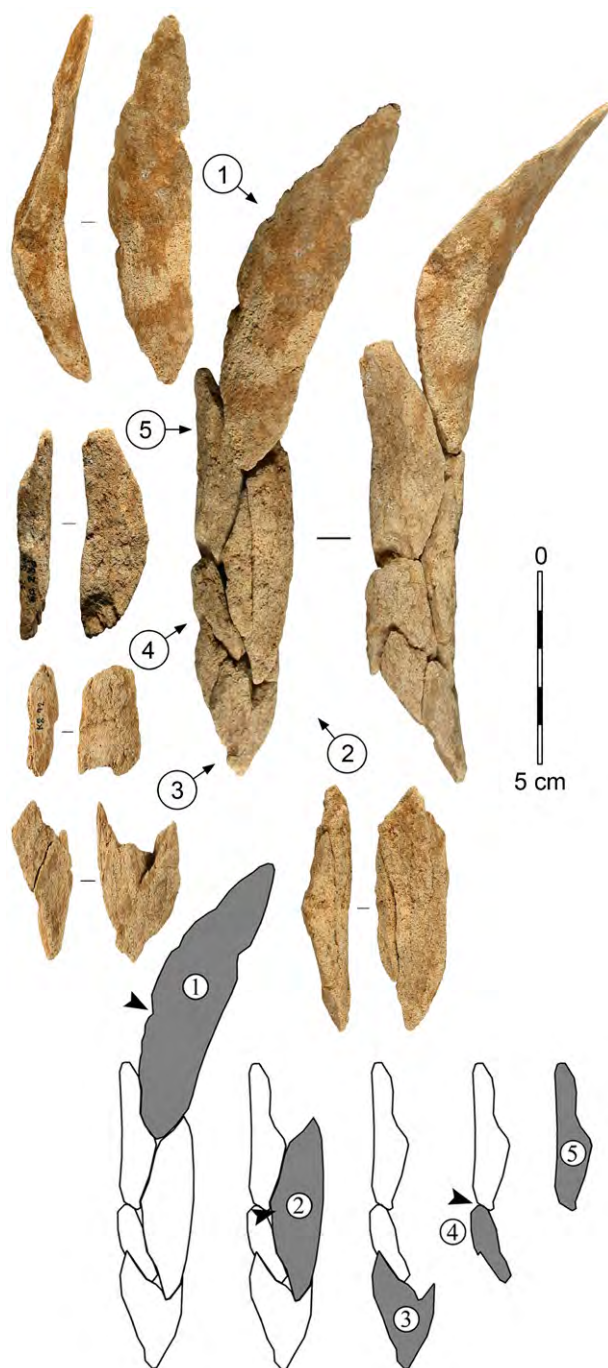
Parmi les trente-cinq éléments en bois de renne travaillés issus des niveaux V/Vn/VI (collection



**Fig. 8** – Peyrazet, couche 4 : remontage entre un tronçon de bois de renne (PRZ11 N5c 186 terr) et un éclat (PRZ12 N5c 228 c4).  
**Fig. 8** – Peyrazet, level 4 : refitting of a reindeer beam antler section (PRZ11 N5c 186 terr) and a flake (PRZ12 N5c 228 c4).

Lorblanchet) figurent dix pièces qui renvoient à un débitage par fracturation (Lefebvre, 2017); sept d'entre elles sont issues du niveau VI et deux du niveau V (la dernière est d'attribution indéterminée entre les deux niveaux).

Identifiés par leur contour général presque triangulaire, par la présence d'un pan de fracture sur la face inférieure responsable de leur détachement du bloc (auquel s'ajoute dans quatre cas un négatif de détachement supplémentaire sur la face supérieure), et par un point d'impact clairement visible dans deux cas (fig. 10, n<sup>os</sup> 2-3), sept éléments sont rapprochés d'éclats (dont fig. 10, n<sup>os</sup> 1-3). Ces pièces mesurent entre 10 et 27 mm de largeur et entre 23 et 62 mm de longueur. Leur repositionnement anatomique sur le bloc de matière première peut être proposé pour les trois spécimens de plus grande taille (fig. 10, n<sup>os</sup> 1-3) : leurs dimensions importantes, couplées à une section relativement aplatie, les rapprochent d'éléments

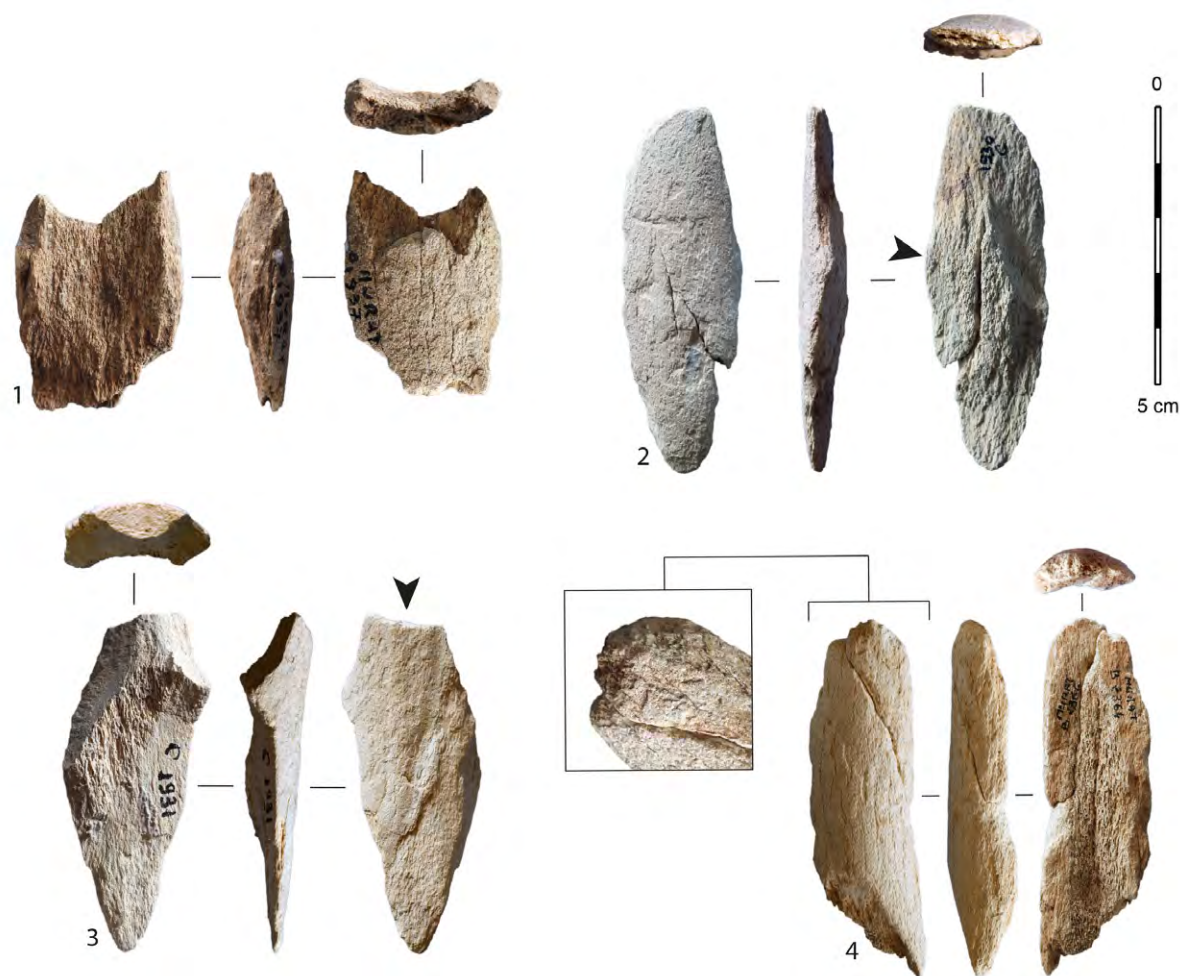


**Fig. 9** – Peyrazet, couche 4 : remontage de cinq éclats en bois de renne débités par percussion (PRZ09 K8 33, 36, 42, 91, 92). Le schéma indique l'ordre des enlèvements, les flèches signalant l'emplacement du point d'impact quand celui-ci a pu être identifié.

**Fig. 9** – Peyrazet, level 4 : refitting of five reindeer antler flakes struck by percussion (PRZ09 K8 33, 36, 42, 91, 92). The diagram shows the order of the removals, the arrows indicate the location of the impact marks when these latter could be identified.

de perche. Étant donné que l'épaisseur de tissu compact des bois de cervidé diminue en règle générale au fur et à mesure que l'on se rapproche de l'empaumure (Averbouh, 2000; Lefebvre, 2016), ces trois éclats renvoient





**Fig. 10** – Murat, collection Lorblanchet : industrie sur bois de renne issue d'un débitage par fracturation. 1-3 : éclats, les flèches indiquent la localisation des points d'impact lorsque ces derniers ont été identifiés (1 : couche VI ; 2 et 3 : couche V) ; 4 : compresseur sur éclat baguettaire ? (63 × 19 × 9 mm, couche VI).

**Fig. 10** – Murat, Lorblanchet collection: reindeer antler industry stemming from debitage by fracturing. 1 to 3: flakes, the arrows indicate the location of the impact marks when these latter could be identified (1: level VI; 2 et 3: level V); 4: pressure flaking tool? (63 × 19 × 9 mm, level VI).

manifestement au débitage de la perche d'un bois de renne de moyen-gros module sur la quasi-totalité de sa hauteur (épaisseurs de compacta comprises entre 3,5 et 6 mm). Pour autant, la présence d'un déchet dont les bords sont convergents suggère que des éléments de bois périphériques (andouillers, épois) ont également dû faire l'objet de ce type de débitage.

Parmi ces dix pièces, seul un élément peut être rapproché d'un produit. Il s'agit d'un support intermédiaire – de type éclat baguettaire – allongé dont les bords, légèrement convergents, portent chacun un pan de fracture (fig. 10, n° 4). La présence d'un négatif d'enlèvement supplémentaire, localisé sur sa face supérieure, confirme l'implication de techniques de fracture pour son débitage. La question de son éventuel façonnage n'est, en revanche, pas tranchée. En effet, ses surfaces osseuses sont trop altérées pour déterminer si son extrémité distale, dont le contour est certes arrondi, a réellement fait l'objet d'un aménagement par raclage. Dans le même ordre d'idées, il est délicat de déterminer si les micro-écrasements et

fissures qui oblitèrent son extrémité distale sont d'origine post-dépositionnelle ou anthropique (voir détails). Si tel était le cas, il s'agirait alors d'un objet peu façonné à extrémité distale mousse (compresseur?).

### DONNÉES BIBLIOGRAPHIQUES COMPLÉMENTAIRES

**D'** autres auteurs ont déjà fait mention d'éléments en bois de cervidé débités par fracturation dans des séries magdaléniennes du Sud-Ouest de l'Europe.

Maria Boraó Álvarez publie en 2012 une étude de l'industrie en matières dures d'origine animale du Magdalénien supérieur-final de la grotte de Cendres (Alicante, Espagne). L'auteur ne précise pas la provenance stratigraphique exacte de la série, mais lui associe une date (13320 ± 170 BP) qui la rapproche selon toute vraisemblance du niveau X (Villaverde *et al.*, 2010). Plusieurs

éléments suggèrent l'utilisation de la percussion pour le débitage du bois de cerf. C'est le cas de douze déchets en forme d'éclats, dont deux sont illustrés (Boraó Álvarez, 2012, fig. 6, n° 2, p. 23). Selon l'auteur : « son resultado de un levantamiento de materia por medio de una percusión directa o indirecta, correspondiéndose con el positivo del levantamiento y en la mitad de los casos, seguidas por la flexión »<sup>(3)</sup> (Boraó Álvarez, 2012, p. 24). Si la série ne livre aucun support baguettaire débité par percussion (ils ont tous été extraits par double rainurage longitudinal), en revanche, cette technique fut vraisemblablement employée dans le cadre de la bipartition d'éléments d'andouiller (Boraó Álvarez, 2012, fig. 6, n° 1, en bas) et de merrain (Boraó Álvarez, 2012, fig. 5, n° 4). Ainsi, sur la base des éléments publiés, parmi les 313 vestiges d'industrie sur bois de cervidé présents dans la série, quatorze témoignent d'un débitage par percussion. Précisons qu'il s'agit là d'une estimation minimale car comme le précise l'auteur : « en muchos restos de fabricación de este tipo [sur-andouiller et merrain] la explotación transversal va seguida de la explotación longitudinal por bipartición longitudinal mediante el procedimiento del hendido con cuña y la flexión, o bien mediante el doble ranurado »<sup>(4)</sup> (Boraó Álvarez, 2012, p. 22).

Au Bourrouilla (Arancou, Pyrénées-Atlantiques), six éléments en bois de cervidé (dont deux sont en bois de cerf et quatre en bois de renne) relèveraient d'un débitage par fracturation (François-Xavier Chauvière, comm. pers.). Ils proviennent pour moitié de l'US 2007CC ou E, attribuée au Magdalénien supérieur, et pour les trois autres de l'US 2007F dont l'attribution culturelle n'est pas encore définie (transition Magdalénien moyen-supérieur?).

Dans le niveau 2 de Rochereil (Grand-Brassac, Dordogne), qui est attribué au Magdalénien supérieur, un éclat triangulaire présente « sur ses bords des pans de fracture caractéristiques du débitage par percussion directe » (Rémy, 2013, p. 66) et porte de surcroît sur sa face supérieure un décor gravé dont la réalisation est antérieure au débitage (Rémy, 2013, fig. 8, p. 68).

Enfin, dans l'Est de la France, plusieurs séries attribuées au Magdalénien moyen ont livré des vestiges qui pourraient relever d'un débitage par fracturation : Arlay, la Croze, Rigney (Malgarini, 2014, p. 422-423) et Farincourt (Pétillon et Averbouh, 2013). Pour plus de précisions, nous renvoyons le lecteur vers l'article de Romain Malgarini et Pierre Bodu (Malgarini et Bodu, ce volume).

## PREMIER BILAN

### Bilan techno-économique

#### *Sélection de la matière première*

Le débitage par percussion concerne essentiellement le bois de renne dans le Sud-Ouest français et le bois de cerf dans la péninsule Ibérique. Ce choix n'appelle pas

de commentaire particulier, ces deux cervidés étant, dans les régions en question, à la fois les plus disponibles dans l'environnement et les plus utilisés pour l'équipement en bois de cervidé (Lefebvre, 2016).

Nous avons relevé les épaisseurs de tissu compact par espèce des différents vestiges débités par fracturation (pour plus de détails sur la question des modules voir notamment Averbouh, 2000, p. 99; Goutas, 2004, p. 69-71; Pétillon, 2006, p. 176-177; Lefebvre, 2016, p. 45) :

– L'épaisseur de tissu compact mesurée sur 17 des 43 vestiges en bois de cerf portant des traces de percussion est comprise entre 3,5 et 7 mm pour une moyenne de  $5 \pm 1$  mm, ce qui est plutôt compatible avec des bois de moyen ou gros module.

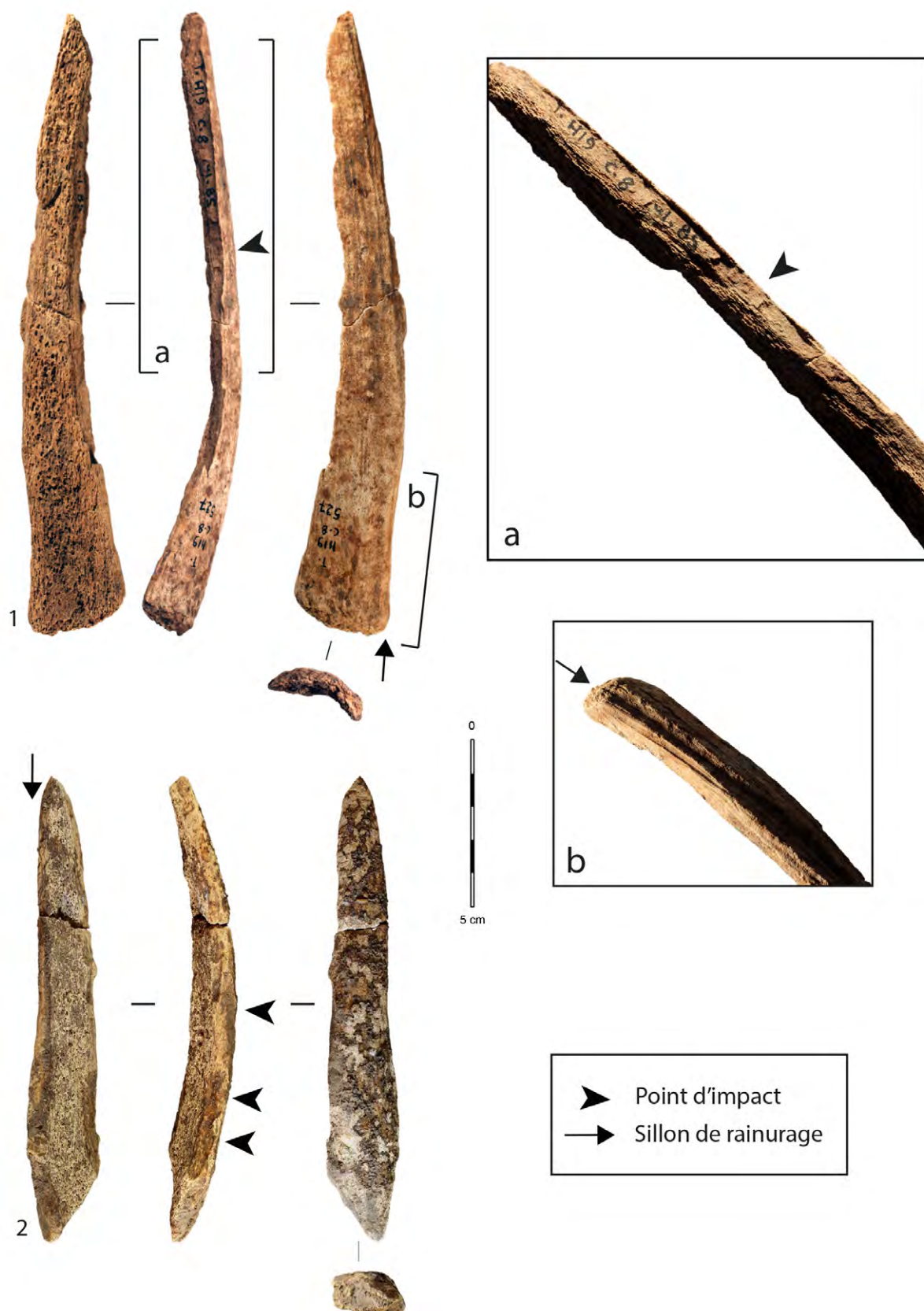
– Pour le bois de renne, l'épaisseur de tissu compact mesurée à partir de 22 des 33 vestiges<sup>(5)</sup> portant des traces de percussion est comprise entre 3 et 7,5 mm pour une moyenne de  $5,5 \pm 1,5$  mm qui est également indicateur de bois de moyen-gros module.

Les bois travaillés par fracturation sont donc de module moyen et gros, tandis que les plus petits modules ne sont pas attestés dans notre corpus.

#### *Les schémas opératoires d'exploitation du bois de cervidé par fracturation*

Au regard des référentiels expérimentaux qui ont été produits ces dernières années (Tejero *et al.*, 2012; Baumann et Maury, 2013; Tartar et White, 2013; Malgarini et Bodu, ce volume), le travail du bois de cervidé par percussion au Magdalénien semble relever essentiellement de deux schémas opératoires de production : d'une part le débitage par réduction progressive du bloc via un enlèvement successif d'éclats (Isturitz I/F1, Peyrazet 4-5, et peut-être Bora Gran), comme cela a pu être caractérisé pour le Badegoulien (Averbouh et Pétillon, 2011; Pétillon et Averbouh, 2012; Pétillon et Ducasse, 2012), et d'autre part le débitage par partition (Bora Gran, Isturitz I/F1), peut-être réalisé en partie sur enclume, comme cela a été identifié au Solutréen (Baumann et Maury, 2013). Cette dernière méthode de débitage ne produisant pas de déchet diagnostique, il se pourrait qu'elle soit sous-identifiée dans les séries magdaléniennes.

Un troisième cas de figure n'a pas encore été abordé jusqu'ici : l'utilisation concomitante de techniques de rainurage et de percussion pour le débitage de supports baguettes. Ce type d'association a été identifié au Gravettien récent et final sous la forme d'un rainurage-fendage dans lequel le rainurage sert à initier l'ouverture du bloc afin de faciliter et guider la percussion (Goutas, 2003). Deux baguettes, issues respectivement du niveau 8 de la grotte de Troubat (fig. 11, n° 1) et de la couche 3 de Santa Catalina (fig. 11, n° 2), pourraient se rapprocher de ce procédé technique (Lefebvre, 2016, p. 83-85 et p. 189-190). Elles présentent dans les deux cas un pan de rainurage plus ou moins long associé à des pans de fracture. Néanmoins, ces éléments apparaissent



**Fig. 11** – Supports-baguettes issus d'un débitage associant rainurage et percussion. 1 : Troubat, couche 8 ; 2 : Santa Catalina, couche 3 (Magdalénien supérieur).

**Fig. 11** – Flat rod-shaped blanks stemming from debitage associating grooving and percussion techniques. 1 : Troubat, level 8 ; 2 : Santa Catalina, level 3 (Upper Magdalenian).

trop isolés pour être intégrés dans un système techno-économique.

Du point de vue de la finalité des productions, deux cas de figure peuvent être mis en évidence : le premier est une production de supports plats (de type éclats baguettaires), dont le cas le mieux documenté est la Bora Gran (auquel s'ajoute le possible compresseur de Murat), et le second est celui décrit à Isturitz I/F1 et à Peyrazet 4-5 où des supports de type intermédiaire ont été produits. Si nous restons encore assez démunis au moment d'intégrer ces éléments au sein de schémas techno-économiques cohérents, les quelques objets finis débités par percussion identifiés lors de cette étude permettent néanmoins de suivre une première piste de réflexion. En effet, les sept outils intermédiaires de gros calibre débités par percussion à Isturitz I/F1 (fig. 6), tout comme les compresseurs sur baguette retrouvés à l'unité à la Bora Gran (fig. 4) et peut-être à Murat V/Vn/VI (fig. 10, n° 4), n'ont fait l'objet que d'un façonnage limité. Nous sommes conscients que ce raisonnement peut être biaisé étant donné que seuls des éléments peu façonnés auront conservé les traces d'un débitage par fracturation. Cependant, il s'agit là d'une piste de réflexion dont on ne peut pas faire l'économie et qui aurait tendance à rapprocher ces débitages d'un outillage peu façonné.

### Répartition géographique et chronologique

Ce premier inventaire permet de constater que les débitages par fracturation ne sont pas l'expression d'une pratique isolée à l'échelle du territoire magdalénien puisque plusieurs régions culturelles majeures du Sud-Ouest de l'Europe sont concernées par ce phénomène (fig. 1) : le nord du Bassin aquitain (Peyrazet 4-5, Murat V/Vn/VI et Rochereil 2), la partie occidentale des Pyrénées (Isturitz I/F1, Bourrouilla US2007), la façade méditerranéenne ibérique (Bora Gran et Cendres), ou encore l'Est de la France (Farincourt et peut-être aussi Arlay, la Croze et Rigney). La relecture de certaines séries anciennes, tout comme la prise en compte des prochaines découvertes, devraient permettre à l'avenir de compléter cette carte de répartition.

D'un point de vue chronologique, malgré l'absence de datations directes, la multiplicité des indices relevés, qui plus est dans des séries parfois bien calées dans le temps, confirme que les phases moyenne (Enlène SF, Arlay, la Croze, Rigney et Farincourt) et supérieure (Isturitz I/F1, Bourrouilla US2007 CC ou E, Cendres, Peyrazet 4/5, Murat V/Vn/VI ou encore Rochereil 2) du Magdalénien sont concernées par ces débitages. L'hypothèse de mélanges avec le Badegoulien n'est pas plausible étant donné le contexte de découverte de ces pièces. En revanche, les indices restent très rares pour le Magdalénien inférieur (quelques pièces dans l'ensemble inférieur de Saint-Germain-la-Rivière : Pétilion et Ducasse, 2012, fig. 19). Il faut dire que peu de séries d'industrie osseuse archéologiquement homogènes sont disponibles pour cette première phase du Magdalénien (Pétilion et Ducasse, 2012).

### CONCLUSION : QUELLE PLACE POUR LES TECHNIQUES DE FRACTURE DANS L'ÉCONOMIE MAGDALÉNIENNE ?

Ce premier inventaire nous apprend que le répertoire technique magdalénien est plus riche que ce qui est généralement admis. À côté des débitages dominants réalisés par double rainurage longitudinal, les débitages par fracturation apparaissent comme un ensemble de procédés plus expédients utilisés pour fabriquer rapidement un outillage peu façonné.

Ainsi, compte tenu de l'abondance des éléments travaillés en bois de cervidé retrouvés dans les séries magdaléniennes (abondance qui est sans équivalent à l'échelle de la séquence Paléolithique récent-final) et de l'enrichissement que connaît la technologie de l'armement osseux (design des pointes de projectile, diversité des systèmes d'emmanchement, soin apporté à la réalisation de certains décors ; Pétilion, 2016), cette multiplicité des réponses techniques mises en œuvre pour la production de supports constitue un argument supplémentaire pour affirmer que le Magdalénien est l'un des techno-complexes pour lesquels l'investissement dans le traitement technique du bois de cervidé est le plus prononcé à l'échelle de la séquence considérée.

Il reste beaucoup à faire concernant la question des débitages par fracturation au Magdalénien et cet inventaire doit être considéré comme une première étape. Quoi qu'il en soit, le regain d'intérêt porté ces dernières années au débitage du bois de cervidé par fracturation, dans lequel s'inscrit pleinement cette séance de la Société préhistorique française, offre un nouvel éclairage quant à la place occupée par les techniques de fracture qui, en définitive, se maintiennent tout au long de la séquence Paléolithique récent-Épipaléolithique dans le Sud-Ouest de l'Europe. Le paradigme qui tendait à cantonner ces pratiques à certains techno-complexes ne correspond plus à l'état actuel de la recherche : les techniques de fracture font partie intégrante du répertoire technique des sociétés paléolithiques pendant près de trente millénaires, de l'Aurignacien (Tejero, *et al.*, 2012 ; Tartar, ce volume) jusqu'à l'Azilien (Seddas, 2013, p. 35), en passant par le Gravettien (Goutas *et al.*, ce volume), le Solutréen (Baumann et Maury, 2013 ; Baumann, 2014), le Badegoulien (Averbouh et Pétilion, 2011 ; Pétilion et Averbouh, 2012 ; Pétilion et Ducasse, 2012), et maintenant le Magdalénien (Margarini et Bodu, ce volume ; cette étude).

**Remerciements** : Nous remercions François-Xavier Chauvière pour nous avoir communiqué des données inédites sur l'industrie osseuse de Bourrouilla, ainsi que David Carbonnel et Marie-Claire Dawson pour l'aide à la traduction en anglais, et enfin Marianne Christensen et un second rapporteur anonyme pour leurs commentaires qui ont grandement contribué à améliorer la qualité du manuscrit.

## NOTES

- (1) La perche A et le merrain A sont subdivisés en deux parties (A1 et A2) situées respectivement en-deçà (A1) et au-delà (A2) de l'andouiller de glace pour le renne et du surandouiller pour le cerf.
- (2) Ce décompte n'intègre pas les pièces les plus douteuses (Arlay, la Croze, Rigney : Malgarini, 2013, p. 422 ; Troubat 10/8 et Santa Catalina 3 : cette étude).

- (3) « ... [Ils] sont le résultat d'un enlèvement de matière au moyen d'une percussion directe ou indirecte, ce qui correspond au positif de l'enlèvement, suivie, dans la moitié des cas, d'une flexion. »
- (4) « Pour beaucoup de déchets de fabrication de ce type (sur-andouiller et merrain) l'exploitation transversale prolonge l'exploitation longitudinale par bipartition longitudinale au moyen d'un procédé de fendage avec outil intermédiaire et flexion, ou au moyen du double rainurage. »
- (5) Les deux remontages de Peyrazet (fig. 8 et fig. 9) sont ici traités chacun comme un seul objet.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALLAIN J., FRITSCH R., RIGAUD A., TROTIGNON F. (1974) – Le débitage du bois de renne dans les niveaux à raclettes du Badegoulien de l'abri Fritsch et sa signification, in H. Camps-Fabrer (dir.), *Premier colloque international sur l'industrie de l'os dans la Préhistoire* (abbaye de Sénanque, 18-20 avril 1974), Aix-en-Provence, université de Provence, p. 67-71.
- AVERBOUH A. (2000) – *Technologie de la matière osseuse travaillée et implications paléolithiques : l'exemple des chaînes d'exploitation du bois de cervidé chez les Magdaléniens des Pyrénées*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 2 vol., 253 et 247 p.
- AVERBOUH A. (2006) – Le travail des matières osseuses : une activité marginale des occupants de l'unité T125, *Gallia Préhistoire*, 48, p. 83-89.
- AVERBOUH A. (2010) – Utilisation et transformation des matières osseuses au Buisson Campin (Verberie, Oise), in E. Zubrow, F. Audouze et J. Enloe (dir.), *The Magdalenian Household: Unraveling Domesticity*, New York, State University of New York Press, p. 77-90.
- AVERBOUH A. (2014) – Le travail des matières osseuses et les productions associées, in M. Julien et C. Karlin (dir.), *Un automne à Pincevent. Le campement magdalénien du niveau IV20*, Paris, Société préhistorique française (Mémoire, 57), p. 135-170.
- AVERBOUH A., BEGOUËN R., CLOTTES J. (1999) – Technique et économie de la taille du bois de cervidé chez les magdaléniens d'Enlène (Montesquieu-Avantès, Ariège) : vers l'identification d'un cycle saisonnier de production?, in M. Julien, A. Averbouh et D. Ramseyer (dir.), *Préhistoire d'os. Recueil d'études offert à H. Camps-Fabrer*, Aix-en-Provence, université de Provence, p. 289-318.
- AVERBOUH A., PÉTILLON J.-M. (2011) – Identification of 'Debitage by Fracturation' on Reindeer Antler: Case Study of the Badegoulian Levels at the Cuzoul de Vers (Lot, France), in J. Baron et B. Kufel-Diakowska (dir.), *Written in Bones, Studies on Technological and Social Contexts of Past Faunal Skeletal Remains*, actes des 7<sup>es</sup> Rencontres du Groupe de recherche sur le travail des matières osseuses (Wrocław, 7-11 septembre 2009), Wrocław, université de Wrocław, p. 41-52.
- BARSHAY-SZMIDT C., COSTAMAGNO S., HENRY-GAMBIER D., LAROUANDIE V., PÉTILLON J.-M., BOUDADI-MALLIGNE M., KUNTZ D., LANGLAIS M., MALLYE J.-B. (2016) – New Extensive Focused AMS <sup>14</sup>C Dating of the Middle and Upper Magdalenian of the Western Aquitaine/Pyrean Region of France (ca. 19-14 ky cal. BP). Proposing a New Model for its Chronological Phases and for the Timing of Occupation, *Quaternary International*, 414, p. 62-91.
- BAUMANN M. (2014) – *À l'ombre des feuilles de laurier, les équipements osseux solutréens du sud-ouest de la France : apports et limites des collections anciennes*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 593 p.
- BAUMANN M., MAURY S. (2013) – Ideas no Longer Written in Antler, *Journal of Archaeological Science*, 40, 1, p. 601-614.
- BORAO ÁLVAREZ M. (2012) – Estudio tecnológico de los útiles fabricados sobre materias duras animales en el Magdaleniense superior de la cova de Cendres (Teulada-Moraira, Alicante), *Saguntum*, 44, p. 17-37.
- CAMPENY VALL-LLOSERÀ G. (2009) – Anàlisi morfològica de les atzagaies de la Bora Gran d'en Carreras (Serinyà, Pla de l'Estany), *Recerca investigació*, p. 57-84.
- CLOTTES J. (1989) – Le Magdalénien des Pyrénées, in J.-P. Rigaud (dir.), *Le Magdalénien en Europe : la structuration du Magdalénien*, actes du colloque de l'UISPP (Mayence, 31 août-5 septembre 1987), Liège, université de Liège (ERAUL, 38), p. 281-360.
- CHRISTENSEN M. (2016) – *L'industrie osseuse des chasseurs-cueilleurs : le cas des nomades marins de Patagonie et Terre de Feu*, Punta Arenas, Universidad de Magallanes (Colección poblamiento humano de Fuego-Patagonia), 308 p.
- DUCASSE S., RENARD C. (2015) – *PCR SaM « Du Solutréen au Magdalénien » : changements dans l'organisation socio-économique des groupes humains entre 24 et 19 ka cal. BP*, rapport annuel de programme collectif de recherche, service régional de l'Archéologie de Midi-Pyrénées, Toulouse, 103 p.
- DUCASSE S., PÉTILLON J.-M., CHALARD P. (2015) – La grotte d'Enlène, secteurs EDG-EPS-ESF, in S. Ducasse et C. Renard (dir.), *PCR SaM « Du Solutréen au Magdalénien » : changements dans l'organisation socio-économique des groupes humains entre 24 et 19 ka cal. BP*, rapport annuel de programme collectif de recherche, service régional de l'Archéologie de Midi-Pyrénées, Toulouse, p. 41-54.
- FOUCHER P. (2004) – *Les industries lithiques du complexe Gravettien-Solutréen dans les Pyrénées. Techno-typologie et circulation des matières siliceuses de part et d'autre de*

- l'axe Pyrénées-Cantabres*, thèse de doctorat, université Toulouse 2 – Le Mirail, 3 vol., 647 p.
- GOUTAS N. (2003) – Identification de deux procédés de débitage inédits du bois de cervidés dans les niveaux gravettiens de Laugerie-Haute est et ouest, *Paléo*, 15, p. 255-262.
- GOUTAS N. (2004) – *Caractérisation et évolution du Gravettien en France par l'analyse techno-économique des industries en matières osseuses*, thèse de doctorat, université de Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 2 vol., 680 p.
- GOUTAS N. (2009) – Réflexions sur une innovation technique gravettienne importante : le double rainurage longitudinal, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 106, 3, p. 437-456.
- GOUTAS N., CHRISTENSEN M. avec la collaboration de TARTAR E., MALGARINI R., TEJERO J.-M., TREUILLOT J. (ce volume) – Extraction, partition, réduction ou fracturation ? De quoi parlons-nous ? Discussion sur la production de supports allongés (baguette, éclat baguettaire vs éclat), in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 55-97.
- GOUTAS N., BODU P., HINGUANT S., AVERBOUH A., CHRISTENSEN M. (ce volume) – La « production baguettaire » au Gravettien : étude de cas et discussions à partir de l'industrie en bois de cervidé de Laugerie-Haute (Dordogne, France), in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coups d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 117-158.
- HENRY-GAMBIER D., NORMAND C., PÉTILLON J.-M. (2013) – Datation radiocarbone directe et attribution culturelle des vestiges humains paléolithiques de la grotte d'Isturitz (Pyrénées-Atlantiques), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 110, 4, p. 645-656.
- KNECHT H. (1991) – *Technological Innovation and Design during the Early Upper Paleolithic: a Study of Organic Projectile Technologies*, thèse de doctorat, New York University, 729 p.
- LANGLAIS M. (2007) – *Dynamiques culturelles des sociétés magdaléniennes dans leurs cadres environnementaux. Enquête sur 7000 ans d'évolution de leurs industries lithiques entre Rhône et Èbre*, thèse de doctorat, université Toulouse 2 – Le Mirail, 552 p.
- LANGLAIS M., COSTAMAGNO S. (2017) – *L'abri Murat (Rocamadour, Lot) : réévaluation d'une séquence clé du Tardiglaciaire (fouilles M. Lorblanchet)*, rapport d'aide à la préparation à la publication, service régional de l'Archéologie d'Occitanie, Toulouse, 22 p.
- LANGLAIS M., COSTAMAGNO S., LAROULANDIE V., PÉTILLON J.-M., DISCAMPS E., MALLYE J.-B., COCHARD D., KUNTZ D. (2012) – The Evolution of Magdalenian Societies in South-West France between 18,000 and 14,000 cal. BP: Changing Environments, Changing Tool Kits, *Quaternary International*, 272-273, p. 138-149.
- LANGLAIS M., LAROULANDIE V. (2009) – Les fouilles de la grotte-abri de Peyrazet (Creysse, Lot) : nouvelles données pour le Tardiglaciaire quercinois, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 106, 1, p. 150-152.
- LANGLAIS M., LAROULANDIE V., JACQUIER J., COSTAMAGNO S., CHALARD P., MALLYE J.-B., PÉTILLON J.-M., RIGAUD S., ROYER A., SITZIA L., COCHARD D., DAYET L., FAT CHEUNG C., LE GALL O., QUEFFELEC A., LACRAMPE-CUYAUBÈRE F. (2015) – Le Laborien récent de la grotte-abri de Peyrazet (Creysse, Lot). Nouvelles données pour la fin du Tardiglaciaire en Quercy, *Paléo*, 26, p. 79-116.
- LANGLAIS M., PÉTILLON J.-M., BEAUNE S. A. de, CATELAIN P., CHAUVIÈRE F.-X., LETOURNEUX C., SZMIDT C., BELLIER C., BEUKENS R., DAVID F. (2010) – Une occupation de la fin du dernier maximum glaciaire dans les Pyrénées : le Magdalénien inférieur de la grotte des Scilles (Lespugue, Haute-Garonne), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 107, p. 5-51.
- LANGLEY M. C., PÉTILLON J.-M., CHRISTENSEN M. (2016) – Diversity and Evolution of Osseous Hunting Equipment during the Magdalenian (21,000–14,000 cal. BP), in M. C. Langley (dir.), *Osseous Projectile Weaponry: towards an Understanding of Pleistocene Cultural Variability*, Dordrecht, Springer (Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology series), p. 143-159.
- LEFEBVRE A. (2016) – *Les stratégies d'adaptation des sociétés pyrénéennes entre 19-14 ka cal. BP. Étude biométrique et techno-économique comparée sur l'exploitation du bois de cerf et du bois de renne autour des Pyrénées au Magdalénien moyen et supérieur*, thèse de doctorat, université de Bordeaux, p. 416.
- LEFEBVRE A. (2017) – L'industrie osseuse des niveaux magdaléniens (V, Vn et VI) de l'abri Murat, collection Lorblanchet, in M. Langlais et S. Costamagno (dir.), *L'abri Murat (Rocamadour, Lot) : réévaluation d'une séquence-clé du Tardiglaciaire (fouilles M. Lorblanchet)*, rapport d'aide à la préparation à la publication, service régional de l'Archéologie d'Occitanie, Toulouse, p. 45-57.
- LEMOZI A. (1924) – Fouilles dans l'abri sous-roche de Murat, commune de Rocamadour, Lot, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 21, p. 17-58.
- LIOLIOS D. (1999) – *Variabilité et caractéristiques du travail des matières osseuses au début de l'Aurignacien : approche technologique et économique*, thèse de doctorat, université Paris X, Nanterre, 360 p.
- LORBLANCHET M. (1986) – Premiers résultats de nouvelles recherches à l'abri Murat (Rocamadour, Lot), *Préhistoire quercinoise*, 2, p. 58-102.
- LORBLANCHET M. (1989) – Caractères originaux du Magdalénien du Quercy, in J.-P. Rigaud (dir.), *Le Magdalénien en Europe : la structuration du Magdalénien*, actes du colloque de l'UISPP (Mayence, 31 août-5 septembre 1987), Liège, Service de préhistoire de l'université de Liège (ERAUL, 38), p. 239-252.

- MALGARINI R. (2014) – *Les gisements magdaléniens dans le Jura et les Alpes du Nord et leurs industries osseuses*, thèse de doctorat, université de Franche-Comté, 2 vol., 486 p.
- MALGARINI R., BODU P. (ce volume) – Des tests expérimentaux aux cas archéologiques : le débitage par percussion du bois de renne au Magdalénien moyen dans l'Est de la France, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 187-211.
- NADAL J., ALBERT R. M., JUAN J. (1997) – Nuevas aportaciones arqueozoológicas y arqueobotánicas del yacimiento magdaleniense de la Bora Gran d'en Carreras (Serinyà, Pla de l'Estany), in J. M. Fullola et N. Soler (dir.), *El món mediterrani després del Pleniglacial (18.000-12.000 BP)*, Girone, Museu d'Arqueologia de Catalunya, p. 397-373.
- NADAL J., HARO DE S., MAROTO J. (2002) – Els grans mamífers del Plistocè superior, *Quaderns del Centre d'Estudis Comarcals de Banyoles*, 23, p. 155-180.
- PÉTILLON J.-M. (2004) – Lecture critique de la stratigraphie magdalénienne de la Grande Salle d'Isturitz (Pyrénées-Atlantiques), *Antiquités nationales*, 36, p. 105-131.
- PÉTILLON J.-M. (2006) – *Des Magdaléniens en armes. Technologie des armatures de projectile en bois de cervidé du Magdalénien supérieur de la grotte d'Isturitz (Pyrénées-atlantiques)*, Treignes, CEDARC (Artefacts, 10), 302 p.
- PÉTILLON J.-M. (2016) – Technological Evolution of Hunting Implements among Pleistocene Hunter-Gatherers: Osseous Projectile Points in the Middle and Upper Magdalenian (19-14 ka cal. BP), *Quaternary International*, 414, p. 100-126.
- PÉTILLON J.-M., AVERBOUH A. (2012) – Le travail du bois de renne dans les couches badegouliennes, in J. Clottes, J.-P. Giraud et P. Chalard (dir.), *Solutréen et Badegoulien au Cuzoul de Vers : des chasseurs de renne en Quercy*, Liège, université de Liège (ERAUL, 131), p. 359-386.
- PÉTILLON J.-M., AVERBOUH A. (2013) – L'industrie osseuse du Solutréen au Magdalénien moyen dans le Bassin parisien, in P. Bodu, L. Chehmana, L. Klaric, L. Mevel, S. Soriano et N. Teyssandier (dir.), *Le Paléolithique supérieur ancien de l'Europe du Nord-ouest (35000-15000 BP). Réflexions et synthèses à partir d'un projet collectif de recherche sur le Paléolithique supérieur ancien du Bassin parisien*, actes du colloque (Sens, 15-18 avril 2009), Paris, Société préhistorique française (Mémoire, 56), p. 143-157.
- PÉTILLON J.-M., DUCASSE S. (2012) – From Flakes to Grooves: a Technical Shift in Antlerworking during the Last Glacial Maximum in Southwest France, *Journal of Human Evolution*, 62, p. 435-465.
- PÉTILLON J.-M., LANGLAIS M., BEAUNE S. A. de, CHAUVIÈRE F.-X., LETOURNEUX C., SZMIDT C., BEUKENS R., DAVID F. (2008) – Le Magdalénien de la grotte des Scilles (Lespugue, Haute-Garonne) : premiers résultats de l'étude pluridisciplinaire de la collection Saint-Périer, *Antiquités nationales*, 39, p. 57-71.
- RÉMY D. (2013) – *Caractérisation techno-économique d'industries en bois de cervidés du Badegoulien et du Magdalénien : le cas du Rond-du-Barry (Haute-Loire) et de Roche-reuil (Dordogne)*, thèse de doctorat, université Montpellier 3 – Paul-Valéry, 358 p.
- RUEDA I TORRES J. M. (1987) – La indústria òssia del Paleolític Superior de Serinyà: Reclau Viver I Bora gran d'en Carreras, *Cypsela*, 6, p. 229-236.
- SEDDAS M. (2013) – *L'exploitation du bois de cerf à l'Azilien de la grotte de Pégourié (Caniac-du-Causse, Lot). Entre déchets et objets finis : témoins de déplacements programmés*, mémoire de master 2, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 57 p.
- SZMIDT C., PÉTILLON J.-M., CATTELAÏN P., NORMAND C., SCHWAB C. (2009) – Premières dates radiocarbone pour le Magdalénien d'Isturitz (Pyrénées-Atlantiques), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 106, 3, p. 583-601.
- TARTAR É. (ce volume) – La fracturation du bois de renne à l'Aurignacien : mise en évidence d'une nouvelle modalité de débitage impliquant la percussion directe, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 119-138.
- TARTAR É., WHITE R. (2013) – The Manufacture of Aurignacian Split-Based Points: an Experimental Challenge, *Journal of Archaeological Science*, 40, p. 2723-2745.
- TEJERO CÁCERES J. M., CHRISTENSEN M., BODU P. (2012) – Red Deer Antler Technology and Early Modern Humans in Southeast Europe: an Experimental Study, *Journal of Archaeological Science*, 39, 2, p. 332-346.
- VILLAVARDE V., ROMÁN D., MARTÍNEZ VALLE R., PÉREZ RIPOLL M., BADAL E., BERDAGÁ M., GUILLEM P. M., TORMO C. (2010) – El Paleolítico superior en el País Valencià: Novedades y perspectivas, in X. Mangado (dir.), *Jornadas Internacionales sobre el Paleolítico superior peninsular, Novedades del Siglo XXI*, actes du colloque international (Barcelone, 27-29 janvier 2010), Barcelone, SERP (Monografies del SERP, 8), p. 85-113.

**Alexandre LEFEBVRE**

UMR 5199 PACEA

Université de Bordeaux, bât. B8

Allée Geoffroy-Saint-Hilaire, CS 50023

F-33615 Pessac cedex

alexandrelefebvre24@gmail.com

**Jean-Marc PÉTILLON**

UMR 5608 TRACES

Université Toulouse – Jean-Jaurès,

Maison de la Recherche

5, allées Antonio-Machado

F-31058 Toulouse cedex 9

petillon@univ-tlse2.fr



« À coup d'éclats! »

*La fracturation des matières osseuses en Préhistoire :*

*discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*

Actes de la séance de la Société préhistorique française de Paris (25 avril 2017)

Textes publiés sous la direction de Marianne CHRISTENSEN et Nejma GOUTAS

Paris, Société préhistorique française, 2018

(Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 231-241

www.prehistoire.org

ISSN : 2263-3847 – ISBN : 2-913745-74-1

# Fracturation osseuse *lato sensu* et intégration des chaînes opératoires alimentaires et non alimentaires

## Quelques exemples du Magdalénien supérieur

Olivier BIGNON-LAU, Romain MALGARINI et Sacha BONZOM-CHAPELLE

**Résumé :** Cet article est dédié à l'intégration des chaînes opératoires alimentaires et non alimentaires au Magdalénien supérieur. Nous avons sélectionné quelques exemples de fracturation osseuse des métapodes des proies préférentielles de ces groupes humains, le cheval et le renne. Ce faisant, nous proposons le terme de techno-anatomie pour appréhender comment certaines parties squelettiques, en fonction de leur caractéristiques ou propriétés anatomiques, peuvent ou non être plus propices à un investissement technique particulier. La comparaison de modalités identifiées de fracturation contrôlée contraste avec l'absence de schéma technologique. Ces résultats aident ainsi à mettre en lumière comment peuvent s'imbriquer et se combiner les chaînes opératoires alimentaires et non alimentaires.

**Mots-clés :** fracturation, bipartition, débitage, métapode, cheval, renne, Magdalénien supérieur, approche techno-anatomique.

**Abstract:** This paper aims to highlight food-related and technical operational sequences during the Late Magdalenian. Several examples of bone breaking of metapodials stemming from the preferred game of these human groups, horse and reindeer, were selected. As a matter of fact, although the hunting strategies regularly focused on horse and reindeer, choices made in big game exploitation reveal differences amongst the regional assemblages of this cultural group. This comparison seems to be relevant since, in the strict registry of bone industry, there is a mature and large body of literature on reindeer exploitation compared to what is known about horses. Our goal is to report how technical operational sequences were embedded in the butchering process of each of the exploitation methods. By doing so, we propose to use the term techno-anatomy to describe how distinct parts of the skeleton—according to their anatomical characteristics or properties—, may be or may not be suitable to a particular technical investment.

First, we aim to describe the specificities of the exploitation of horse metapodials and its place in the Late Magdalenian bone industry, thus contributing to a better identification of their use during the Upper Paleolithic. With regard to horse metapodials two main types of exploitation were identified in Western and Central Europe; both of these aimed at a final transformation of these standardised rod-shaped blanks or splinters into bone needles.

On the one hand, debitage by extraction of horse metapodials was identified in the Pekárna site (Czech Republic) and described from a technological perspective by Martina Lázníčková-Galetová. This technical exploitation of metapodials is part of the butchering of horse carcasses as follows (fig. 1). Firstly, after the disarticulation of the limb bony parts, the complete metacarpals and metatarsals were recovered. Once the extraction of blanks from metapodials was considered as being completed by the Magdalenians, these raw material blocks were removed from the technical process as waste. They were then immediately reintroduced into the operational sequence of butchering because the metapodials still contained marrow and consumable fats in their medullary cavities. The Magdalenian people used direct percussion to extract marrow and fat, breaking up metapodials into several fragments. Such percussions are very frequently revealed by strong delineations of the fracture edge from a plantar or dorsal view, in most cases created by deep cones, potentially observed all along the diaphysis.

On the other hand, it was possible to identify debitage by extraction on bipartitioned metapodial diaphyses. This second type of exploitation aims to produce two blanks from each metapodial thanks to controlled longitudinal breaking: this debitage thus provides relatively standardised blanks, *i.e.* two halves of metapodials. The standardisation of such blanks is due to a systematic recurrence in the principles that guide the technical process (fig. 2). The first method consisted in dividing the blocks along the sagittal axis (a lateral-medial division occurs less frequently); sometimes the implementation of just the first principle leads to the desired halves; The second method, which is commonly observed, was the breaking off of the distal end, which separates the two diaphysal parts. Bipartition seems to be initiated first by a series of direct percussions (three or four on average), at rather regular intervals up to the proximal



two thirds of the horse metapodial. This second series of impacts most likely aimed to join the fractures initiated by direct percussion, and was obtained either by direct or indirect percussion, or by splitting. It should be noted that these technical operations result in two main categories of remains: longitudinal shaft fragments (intended blanks) and distal extremities (waste). This operational scheme was recognised for the Gönnersdorf site in Germany, and more recently found in the Paris basin, at the Tureau des Gardes 6 site (fig. 3 and fig. 4; Bignon, 2008).

After the fracturing of the metapodials the butchering operational sequence was completed. This aim of this latter was to extract the marrow and fat, and it was positioned between two strictly technical operational sequences. Once the marrow and fat had been extracted, the objective was then to intensively exploit the diaphysis from the long fragments even where they were at their thickest (fig. 3). The double grooving procedure was also used with an additional groove from the longitudinal fracture edge to help in the extraction of the blank. This sequence continued throughout the circumference of the metapodial and the thickness of the diaphysis to form a stepped profile (fig. 3 and 4).

At Pincevent, we searched for a *lato* or *stricto sensu* fracturing scheme on reindeer metapodials, since technical intentions had been demonstrated on these skeletal elements (in the 35-D110 unit, two reindeer metatarsal fragments yielded stigmata attesting to the groove and splinter technique for blank extraction; see Malgarini, 2010). Thus, we observed 157 fragments of metapodials distributed over all four units of level IV0 (V97, T125, D110 and M103; table 1).

Fragments of metapodials with impact marks stemming from diffuse direct percussion were found in the three main units (T125, D110 and V97). Fifty-one out of 157 pieces were found with anthropogenic fracture sections of which only 23 are clearly associated with percussion marks. However, the intensity of fracturing, the absence of finished objects on metapodials, and the absence of a recurring pattern of percussion, show that standardised diaphysal supports cannot be demonstrated.

The comparison of the identified methods of controlled technical breakage reveals a clear contrast with breaking without any technological pattern. These results illustrate how food-related and technical operational sequences were embedded and combined, as is the case for the exploitation of horse metapodials. In this last case, the repetition in debitage objectives raises questions because the extraction of small quantities of marrow and fat cannot justify such standardisation, since it affects more than nine out of ten metapodials. All the more so as access to these low-food intakes could be obtained by fracturing in multiple ways without necessarily following a single debitage pattern that was adopted across large areas in Western and Central Europe. Therefore, a motivation is observed here that does not seem to deal with strictly food-related objectives, but could encompass both food-related and technical purposes.

**Keywords:** breaking, bipartitioning, blank production, metapodial, horse, reindeer, Upper Magdalenian, techno-anatomical approach.

**A**VEC CE TRAVAIL, nous souhaitons aborder à l'aide de quelques exemples tirés du Magdalénien supérieur (notamment du Bassin parisien ; 13,5-12 ka BP) comment s'imbriquent les chaînes opératoires alimentaires et non alimentaires. La fracturation osseuse *lato sensu* est, pour ainsi dire, une ligne de crête très intéressante en la matière : elle se situe plutôt en aval de l'exploitation alimentaire, lorsque les tissus superficiels (peau, muscles, organes, tendons) ont été prélevés, mais clairement en amont de l'exploitation non alimentaire, c'est-à-dire technique. En ce sens, l'observation systématique de la fracturation en archéozoologie, pour la période et la région ici considérées, doit beaucoup aux travaux de Francine David (David, 1972) dans la monographie de la section 36 du niveau IV20 de Pincevent. Ces dernières années, les travaux sur ces problématiques se sont attachés à mieux caractériser le traitement des carcasses, notamment son degré d'intensité, comme un trait économique des chasseurs-cueilleurs paléolithiques (Soulier, 2013 ; Chevallier, 2015). D'autres travaux, dont ceux conduits dans le cadre du thème « Ressources animales » de l'équipe Ethnologie préhistorique (UMR 7041 ArScAn), auront, quant à eux, permis de souligner la diversité des réalités technoéconomiques qui se cachent derrière le mot « fracturation ». Ainsi, sous ce dernier, sont notamment rassemblées des modalités d'exploitation des blocs très différentes. Pour exemple, la percussion directe diffuse sur os – quand elle revêt un objectif exclusivement technique ou un objectif à la fois technique et alimentaire – n'induit pas nécessairement la production (intentionnelle ou pas) d'éclats de type conchoïdaux (fracturation *stricto*

*sensu*). Elle peut aussi intervenir dans un débitage par partition en demi ou en quart (Christensen et Goutas, ce volume ; Goutas et Christensen, ce volume), comme nous le verrons à travers différentes études de cas du Magdalénien supérieur.

### VERS UNE APPROCHE TECHNO-ANATOMIQUE DE L'EXPLOITATION ANIMALE

**L'**exploitation animale, qui intègre les domaines alimentaires et non alimentaires, est le siège d'enjeux qui mêle les dimensions économique, symbolique et technique. Il en résulte des choix et une sélection (en termes spécifique, anatomique, etc.) qui relèvent des aspirations d'ordre socioculturel dont ils portent le sceau. Dans cet essai, nous nous bornerons à aborder plus particulièrement la dimension technique afin d'éclairer comment la régularité de la fracturation *lato sensu* osseuse pourrait être interprétée comme un marqueur techno-anatomique. Cette notion de techno-anatomie renvoie aux caractéristiques extrinsèques des formes osseuses et aux propriétés ostéologiques des éléments squelettiques (liées aux tissus, os compact ou spongieux, bois, etc.) qui permettent et conditionnent la mise en œuvre d'objectifs techniques (l'usage préférentiel de méthodes, la recherche de certains produits finis). Par cette proposition terminologique, nous souhaitons souligner la volonté récurrente de sélectionner certains éléments squelettiques ou por-

tions de ceux-ci pour leurs caractéristiques ou propriétés anatomiques. Selon cette acception, ces marqueurs techno-anatomiques précèdent l'existence des marqueurs techno-économiques, qui émergent par la régularité des finalités techniques et économiques des entités culturelles (cf. Goutas et Christensen, ce volume).

C'est le principe fondamental de l'anatomie comparée de faire le constat que les vertébrés possèdent tous le même schéma initial d'organisation du squelette, véritable structure organique. Pour autant, les paramètres des organismes comme la taille, le poids ou la locomotion notamment (sans évoquer les interactions avec l'environnement) impliquent des variations osseuses, sélectionnées au cours de l'évolution. En conséquence, depuis le Paléolithique, la fracturation *lato sensu* des éléments osseux menée par les sociétés humaines lors de l'exploitation animale se confronte à cette dualité :

- sur un plan anatomique, chaque élément squelettique partage du point de vue interspécifique (selon son milieu de vie) un grand nombre de caractéristiques physiques (types et organisation des tissus osseux, formes - os longs, plats, etc.) ; ainsi, il est donc attendu que les modalités d'action des hommes aient pu avoir également un certain nombre de points communs ;

- sur le plan spécifique, chaque élément squelettique revêt des traits distinctifs en termes de dimensions, d'épaisseurs et de densité des tissus osseux ; de ce fait, une certaine diversité technique pourrait être attendue, en réponse aux caractéristiques physiques et mécaniques de la variabilité spécifique.

Afin de mettre en évidence l'éventuelle imbrication entre chaîne opératoire de boucherie et chaîne opératoire technique, nous devons avant tout identifier des schémas récurrents de fracturation *lato sensu* ou des modules de fragments récurrents. Nous illustrerons ce type de recherches, actuellement en cours, sur le même élément squelettique des deux principaux gibiers des Magdaléniens du Bassin parisien : les métapodes de chevaux et de renne. Les outils conceptuels qui ont été développés pour analyser ces pièces d'industrie osseuse se rapportent à l'approche technologique d'Aline Averbough et Noëlle Provenzano (Averbough et Provenzano, 1998-1999). D'emblée, nous soulignerons que ces débitages de métapodes intègrent pleinement les caractéristiques anatomiques de ces éléments, certainement très bien cernés par les Magdaléniens. Celles-ci sont notamment, l'épaisseur de la diaphyse, l'orientation des fibres osseuses dans le sens longitudinal leur conférant de bonnes propriétés mécaniques pour les objets recherchés.

### **FRACTURATION STRICTO SENSU OU BIPARTITION ? L'EMPLOI DE LA PERCUSSION DIRECTE DIFFUSE SUR MÉTAPODES DE CHEVAUX**

**L'**exploitation technique des métapodes de chevaux au Magdalénien supérieur s'est montrée plus

complexe qu'attendue (Bignon-Lau et Lázničkova-Galetová, 2016). Ce sont deux schémas opératoires visant à produire des baguettes qui ont pu être mis en évidence sur sept sites à l'échelle européenne. À côté d'un débitage de baguettes par extraction sur métapode entier, nous avons distingué un schéma de débitage par extraction mis en œuvre de manière récurrente sur hémi-métapodes (blocs secondaires bipartites). Dans les deux cas, l'objectif poursuivi est la réalisation d'aiguilles à chas relativement standardisées.

Le débitage par extraction sur métapodes entiers de cheval a été observé depuis longtemps à Pekárna (République tchèque), et décrit plus récemment sur le plan technologique pour la production des aiguilles (Lázničkova-Galetová, 2010). Des matrices d'extraction sont également observables sur le site de Wilczyce 10 en Pologne (Boroń, 2010) ou en Allemagne sur le site rhénan de Gönnersdorf (Street et Turner, 2013 ; Bignon-Lau et Lázničkova-Galetová, 2016). Les surfaces d'extraction des métapodes sont situées sur les faces dorsales, voire sur les parties latéro-dorsales de la diaphyse (fig. 1). Dans le but d'obtenir des baguettes très standardisées, un double rainurage longitudinal multiple (semi-périphérique) a été appliqué. Quant au détachement final de ces baguettes, il a été conduit par sciage et flexion, à chaque extrémité de l'os. Enfin, la phase de façonnage a été réalisée par raclage des bords et des faces des baguettes. La création du chas implique enfin un raclage rotatif. À Pekárna, si la longueur des aiguilles découvertes est sensiblement variable, allant de 5 à 15 cm, leur diamètre est très régulièrement de 0,5 cm (Lázničkova-Galetová, 2010). La longueur des négatifs d'extraction sur les matrices varie seulement entre 10 et 15 cm ; cette observation laisse penser que les différences de longueurs observées sont liées à des réaffutages successifs.

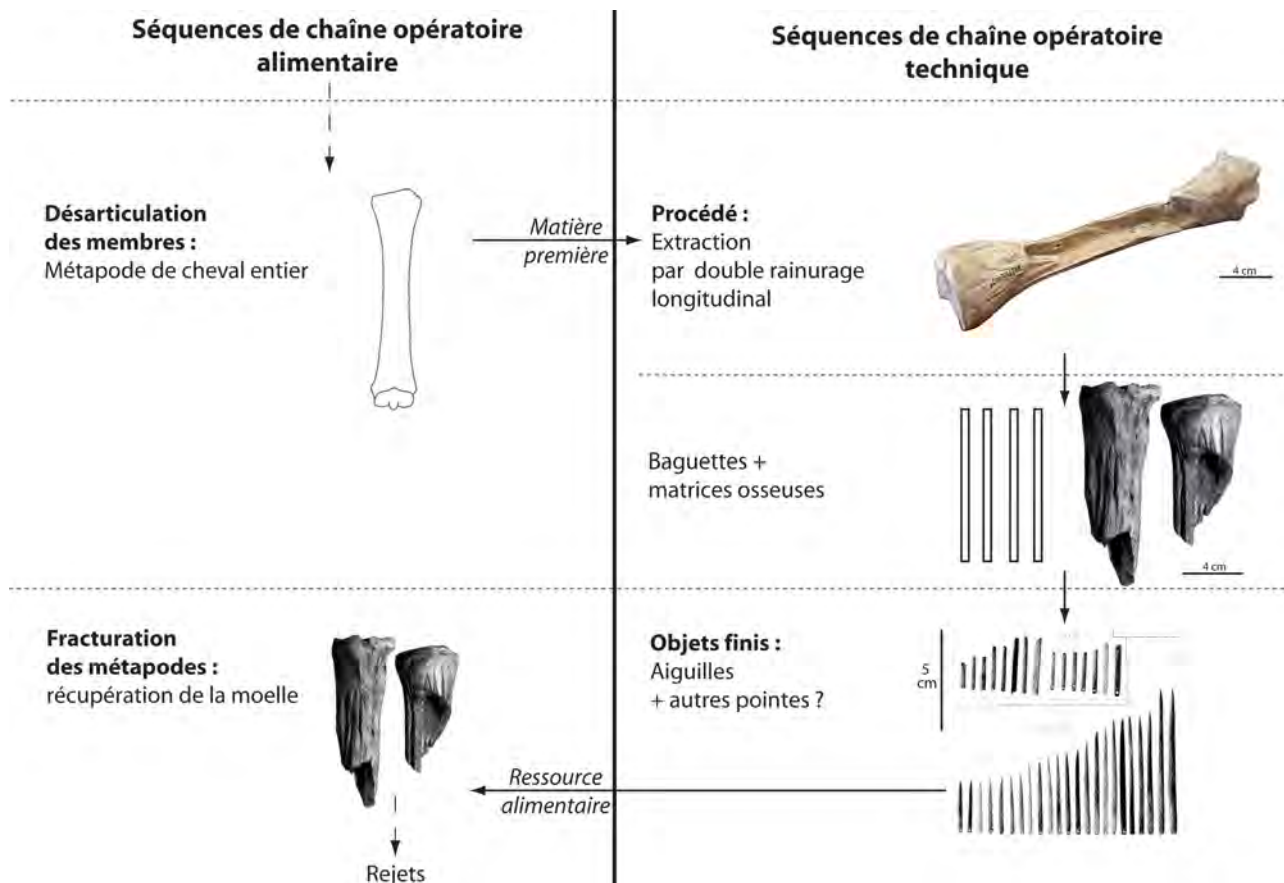
Pour ce débitage par extraction sur métapodes entiers, l'exploitation technique s'imbrique au sein d'un processus de traitement animal original (cf. fig. 1) :

- 1) à l'issue des opérations de désarticulation des éléments osseux des membres, les métacarpes et les métatarses sont récupérés entiers ;

- 2) certains sont utilisés pour prélever des supports par double rainurage longitudinal multiple, lorsque l'extraction est jugée achevée par les Magdaléniens, ces matrices sortent de la chaîne technique comme déchets ;

- 3) ils sont, dès lors, immédiatement réintégrés dans une séquence de traitement des carcasses, car les métapodes contiennent encore de la moelle et des graisses consommables dans leurs cavités médullaires. Pour y accéder, les Magdaléniens procèdent par éclatement, fracturant les métapodes en plusieurs fragments.

Plus récemment, nous avons identifié un second schéma de débitage par extraction, cette fois sur bloc secondaire bipartite (hémi-métapodes), également pour obtenir des baguettes (Bignon-Lau et Lázničkova-Galetová, 2016). Ce schéma opératoire existe sur le site de Gönnersdorf, mais aussi dans le Bassin parisien, sur le site du Tureau des Gardes 6 ou à Pincevent (niveau IV21.3). La standardisation des blocs diaphysaires



**Fig. 1** – Schéma opératoire du débitage par extraction des métapodes de cheval (DAO O. Bignon-Lau; modifié après Bignon-Lau et Lázníčková-Galetová, 2016).

**Fig. 1** – Operational scheme related to the debitage by extraction of horse metapodials (CAD O. Bignon-Lau; after Bignon-Lau and Lázníčková-Galetová, 2016, modified).

réside justement dans l'utilisation d'un procédé de bipartition (fig. 2) :

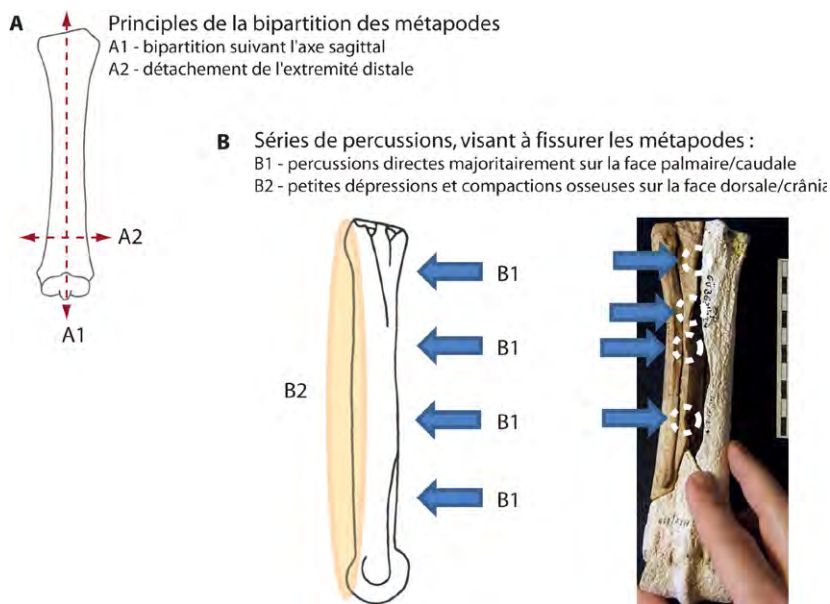
1) production d'hémi-métapodes par division longitudinale de l'os, selon son axe sagittal (plus rarement à partir des faces médio-latérales); la bipartition recherchée est parfois complète dès la première phase ;

2) mais le plus souvent, il est nécessaire de détacher l'extrémité distale de l'os par éclatement (suppression de l'articulation), pour obtenir les deux blocs hémidiaphysaires.

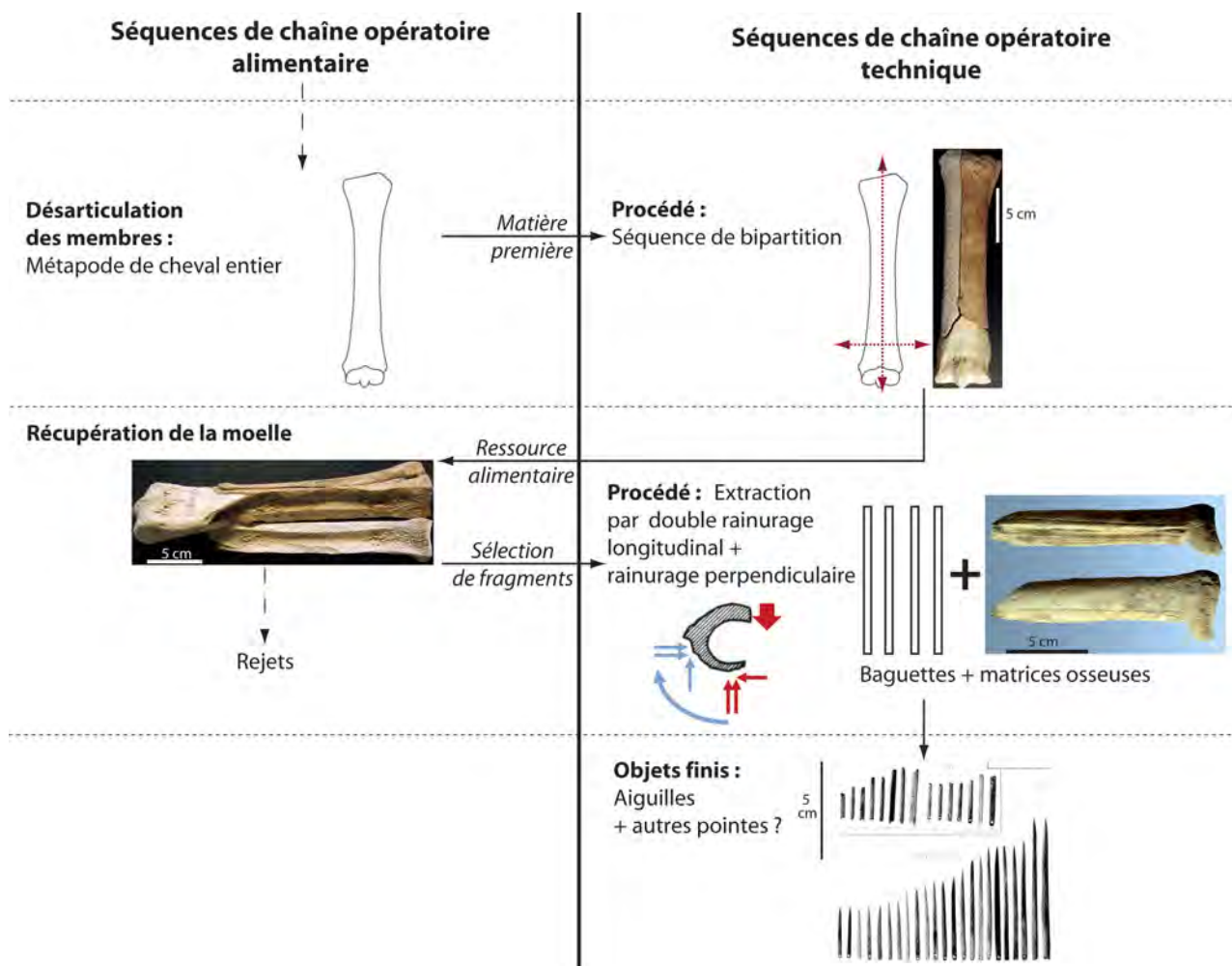
L'obtention des hémi-métapodes est le fait d'une série de percussions diffuses directes (en trois ou quatre régions sur l'élément squelettique), préférentiellement sur la face plantaire ou caudale, qui présente un aspect relativement plan, avec des intervalles réguliers jusqu'aux deux tiers proximaux du métapode. La présence de petits enfoncements inframillimétriques, ou de zones de compaction osseuse (sur la face dorsale ou crâniale), résultat d'un contre-coup, conduisent à poser l'hypothèse de l'utilisation d'une enclume en pierre. Entre ces séries d'impacts par percussions directes décrites plus haut, d'autres stigmates intercalés, moins marqués, indiquent la volonté de faire se rejoindre les fissurations obtenues précédemment (Bignon-Lau et Lázníčková-Galetová, 2016)<sup>(1)</sup>. Ces marques intercalées

ont pu être obtenues par percussions directe ou indirecte, mais pourraient aussi être des contre-coups sur enclume de percussions directes peu violentes. Quoi qu'il en soit, dans ces dernières séries de percussion, les enlèvements modifient très peu les bords de fractures. Ils n'enlèvent que très peu de matière, et se signalent fréquemment par une écaillage de la surface, au niveau du plan de percussion, et parfois par un petit écrasement des tissus osseux. À côté de ces stigmates millimétriques, on observe occasionnellement des arrachements longitudinaux des tissus compacts qui plaideraient pour l'utilisation ponctuelle d'opérations de fendage.

Cette récurrence dans le déroulement des opérations pose question, car la récupération de la moelle et de la graisse relativement peu abondantes, ne peut à elle seule justifier une telle standardisation qui, pour prendre l'exemple du Tureau des Gardes 6, touche plus de neuf métapodes sur dix. D'autant plus que l'accès à ces faibles apports alimentaires pourrait être obtenu par percussion, d'une multitude de manières différentes, sans forcément recourir à un patron unique et ce, sur de très vastes territoires en Europe occidentale et centrale. Il y a donc là, des motivations qui semblent aller au-delà des objectifs strictement alimentaires, ou qui ont pu englober à la fois des buts alimentaires et techniques (fig. 3).



**Fig. 2** – Principes et procédés à l’œuvre dans le débitage par extraction sur bloc secondaire bipartite (DAO O. Bignon-Lau; modifié de Bignon-Lau et Lázničková-Galetová, 2016).  
*Fig. 2* – Methods and procedures involved in the debitage by extraction from a secondary bipartitioned block (CAD O. Bignon-Lau; after Bignon-Lau and Lázničková-Galetová, 2016).



**Fig. 3** – Schéma opératoire de débitage par extraction sur bloc secondaire bipartite (DAO O. Bignon-Lau; modifié de Bignon-Lau et Lázničková-Galetová, 2016).  
*Fig. 3* – Operational scheme related to the debitage by extraction from a bipartitioned metapodial diaphysis (CAD O. Bignon-Lau; after Bignon-Lau and Lázničková-Galetová, 2016).

Suite à cette fracturation, au sens large, des métapodes, et avant la phase de façonnage, s'intercale l'extraction de la moelle et la graisse qui constituent l'ultime opération des chaînes opératoires alimentaires. On observe alors une sélection de certains fragments allongés qui vont être mis en œuvre de façon intense, selon un schéma particulier. Sans atteindre la cavité médullaire, le rainurage vise une exploitation maximale de l'épaisseur diaphysaire (fig. 3 et 4); la répétition de ce type d'extraction sur une partie de la circonférence de la diaphyse lui confère à terme une section particulière en forme de « marches d'escalier ». La phase initiale du débitage consiste en la mise en place d'un double rainurage longitudinal sur la face externe du métapode proche du pan de fracture, complétée par un rainurage transversal pour extraire la baguette et par du sciage perpendiculaire aux extrémités. Le support ainsi extrait correspond à la moitié de l'épaisseur du tissu compact du métapode. Il est intéressant de remarquer que selon les deux schémas de débitage exposés ici, les baguettes présentent des similitudes très nettes quant à leurs gabarits, soit au moins 10 cm de



**Fig. 4** – Métatarse de cheval du site le Tureau des Gardes 6 (Seine-et-Marne) exploitée selon le débitage par extraction sur bloc secondaire bipartite (clichés et DAO O. Bignon-Lau)

**Fig. 4** – Exploitation of a horse metatarsal from the Tureau des Gardes 6 site (Seine-et-Marne) using debitage by extraction from a bipartitioned secondary block (photos and CAD O. Bignon-Lau).

longueur, et 5 mm de largeur et épaisseur. Finalement, la phase de façonnage pendant laquelle le raclage intervient, transforme ces supports en aiguilles.

Sur le site de Pekárna, il ressort que d'autres objectifs techniques ont pu être décelés et se rattachent aussi à cette exploitation longitudinale des métapodes de cheval. Certains fragments d'hémi-métapodes paraissent avoir été utilisés directement pour réaliser des outils, typologiquement classés dans les catégories de poinçons, et de pièces biseautées (intermédiaires ou non; fig. 5). Finalement, le recours à une ou des techniques de percussion (directe et éventuellement indirecte) pour obtenir des supports bipartites sur métapode de cheval s'observent très largement sans pour autant avoir fait jusque-là l'objet d'une description précise. Cette production de supports d'hémi-métapodes aura certainement été masqué par la fracturation *lato sensu* systématique des différentes parties squelettiques très généralement observée dans les sites magdaléniens. À l'échelle de l'aire de diffusion du Magdalénien supérieur où les chevaux ont été chassés massivement, nous avons pu en retrouver des témoignages par centaines. Il s'agit donc d'un véritable révélateur de normes techniques apprises, mises en œuvre et transmises, probablement de génération en génération et à travers l'Europe.



**Fig. 5** – Autres outils produits issus de la bipartition des métapodes de chevaux du site de Pekárna : A : possible poinçon; B : possible coin-pièce biseautée (DAO O. Bignon-Lau; modifié de Bignon-Lau et Láznicková-Galetová, 2016).

**Fig. 5** – Additional tools produced by bipartitioning of horse metapodials recovered from the Pekárna site: A: possible awl; B: possible wedge/bevelled piece (CAD O. Bignon-Lau; after Bignon-Lau and Láznicková-Galetová, 2016).

## L'EMPLOI DE LA PERCUSSION DIRECTE DIFFUSE SUR DES MÉTAPODES DE RENNE

Compte tenu des observations précédentes, nous avons voulu lancer une étude comparative de l'emploi de la percussion des métapodes de renne, s'inscrivant dans le cadre de la future monographie du niveau IV0 de Pincevent. En dépit d'une taphonomie peu favorable à la lecture technique des surfaces osseuses, dans l'unité 35-D110, deux fragments de métatarse de renne ont livré des stigmates attestant d'un double rainurage longitudinal visant à l'extraction de baguette (Malgarini, 2010). Nous nous sommes donc mis en quête d'un schéma potentiel de fracturation *lato* ou *stricto sensu* sur métapode de renne, puisque des intentions techniques avaient été mises en évidence sur ces éléments squelettiques.

Un premier bilan quantitatif sur l'ensemble de l'industrie osseuse du niveau IV0 depuis la première publication sur le sujet (Averbouh, 2006), révèle un total de neuf pièces dont sept en bois de renne et deux en os (Malgarini, 2011). Une très faible quantité qui peut s'expliquer pour une partie, par des problèmes de conservation et des altérations taphonomiques (qui caractérisent la faune du niveau IV0). Si le bois de renne est toujours présent sur ce niveau, l'une des découvertes de ces dernières années (unité D110) fut la mise au jour de deux restes d'industrie sur os de renne (métatarse) et de lièvre (tibia), sur lesquelles nous avons observé des traces de rainurage et que nous interprétons comme des matrices d'extraction de baguettes (Malgarini, 2010; Ballinger *et al.*, 2014). Un nouveau regard porté sur les restes de faune devenait donc pertinent même si du point de vue de l'industrie osseuse, l'absence d'objets finis sur métapodes amenait à douter qu'un débitage par fracturation ait été mis en œuvre systématiquement dans un objectif technique.

Compte tenu de ces rares témoins techniques, de nouvelles observations s'imposaient sur l'ensemble des métapodes, parties anatomiques souvent privilégiées pour la confection d'une industrie en os. Si les stigmates d'incision et de rainurage furent recherchés, nous avons aussi regardé s'il y avait des récurrences dans la fracturation des os. Nous avons ainsi observé les points de percussion et les stigmates associés, pour vérifier s'il existait des zones de percussion préférentielles et si nous pouvions identifier des récurrences de modules, voire d'éventuels supports.

Nous avons ainsi observé 157 fragments de métapodes qui se répartissent sur l'ensemble des quatre unités du niveau IV0 (V97, T125, D110 et M103; tabl. 1). Cet élément paraît mal représenté avec un NMIc<sup>(2)</sup> de 18 spécimens (métatarse droit), soit un nombre en deçà des 180 potentiellement attendus si l'on se réfère au total du NMIc dentaire de 45 rennes (Bignon-Lau, 2016). Ce nombre réduit de restes de métapodes pourrait s'expliquer par la combustion volontaire des déchets cynégétiques, la destruction partielle ou totale relative à des actions postdépôtées telles que des écrasements, des traces de

radicales ou des traces de rongeurs (voir l'accumulation de ces phénomènes sur une même pièce). Quant à la taille des fragments, elle est relativement réduite et n'excède pas les quatre centimètres en moyenne (tabl. 1). Ajouter à cela une faible épaisseur de tissu compact selon la partie anatomique des métapodes, ces phénomènes sont autant de contraintes pour la lecture des stigmates liés à des actions bouchères et à la réalisation d'une industrie.

	NMI dentaire	Nombre de métapodes attendus	Nombre de fragments retrouvés	Longueurs moyennes des fragments
V97	5	20	29	3,4 cm
D110	23	92	86	4,6 cm
T125	10	40	41	3 cm
M103	7	28	1	4,3 cm
Total	45	180	157	3,8 cm

**Tabl. 1** – Données générales sur les métapodes de renne, niveau IV0 du site de Pincevent

*Table 1* – General data related to reindeer metapodials, level IV0 of the Pincevent site.

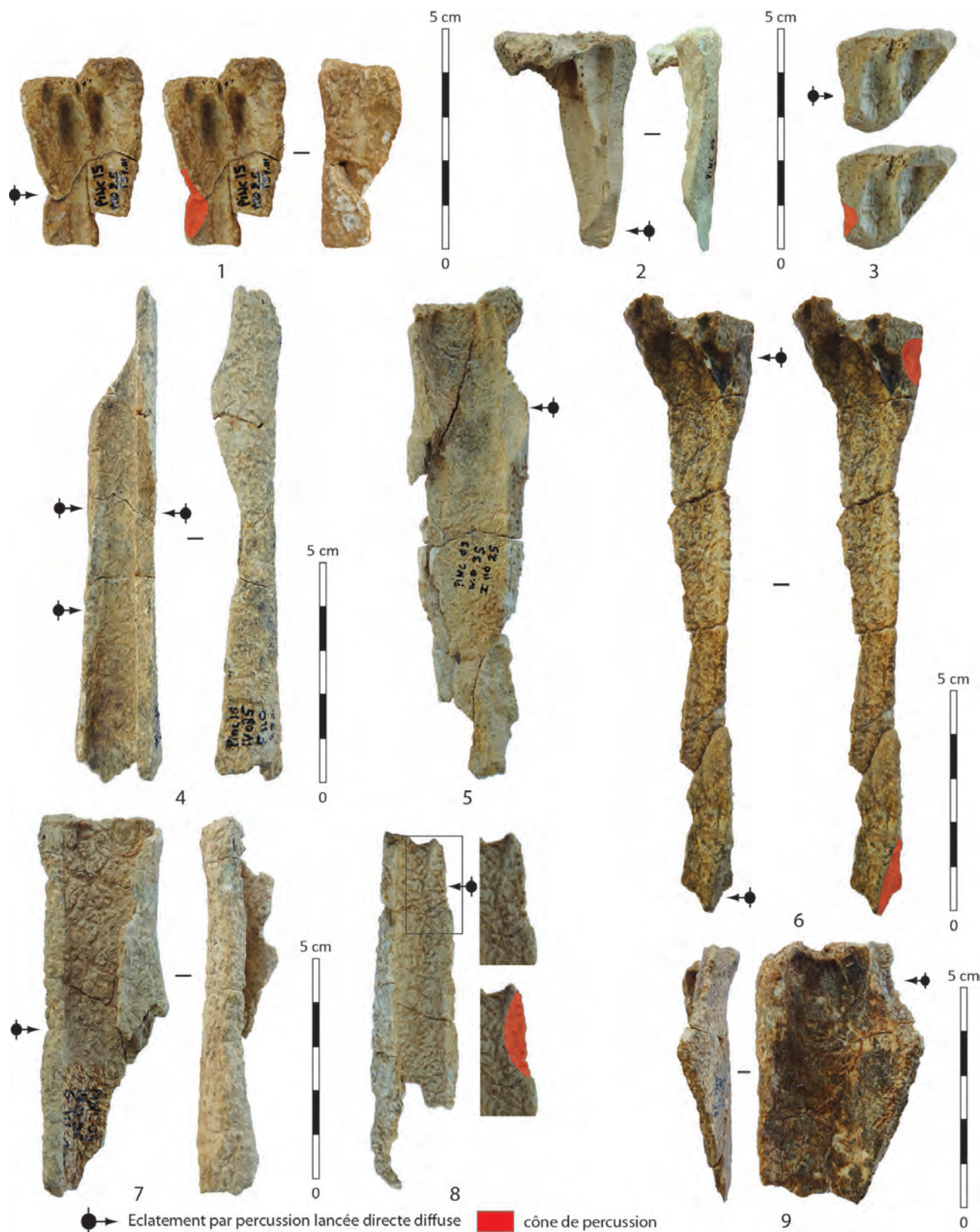
Concernant la détermination plus précise de ces métapodes dans les trois unités principales (tabl. 2), les métatarses figurent parmi les plus nombreux et représentent 60% du total (jusqu'à 66% pour l'unité D110) alors que les métacarpes ne représentent que 22% du matériel (jusqu'à 34% pour l'unité V97). Enfin, nous avons calculé un pourcentage conséquent de métapodes indéterminés, à hauteur de 18%, atteignant même 21% dans l'unité D110. Finalement, malgré nos observations minutieuses sur les 157 métapodes, aucun autre fragment n'a révélé d'autres stigmates de rainurage. Les rares traces d'incisions décelables, situées aux niveaux des épiphyses, ainsi que la fracturation transversale des extrémités distales (36 témoins, soit plus de 22%), semblent donc relever des seules activités de boucherie.

	V97	T125	D110	Total
Métcarpe	34%	20%	12%	22%
Métatarse	54%	61%	66%	60%
Indéterminé	14%	20%	21%	18%

**Tabl. 2** – Pourcentages de métacarpes, de métatarses et de métapodes indéterminés dans les trois unités d'occupation du niveau IV0 du site de Pincevent.

*Table 2* – Percentages of unspecified metacarpal, metatarsal and metapodials in the three occupational units of level IV0 of the Pincevent site.

Les fragments de métapodes avec des points d'impact liés à une percussion (directe et diffuse) se retrouvent dans les trois unités principales (T125, D110 et V97). Sur un total de 157 pièces, nous en avons relevées 51 avec



**Fig. 6** – Métapodes de renne du niveau IV0 du site de Pincevent avec stigmates de percussion. 1 : 25-T97-111, MTT, unité V97 ; 2 : 35-I110-18, MTC, unité D110 ; 3 : 43-T127-24, MTT, unité T125 ; 4 : 35-F110-252, MTT, unité D110 ; 5 : 35-I110-25, MTC, unité D110 ; 6 : 36-G110-132ab, MTT, unité D110 ; 7 : 35-G111-100a, MTC, unité D110 ; 8 : 44-Y126-16, MTC, unité T125 ; 9 : 35-E112-152, MTT, unité D110 (DAO et clichés R. Malgarini, 2017).

**Fig. 6** – Reindeer metapodials stemming from level IV0 of the Pincevent site with percussion marks. 1 : 25-T97-111, MTT, unit V97 ; 2 : 35-I110-18, MTC, unit D110 ; 3 : 43-T127-24, MTT, unit T125 ; 4 : 35-F110-252, MTT, unit D110 ; 5 : 35-I110-25, MTC, unit D110 ; 6 : 36-G110-132ab, MTT, unit D110 ; 7 : 35-G111-100a, MTC, unit D110 ; 8 : 44-Y126-16, MTC, unit T125 ; 9 : 35-E112-152, MTT, unit D110 (CAD and photographs R. Malgarini, 2017)

des pans de fracture anthropique dont seulement 23 sont clairement associés à des points de percussion. Les points d'impact et les encoches de percussion se caractérisent par leurs formes concaves plus ou moins évasées dans l'épaisseur du tissu compact. Si le plus souvent, un seul point de percussion est identifiable (vers l'extrémité proximale de l'os) en raison de la taille réduite des fragments, il est possible d'en observer plusieurs (jusqu'à trois) sur les rares éléments dont la longueur excède 5 cm, à l'extrémité proximale (fig. 6, n<sup>os</sup> 1, 3, 6 et 9) ou le long de la diaphyse (fig. 5, n<sup>os</sup> 2, 4, 5, 7 et 8). Ces points de percussion sont-ils causés directement suite au choc du percuteur ou indirectement par le contre-coup de l'enclume ? Nous ne sommes pas en mesure de répondre à cette question étant donné l'état du matériel archéologique et la nécessité de développer encore certaines observations sur du matériel expérimental.

L'intensité de la fracturation opérée par les Magdaléniens du niveau IV0 de Pincevent, s'ajoutant à l'absence de schéma récurrent de percussion, fait qu'il ne nous est pas possible de mettre en évidence des supports diaphysaires normés. Cette conclusion est vraisemblablement, au moins en partie, également due à la forte fragmentation post-dépositionnelle et aux nombreuses altérations qui affectent les pans de fractures anthropiques.

## DISCUSSION

Ce travail permet de montrer qu'au Magdalénien supérieur sur certains sites, les métapodes de chevaux étaient débités dans le but de confectionner des aiguilles à partir de baguettes standardisées obtenues selon deux grandes modalités : un débitage par extraction développé directement sur le métapode entier, et par ailleurs un débitage par extraction mis en œuvre sur une production récurrente d'hémi-métapodes. Il est remarquable que l'imbrication des chaînes opératoires liées aux objectifs alimentaires et techniques ne s'effectue pas de la même manière selon les deux modalités de débitage. Cependant, la systématisation de ces débitages de métapodes de cheval dans de nombreuses régions, à travers l'Europe permet d'envisager des chaînes opératoires dotées d'objectifs alimentaires et techniques intégrées. En revanche, pour les métapodes de renne, nos premières observations dans le Bassin parisien portant sur le niveau IV0 du site de Pincevent se sont révélées négatives. Bien que cette enquête mérite d'être prolongée à d'autres niveaux du site et à d'autres sites (notamment à Étioilles), aucun objectif technique régulier lié à la fracturation osseuse des métapodes n'a pu être mis en évidence. Ainsi, nous sommes amenés à considérer que les métapodes de chevaux ont été perçus comme plus attractifs par les Magdaléniens régionaux pour mettre en œuvre une production de baguettes standardisées. Or le débitage par extraction sur blocs secondaires bipartites, tel qu'attesté dans le Bassin parisien sur les métapodes de cheval, n'est possible qu'au gré d'une épaisseur de

diaphyse conséquente, qui justement n'existe pas chez le renne. Ce trait anatomique constitue à l'évidence un critère de sélection majeur pour la réalisation de ces productions, qui participe de la logique économique générale des Magdaléniens consistant à standardiser les produits et à anticiper les besoins (nombreux produits de débitage prêts à l'emploi) ; cette logique est régulièrement observée dans les productions lithiques mais aussi dans les stratégies de chasse (Audouze *et al.*, 1988 ; Bignon, 2003, 2007 et 2008). En outre, l'identification d'une bipartition par éclatement et de son caractère récurrent dans un grand nombre de sites européens du Magdalénien supérieur ouvre de nouvelles perspectives socio-économiques. Ce comportement pourrait revêtir une dimension culturelle, jusqu'alors difficilement perceptible dans le registre archéologique, dans la mesure où il était désigné sous l'acception trop vague de fracturation. Au-delà de l'anticipation technique pour obtenir des supports standardisés, intégrée à l'exploitation alimentaire des animaux, ce débitage s'avère être un marqueur techno-anatomique récurrent des sociétés magdaléniennes ; il reste évidemment à le rechercher dans d'autres gisements. S'il n'a peut-être pas encore été observé aussi systématiquement que le double rainurage au Magdalénien pour être élevé au rang de marqueur culturel en l'état actuel des recherches, il demeure néanmoins un exemple probant de l'imbrication des chaînes opératoires de boucherie et des chaînes opératoires techniques.

## CONCLUSION

Cette contribution avait pour but d'explorer l'imbrication des chaînes opératoires alimentaire et non alimentaire. Nous avons abordé cette problématique avec le cas de l'exploitation des métapodes de cheval et de renne au Magdalénien supérieur. Ce faisant, il est apparu possible de montrer l'existence de comportements récurrents et normés dans l'emploi de la percussion diffuse sur cet élément squelettique ; corrélativement, cela nous permet de souligner que le terme de fracturation tend involontairement à occulter les caractères de régularité et de standardisation de ce moyen d'action sur la matière osseuse. En effet, selon la façon dont cette technique est employée (type de percuteur, usage ou non d'une enclume, localisation de la percussion, etc.), il est possible d'identifier différentes intentions économiques (« techniques » ou alimentaires). Ces intentions, étroitement liées à la spécificité anatomique des blocs osseux exploités (ici les métapodes), peuvent conduire à les élever au rang de marqueurs techno-anatomiques. De fait, nous devons envisager que les hommes du Paléolithique, pour travailler ce matériau, ont constitué un registre de savoirs et de savoir-faire quant aux caractéristiques propres de chaque élément squelettique, ainsi que des différences interspécifiques pour chacune d'entre elles. C'est dans cet objectif que nous avons confronté la fracturation *lato sensu* des métapodes de cheval et de renne, espèces qui ont été au



cœur des préoccupations alimentaires des Magdaléniens dans le Bassin parisien (Bignon, 2008).

**Remerciements :** Merci aux organisatrices du colloque et de l'ouvrage, Marianne Christensen et Nejma Goutas, pour les nombreux échanges terminologiques et méthodologiques, ainsi que les rapporteurs qui ont contribué à améliorer notre article. Un grand merci aux stagiaires du chantier de Pincevent 2017 pour leur aide enthousiaste, en particulier Ingrid Bertin, Alice Fourmont, Léa Hamaïed et Tiffany Hugon.

## NOTES

- (1) Les expérimentations qui ont été menées récemment avec Élise Tartar apporteront sur ce point des éclaircissements intéressants dans un proche avenir.
- (2) Les Nombres Minimum d'Individus par combinaison des métapodes et des séries dentaires ont été calculés en prenant en compte tous les critères anatomiques permettant de discriminer au maximum des spécimens différents (par portions proximales-mésiales-distales et par côté pour les os longs, ou par rangs et degrés d'usure dentaires).

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AVERBOUH A. (2006) – Le travail des matières osseuses : une activité marginale des occupants de l'unité T125, in P. Bodu, M. Julien, B. Valentin, G. Debout, A. Averbouh, C. Bemilli, S. Beyries, O. Bignon, G. Dumarçay, J. G. Enloe, D. Joly, A. Lucquin, R. J. March, M. Orliac et M. Vanhaeren (dir.), *Un dernier hiver à Pincevent : les Magdaléniens du niveau IV0 (Pincevent, La Grande-Paroisse, Seine-et-Marne)*, Paris, CNRS (*Gallia Préhistoire*, 48), p. 83-89.
- AVERBOUH A., PROVENZANO N. (1998-1999) – Propositions pour une terminologie du travail préhistorique des matières osseuses, 1. Les techniques, *Préhistoire et anthropologie méditerranéennes*, 7-8, p. 5-26.
- AUDOUZE F., KARLIN C., CAHEN D., CROISSET E. de, COUDRET P., LARRIÈRE M., MASSON P., MAUGER M., OLIVE M., PELEGRIN J., PIGEOT N., PLISSON H., SCHMIDER B., TABORIN Y. (1988) – Taille du silex et finalité du débitage dans le Magdalénien du Bassin parisien, in M. Otte (dir.), *De la Loire à l'Oder : les civilisations du Paléolithique final dans le Nord-Ouest européen*, actes du colloque international (Liège, 19-21 décembre 1985), Oxford (BAR, International Series 444) et Liège, université de Liège (ERAUL, 25), p. 55-84.
- BALLINGER M., BIGNON-LAU O., BODU P., DEBOUT G., DUMARÇAY G., HARDY M., JULIEN M., KARLIN C., MALGARINI R., ORLIAC M., PESCHAUX C., SOULIER P., VAENTIN B. (2014) – *Pincevent (1964-2014). Cinquante années de recherches sur la vie des Magdaléniens*, La Grande-Paroisse, Centre archéologique de Pincevent et Paris, Société préhistorique française, 96 p.
- BIGNON O. (2003) – *Diversité et exploitation des équidés au Tardiglaciaire en Europe occidentale. Implications pour les stratégies de subsistance et les modes de vie au Magdalénien et à l'Azilien ancien du Bassin parisien*, thèse de doctorat, université Paris X, Nanterre, 856 p.
- BIGNON O. (2008) – *Chasser les chevaux à la fin du Paléolithique dans le Bassin parisien. Stratégie cynégétique et mode de vie au Magdalénien et à l'Azilien ancien*, Oxford (BAR, International Series 1747), 170 p.
- BIGNON-LAU O. (2016) – Première synthèse des données archéozoologiques du niveau IV0, in M. Hardy (dir.), *Fouille programmée du site de Pincevent (La Grande-Paroisse, Seine-et-Marne)*, conseil général de Seine-et-Marne, conseil régional d'Île-de-France, service régional de l'Archéologie d'Île-de-France, Saint-Denis, p. 157-174.
- BIGNON-LAU O., LÁZNIČKOVÁ-GALETOVÁ M. (2016) – Of Horse Metapodials Debitage during the Upper Magdalenian in Europe: An Overview of Techniques, Methods and Operational Sequences, *Quaternary International*, 403, p. 68-78.
- BOROŃ T. (2010) – Le mobilier magdalénien en matières dures d'origine animale du site de Wilczyce 10 (district de Sandomierz, Pologne), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 107, 3, p. 507-520.
- CHEVALLIER A. (2015) – *Chasse et traitement des mammifères durant le Magdalénien et l'Azilien. La place particulière du cerf*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 743 p.
- CHRISTENSEN M., GOUTAS N. (ce volume) – La fracturation? Enjeux terminologiques, analytiques et perspectives paléolithologiques, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 11-20.
- DAVID F. (1972) – Annexe III. Témoins osseux, in A. Leroi-Gourhan et M. Brézillon (dir.), *Fouilles de Pincevent : essai d'analyse ethnographique d'un habitat magdalénien (la section 36)*, Paris, CNRS (supplément à *Gallia Préhistoire*, 7), p. 295-320.
- FEYFANT L., COCHARD D., MALLYE J.-B. (2015) – Exploitation du cheval au Magdalénien supérieur dans le Sud-Ouest de la France : le cas de l'abri Faustin (Cessac, Gironde), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 112, 4, p. 693-716.
- GOUTAS N., CHRISTENSEN M. avec la collaboration de TARTAR E., MALGARINI R., TEJERO J.M., TREUILLOT J. (ce volume) – Extraction, partition, réduction ou fracturation? De quoi parlons-nous? Discussion sur la production de supports allongés (baguette, éclat baguettaire vs éclat), in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 55-97.
- LÁZNIČKOVÁ-GALETOVÁ M. (2010) – Le travail des matières d'origine dure animale dans le Magdalénien Morave : l'exemple des aiguilles à chas, *L'Anthropologie*, 114, 1, p. 68-96.

MALGARINI R. (2010) – Les témoins du travail des matières osseuses, in G. Debout (dir.), *Une dernière année à Pincevent, rapport de synthèse 2008-2010*, conseil général de Seine-et-Marne, conseil régional d'Île-de-France, service régional de l'Archéologie d'Île-de-France, Saint-Denis, p. 70-77.

MALGARINI R. (2011) – L'industrie osseuse du niveau IV0, in M. Orliac (dir.), *Travaux de terrain et études : un Francilien...magdalénien!*, *Rapport de fouille programmée de Pincevent 2011*, conseil général de Seine-et-Marne, conseil régional d'Île-de-France, service régional de l'Archéologie d'Île-de-France, Saint-Denis, p. 64-68.

SOULIER M.-C. (2013) – *Entre alimentaire et technique : l'exploitation animale aux débuts du Paléolithique supérieur. Stratégies de subsistance et chaînes opératoires de traitement du gibier à Isturitz, La Quina aval, Roc-de-Combe et Les Abeilles*, thèse de doctorat, université Toulouse 2 – Le Mirail, 2 vol., 548 p. et 2 196 p.

STREET M., TURNER E. (2013) – *The Faunal Remains from Gönnersdorf*, Mayence, Römisch-Germanisches Zentralmuseum (Monographien des Römisch-Germanischen Zentralmuseums, 104), 357 p.

**Olivier BIGNON-LAU**  
UMR 7041 ArScAn,  
Ethnologie préhistorique  
MAE, 21, allée de l'Université  
F-92023 Nanterre cedex  
olivier.bignon-lau@cnrs.fr

**Romain MALGARINI**  
UMR 7041 ArScAn,  
Ethnologie préhistorique  
MAE, 21, allée de l'Université  
F-92023 Nanterre cedex  
romain.malgarini@gmail.com

**Sacha BONZOM-CHAPELLE**  
Université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne  
3, rue Michelet  
F-75006 Paris  
sacha.bonzomchappelle@yahoo.fr





« À coup d'éclats ! »

*La fracturation des matières osseuses en Préhistoire :*

*discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*

Actes de la séance de la Société préhistorique française de Paris (25 avril 2017)

Textes publiés sous la direction de Marianne CHRISTENSEN et Nejma GOUTAS

Paris, Société préhistorique française, 2018

(Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 243-259

www.prehistoire.org

ISSN : 2263-3847 – ISBN : 2-913745-74-1

# L'emploi de la « fracturation » dans le travail des matières osseuses au Mésolithique dans le Sud et l'Est de la France

## Réflexions terminologiques et amorce de synthèse

Benjamin MARQUEBIELLE

**Résumé :** Le travail des matières osseuses durant le Mésolithique en Europe du Sud-Ouest a longtemps été mal connu et le recours à des techniques de fracture (*sensu* Christensen, 2015) a souvent été associé à une idée de travail expéditif et peu précis, qui s'accordait bien avec les objectifs supposés simples de ces populations. Dans un contexte de recherche renouvelée (nouvelle synthèse sur l'industrie osseuse mésolithique et nombreuses recherches sur la fracturation pour l'exploitation des matières osseuses), il semble désormais intéressant de reconsidérer l'emploi des techniques de fracture par les populations mésolithiques en Europe du Sud-Ouest. Ce travail se double d'une réflexion terminologique sur l'acception du terme « fracturation », terme souffrant actuellement d'une certaine ambivalence. En accord avec les propositions terminologiques développées au sein du thème « Ressources animales », nous avons choisi d'adapter notre terminologie en limitant l'emploi de ce terme à la caractérisation d'une méthode de débitage, et de désigner par « techniques de fracture » les techniques agissant par percussion (surfacique ou linéaire) et produisant comme stigmate principal des pans de fracture (voir Goutas et Christensen, ce volume). Nous avons mis en évidence que le recours à des techniques de fractures (certaines intégrées à des méthodes de débitage par fracturation) a été fréquent dans la production de l'équipement en matières osseuses au Mésolithique dans le Sud et l'Est de la France et que ce recours s'est traduit différemment, en fonction des matières premières exploitées. Ces choix pourraient être en partie dictés par les caractéristiques intrinsèques propres de chaque matière première, et ce en fonction des objectifs poursuivis, de manière à produire des objets parfaitement fonctionnels en un minimum de temps.

**Mots-clés :** France, matières osseuses, fracturation, techniques de fracture, Mésolithique, technologie, terminologie.

**Abstract:** From a historiographical perspective, the processing of bone materials during the Mesolithic in France was regarded at best as being a marginal activity. In this context the use of different 'breaking techniques' was often associated with rapid and imprecise work, assuming that the bone tools of these ancient populations were used for simple purposes. However, over the last few years, research made it possible to shed new light not only on the Mesolithic bone tools of Southern and Eastern France but also on bone blank production using the breaking technique. It therefore seems interesting to reconsider the use of breaking and fracturation techniques by Mesolithic populations of South-western Europe as a method of debitage. This reappraisal is accompanied by a terminological reflection about the meaning of the word 'fracturation', which currently suffers from a lack of precision. In this paper, and according to a proposition made by the research group 'Ressources animales', the use of the term fracturing is restricted to a precise method of debitage: segmenting a block by using breaking techniques with the aim of obtaining blank-like flakes. Our study is based on the bone tools stemming from twenty-five Mesolithic sites located in Southern and Eastern France. We highlighted the frequent use of breaking techniques for the processing of bone materials. However, different breaking techniques were used depending on the raw material. For example, direct percussion was frequently used for the breaking of long bones with the aim of obtaining splinter blanks ('éclats baguettaires' *sensu* Goutas and Christensen, this volume). Breaking techniques were also used for producing blanks from antler and teeth, however in association with additional techniques such as sectioning (antler) or splitting (teeth). Antler tine or beam were processed by sectioning to produce blanks, which then were mainly shaped into bevelled objects, with a distal and convex bevel. More particularly, lower canines of male wild boar were processed by partitioning to produce flat blanks, then shaped into laterally bevelled objects. These differences in processing may be related to the inherent characteristics of each raw material, depending

on the objectives of the production. Thus, the aim of the Mesolithic populations was apparently to produce efficient tools within the shortest time possible.

The use of different breaking techniques is no longer indicative of a simple processing of bone materials by the Mesolithic populations. Instead, the choice of the most suitable technique adapted to suit the intrinsic characteristics of each raw material and the objectives of the production, clearly indicates a fair knowledge of bone materials and high-level skills involved in their processing.

**Keywords:** France, bone materials, fracturing, breaking techniques, Mesolithic, technology, terminology.

**L**E TRAVAIL des matières osseuses durant le Mésolithique en Europe du Sud-Ouest a longtemps été mal connu : si plusieurs pièces remarquables ont été mises au jour tout au long du XX<sup>e</sup> siècle (Lacam *et al.*, 1944 ; Péquart *et al.*, 1937 ; Barrière, 1973 et 1974), l'accent a été mis sur ce qui représentait la majorité des productions osseuses mésolithiques alors identifiées : des fragments d'outils de petites dimensions, souvent brûlés, fréquemment des poinçons dont seule la partie active était façonnée. La simplicité de ces objets finis, leur caractère frustré et leur faible nombre ont longtemps entretenu, dans un contexte de misérabilisme supposé de ces populations, la thèse d'une pauvreté du travail des matières osseuses inscrite dans une régression générale des savoir-faire (Barrière, 1956). Dans ce contexte, le recours à différentes « techniques de fracture » (*sensu* Christensen, 2015) – certaines impliquées dans un véritable débitage par fracturation (*sensu* Goutas et Christensen, ce volume), d'autres dans un débitage par partition en demi ou en quart – pour le travail des matières osseuses a souvent été associé à une idée de travail rapide, expéditif et peu précis, et s'accordait bien avec les objectifs supposés simples de ces populations, en termes de production de leurs équipements en matières osseuses.

Or, nous avons produit récemment une synthèse qui a permis de mieux cerner le travail des matières osseuses par les populations mésolithiques dans le Sud et l'Est de la France, en mettant en évidence une exploitation différenciée et standardisée des différentes matières premières, bien loin de l'idée d'une production (intégralement) simple et opportuniste (Marquebelle, 2014). En parallèle, l'étude de la diversité des techniques de fracture employées dans l'exploitation des matières osseuses, rassemblées abusivement sous le terme générique et vague de « fracturation » (Christensen, 2015), a été, surtout depuis le début des années 2000, un thème de recherche fortement investi, ce qui a conduit à réévaluer la pertinence de cette terminologie (voir ce volume : Christensen et Goutas ; Goutas et Christensen ; Christensen, Goutas *et al.*).

Dans ce contexte de recherche renouvelée, il semble donc intéressant de reconsidérer l'emploi tant de la méthode de débitage par fracturation que des techniques de fracture, par les populations mésolithiques en Europe du Sud-Ouest. Au préalable, une mise au point terminologique semble nécessaire. En effet, en technologie osseuse, le terme de « fracturation » souffre actuellement d'une certaine ambivalence. Intuitivement compris par tous, ce terme est, en fait, utilisé pour désigner des réalités très différentes en fonction des chercheurs, des contextes d'études, des écoles de pensée. L'emploi du

terme ne renvoie donc pas immédiatement à une réalité bien identifiée mais à une nébuleuse d'acceptions, et peut être utilisé pour évoquer des techniques, des procédés ou des méthodes, brouillant par-là les cartes d'une méthodologie commune et devenant source de contre-sens et d'incompréhensions (voir ce volume : Christensen et Goutas ; Goutas et Christensen ; Christensen, Goutas *et al.*). Alors que l'on parle de « la » fracturation, il faudrait, en fait, parler « des » fracturations, tant les réalités désignées par ce terme sont multiples.

Nous entendons donc inscrire notre présent travail dans un double mouvement, celui-là même porté par le thème « Ressources animales » depuis 2012. D'une part, il s'agit de participer à préciser et homogénéiser la définition et l'emploi du terme « fracturation », pour que l'ensemble de la communauté partage les mêmes outils terminologiques et puisse mettre en commun des résultats, avec pour objectif de pouvoir considérer des évolutions d'un point de vue largement diachronique. Il s'agit donc, au préalable, de présenter clairement ce que nous entendons par « fracturation ». D'autre part, il s'agit de comprendre comment et pourquoi les diverses techniques de fracture ont été utilisées par les groupes humains au cours de la Préhistoire. Notre apport à cette question se fera à travers l'étude technologique du travail des matières osseuses par les populations mésolithiques du sud et de l'est de la France. L'emploi des techniques de fracture est-il généralisé ou au contraire marginal ? Est-il possible de mettre en évidence l'application de méthodes de débitage par fracturation ? L'emploi des techniques de fracture est-il efficace, et en phase avec les contraintes de production de l'équipement ? Est-ce révélateur d'un caractère simple et expéditif du travail des matières osseuses ? Cet emploi constitue-t-il un indice de perte de connaissances ou de savoir-faire par rapport aux périodes précédentes ? *In fine*, l'emploi des techniques de fracture par les populations mésolithiques peut-il constituer un marqueur chrono-culturel pertinent ?

## MÉTHODE ET MATÉRIEL

### Qu'entend-on par « fracturation » ?

La méthodologie que nous avons initialement employée pour notre étude du travail des matières osseuses au Mésolithique a principalement été celle formalisée par Aline Averbouh (Averbouh, 2000). Les termes employés pour la description des stigmates techniques ont été ceux

notamment développés par Aline Averbouh et Noëlle Provenzano (Averbouh et Provenzano, 1998-1999 ; Averbouh, 2000 ; Provenzano, 2001). Le terme de « fracturation » est utilisé par ces auteurs dans trois contextes distincts, relevant de trois niveaux d'analyse différents, ce qui peut, involontairement, induire certaines confusions : il peut être employé pour qualifier un groupe de techniques, une méthode de débitage ou un schéma de transformation.

Les techniques de fracturation (*sensu* Averbouh, 2000) regroupent « toutes techniques aboutissant, au moyen d'un choc, à l'ablation violente et immédiate de portions plus ou moins importantes de matière. [Elles] procèdent par explosion du bloc (techniques d'éclatement) ou par détachement successifs de matière (techniques d'enlèvement) » (Averbouh, 2000, vol. 2 p. 184). Les techniques d'éclatement regroupent trois techniques différentes : l'éclatement par percussion directe, l'éclatement par percussion indirecte et l'éclatement par flexion. L'objectif est, dans chaque cas, de diviser la matière première en parts importantes, « en imprimant, sur la zone qui doit céder, une force violente. Mais dans les deux premiers cas (éclatement par percussion directe et éclatement par percussion indirecte), cette force est exercée de façon subite tandis que dans le dernier (éclatement par flexion), elle est exercée dans la durée » (Averbouh et Provenzano, 1998-1999, p. 9). Les techniques d'enlèvement, quant à elles, regroupent trois techniques différentes : l'enlèvement par percussion lancée tranchante directe, l'enlèvement par percussion lancée tranchante indirecte et l'enlèvement par percussion lancée diffuse. L'objectif est de supprimer de la substance dans un bloc de matière première par détachement d'éclats, au moyen d'une percussion lancée, tranchante ou non.

Le terme de « fracturation » est également employé par Aline Averbouh pour caractériser un type de débitage. Le débitage par fracturation est une « méthode de débitage. [Elle] consiste à fracturer un bloc par éclatement afin d'obtenir des supports sur éclat de forme artificielle, non standardisée. [Elle est] généralement réservée au débitage de l'os et de l'ivoire. » (Averbouh, 2000, vol. 2, p. 186). Il est intéressant de relever que la définition des techniques de fracturation regroupe des modalités d'action variées sur la matière, alors que la méthode de débitage par fracturation désigne uniquement une exploitation du bloc par éclatement.

Pour finir, le terme de « fracturation » est également employé pour caractériser un schéma de transformation. Le principe de ce schéma de transformation est de « produire des éclats en fracturant violemment un bloc, et les destiner à recevoir une mise en forme générale rapide ou localisée à la seule partie active » (Averbouh, 2000, vol 1, p. 166). Soulignons là encore une restriction de la définition de la fracturation à une action par éclatement, avec pour objectif une production d'un équipement morphologiquement simple et rapide à obtenir.

Il ressort de ces quelques rappels de définitions que la « fracturation » est principalement liée à une action par éclatement d'un bloc, avec pour objectif la production de supports peu standardisés, qui sont rapidement mis en forme. Et c'est bien sous ce sens-là que nous avons fini par nous approprier le terme « fracturation ». De ce fait, au

cours de nos travaux de thèse, lorsque nous avons identifié un travail par fracturation, c'était bien d'un travail opéré au moyen de techniques par éclatement qu'il s'agissait (*sensu* Averbouh et Provenzano, 1998-1999, *i. e.* éclatement par percussion directe, indirecte ou flexion). Les techniques d'enlèvement, opérant par détachement de portions de matière, n'ont pas été considérées comme relevant d'une fracturation. Dans le cadre de cet article, et pour aller dans le sens d'une clarification et d'une uniformisation des terminologies employés, nous présentons nos résultats en les adaptant aux propositions terminologiques développées au sein du thème « Ressources animales » (Christensen, 2015 et Goutas et Christensen, ce volume).

L'emploi de techniques de fracture (donc *sensu* Christensen, 2015) est associé à la présence d'un stigmate typique dit « principal », le pan de fracture, dont l'étude des variations de morphologie peut permettre de préciser le type d'action sur la matière : par percussion surfacique directe ou indirecte (éclatement et retouche), par percussion linéaire directe ou indirecte (fendage) ou par flexion.

### Variabilité du pan de fracture

Comme nous le verrons, les populations mésolithiques ont principalement employé des techniques de fracture pour travailler l'os, nous nous concentrerons donc sur cette matière première pour discuter de la variabilité des pans de fracture associés à ces différentes techniques. Plusieurs paramètres peuvent faire varier la morphologie des pans de fracture et des produits obtenus :

- la provenance anatomique de l'os. Ainsi, les métapodes possèdent une diaphyse très rectiligne, dont la disposition des fibres osseuses est régulière et parallèle à l'axe longitudinal. L'emploi de techniques d'éclatement pour le débitage des métapodes, qu'il s'agisse de percussion surfacique ou linéaire, permet de produire des fractures longues, d'orientation parallèle à l'axe longitudinal de l'os et donc d'obtenir des produits plus allongés que dans le cas des autres os longs (Tartar, 2009, p. 103 ; Treuillot, 2016 et ce volume). Exploitation alimentaire et exploitation technique de l'os ont pu avoir été menées de front via ces différentes techniques : leur emploi a permis d'avoir accès à la moelle, tout en produisant des supports plats de formes plus ou moins déterminées.

- l'état de fraîcheur de la matière. L'onde de choc résultant d'une percussion diffuse se propagera différemment selon le degré de fraîcheur de l'os. Il existe une grande variété de morphologies de pans de fracture selon le degré de fraîcheur de l'os (synthèse dans Lyman, 1994), d'autant que la dessiccation de la matière est progressive. Ainsi, aux deux états (frais ou sec) les plus fréquemment considérés, il conviendrait de rajouter un état intermédiaire, correspondant à l'état de fraîcheur d'un os entre environ dix jours et trois mois (Provenzano, 2001 p. 154). Néanmoins, l'angle formé entre le pan de fracture et la surface de l'os, ainsi que l'aspect de surface des pans de fracture, peuvent être de bons indicateurs de l'état de fraîcheur de la matière (Villa et Mahieu, 1991). Cet angle est droit dans le cas d'une fracture sur os sec

et aigu ou obtus dans le cas d'une fracture sur os frais. La surface du pan de fracture est irrégulière dans le cas d'une fracture sur os sec. Elle est lisse, voire légèrement concave ou convexe (Provenzano, 2001 p. 154), dans le cas d'une fracture sur os frais.

– la technique employée. En cas d'éclatement, soit l'application d'une force brusque et violente, les fibres osseuses sont cassées. En revanche, en cas de fendage, soit l'application d'une force exercée en continu, les fibres osseuses sont déchirées. Ainsi, l'emploi du fendage permettrait d'obtenir des produits allongés plus facilement que par l'emploi de l'éclatement par percussion diffuse directe (ETTOS, 1985). Néanmoins, de récents travaux expérimentaux amènent à fortement nuancer cette hypothèse (Treuillot, 2016 et ce volume).

– la présence d'une préparation préalable à la mise en œuvre d'une technique de fracture (le procédé employé). La réalisation d'une incision, d'une rainure ou d'une gorge permet de guider la ligne de fracture. Plus la préparation est soignée (au niveau de sa profondeur, de sa périphérie, etc.), moins la ligne de fracture a tendance à suivre l'orientation longitudinale naturelle des fibres osseuses (Averbouh, 2000).

Quatre éléments sont donc principalement observés sur un éclat osseux : la morphologie générale de la pièce, l'orientation des différents pans de fracture visibles (longitudinale, transversale, oblique ou spiralee), l'aspect de surface des pans de fracture (lisse, irrégulier) et l'angle des pans de fracture et de la surface de l'os (aigu, obtus, droit). L'ensemble de ces éléments permet de définir une grille de lecture pour déterminer les modalités de fracturation d'un os. Il s'agit tout d'abord de cerner si la fracture a été anthropique ou non (animale, post-dépositionnelle, etc.) puis, dans le cas d'une fracture anthropique, de cerner quelle(s) technique(s) a/ont été utilisée(s) et si elle(s) a(ont) été employée(s) dans un objectif technique, alimentaire ou mixte, si tant est que la distinction soit possible.

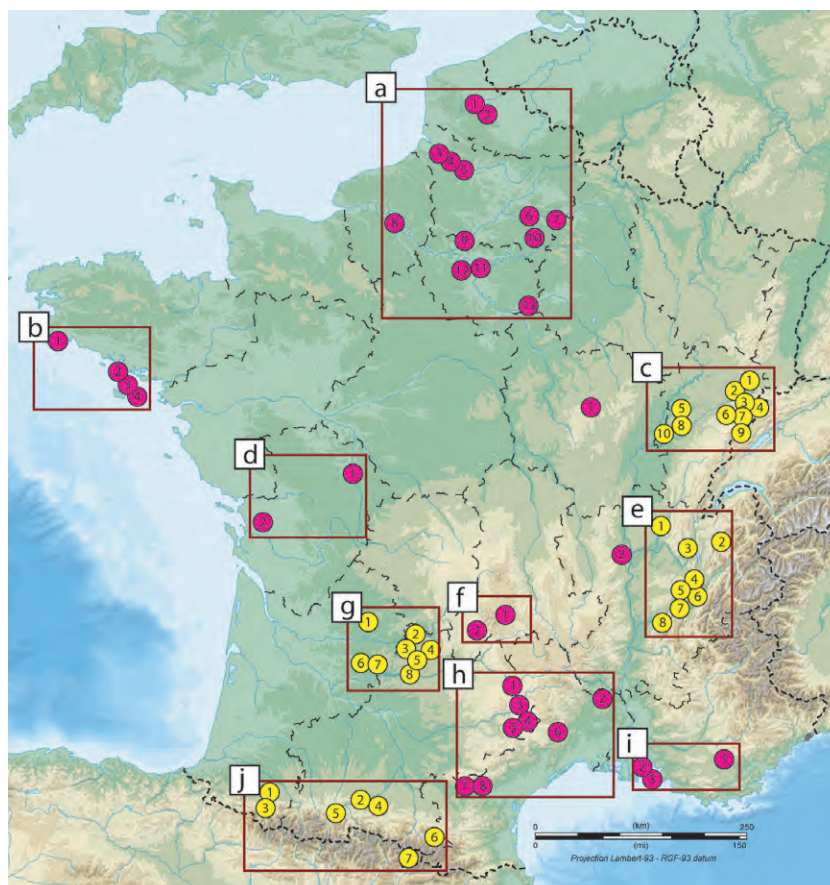
Pour autant, la prise en compte de ces critères, de par leur importante variabilité individuelle, ne permet pas de discriminer de manière certaine les techniques employées (percussion surfacique ou percussion linéaire, qu'elle soient directe ou indirecte) qu'à l'échelle d'un assemblage osseux homogène et non d'une seule pièce isolée, et ce au moyen d'un traitement statistique, complété par d'autres critères quantitatifs (Lyman, 1994) et qualitatifs, en prenant en compte d'autres stigmates qualifiés de « secondaires », *sensu* Christensen, 2015 (Goutas et Christensen, ce volume). Dans le cas d'une pièce isolée, « individual pieces can be identified as the result of hammerstone breakage only if they preserve impact notches with incompletely detached microflakes, possibly in association with percussion pits and grooves, or if the archaeological context points unequivocally to that interpretation. » (Villa et Mahieu, 1991, p. 45). La grille de lecture fondée sur l'observation de la morphologie générale d'une pièce, l'aspect de surface des pans de fracture, l'angle des pans de fracture et de la surface de l'os et l'orientation des différents pans de fracture visibles, n'est donc qu'indicative.

## Matériel étudié

Dans le cadre d'une première caractérisation du travail des matières osseuses par les populations mésolithiques dans le Sud et l'Est de la France, un inventaire exhaustif des sites mésolithiques français ayant livré de l'industrie osseuse a été réalisé : soixante-sept sites ont été dénombrés (Marquebelle, 2014 et fig. 1). Cette première caractérisation s'insère dans le cadre macro-régional du Sud et de l'Est de la France, avec des sites répartis au sein de quatre zones géographiques distinctes : Pyrénées (fig. 1, zone j), Causses-Aquitaine (fig. 1, zone g), Alpes-Isère (fig. 1, zone e) et Jura-Franche-Comté (fig. 1, zone c). Le choix de ces zones a été fait en fonction de trois critères convergents : la présence de conditions taphonomiques favorables à la conservation des matières osseuses (contexte calcaire); la possibilité de disposer d'un corpus couvrant l'intégralité des temps mésolithiques ainsi qu'un vaste territoire géographique; l'existence de recherches archéologiques qui, si elles ne sont pas toutes récentes, sont néanmoins nombreuses et souvent pluridisciplinaires (voir notamment pour la zone Pyrénées : Guilaine *et al.*, 1993; Guilaine et Martzluft, 1995; Barbaza et Martzluft, 1995; Barbaza *et al.*, 1999; pour la zone Causses-Aquitaine : Barbaza *et al.*, 1991; Valdeyron, 2000; Valdeyron *et al.*, 2011; pour la zone Alpes-Isère : Bintz, 1999; Nicod *et al.*, 2012; Angelin *et al.*, 2015; pour la zone Jura-Franche-Comté : Cupillard et Richard, 1998; Thévenin, 1999).

Sur les trente-trois sites regroupés dans les quatre zones d'étude sélectionnées, les séries de huit sites ont été écartées, soit parce que les informations disponibles ne permettaient pas de réaliser une étude précise du travail des matières osseuses (c'est le cas de l'abri des Cabônes fig. 1, c8), soit parce que l'attribution du matériel au Mésolithique était sujette à caution (c'est le cas des sites de la grotte de la Roche fig. 1, c5, du Martinet fig. 1, g6, du Roc Allan fig. 1, g7, de la grotte de Bignalats fig. 1, j1 et de la grotte du Trou Violet fig. 1, j4), soit parce que la datation des niveaux mésolithiques était imprécise (c'est le cas de Rochedane fig. 1, c3 et de l'abri de Roche-Chèvre fig. 1, c6). La caractérisation technique et économique du travail des matières osseuses durant le Mésolithique dans les zones étudiées repose donc sur les séries issues des vingt-cinq sites fiables.

Les larges extensions chronologiques et géographiques du corpus ont permis d'aborder de multiples ensembles chrono-culturels, même si des déséquilibres quantitatifs importants peuvent exister d'une série à l'autre (tabl. 1). D'un point de vue chronologique, les différentes phases du Mésolithique sont diversement renseignées, les occupations du Mésolithique moyen étant majoritaires. D'un point de vue géographique, les sites étudiés forment un maillage très irrégulier du territoire français (les abris et cavités sont les types de sites majoritairement représentés, à l'inverse des sites de plein air). Les résultats de nos travaux sont présentés ci-après suivant une organisation chronologique.



**Fig. 1** – Localisation des sites mésolithiques ayant livré de l'industrie osseuse en France. a : zone Paris-Nord; b : zone Bretagne; c : zone Jura-Franche-Comté; d : zone Grand Ouest; e : zone Alpes-Isère; f : zone Massif Central-Auvergne; g : zone Causse-Aquitaine; h : zone Massif Central-Languedoc; i : zone Sud-Est; j : zone Pyrénées. En jaune, les sites dont le matériel a été étudié : a1 : Isbergues; a2 : Béthune; a3 : Fontaine-sur-Somme; a4 : le Marais; a5 : le Petit Marais; a6 : Crouy; a7 : Concevreux; a8 : Alizay; a9 : Prés-Saint-Laurent; a10 : la Sablonnière; a11 : la Haute-Île; a12 : 62, rue Henry-Farman; a13 : Noyen-sur-Seine; b1 : Beg an Dorchemn; b2 : Téviéc; b3 : Beg-er-Vil; b4 : Hoëdic; c1 : abri inférieur de Chataillon; c2 : abri de Bavans; c3 : Rochedane; c4 : Baume de Montandon; c5 : grotte de la Roche; c6 : abri de Roche-Chèvre; c7 : abri de Gigot 1; c8 : abri des Cabônes; c9 : abri de la Roche-aux-Pêcheurs; c10 : Choisey; d1 : abri de Bellefonds; d2 : la Grange; e1 : abri du Roseau; e2 : Vieille-Église; e3 : Sous-Balme; e4 : grotte de Jean-Pierre 1; e5 : les Balmettes; e6 : station de l'Aulp du Seuil; e7 : la Grande Rivoire; e8 : abri du Pas de la Charmate; f1 : Cuze de Neussargues; f2 : les Baraquettes; g1 : grotte de Rouffignac; g2 : les Fieux; g3 : Cuzoul de Gramat; g4 : grottes des Escabasses; g5 : grotte du Sanglier; g6 : le Martinet; g7 : le Roc Allan; g8 : abri de Fontfaurès; h2 : Clos de Poujol; h3 : Baume de Montclus; h4 : les Salzets; h5 : les Usclades; h6 : le Roc Troué; h7 : Abbé Pialat; h8 : grotte Gazel; h9 : Balma de l'Abeurador; i1 : Balme de Fontbrégoua; i2 : abri Cornille; i3 : abri de la Font-des-Pigeons; j1 : grotte de Bignalats; j2 : la Tourasse; j3 : grotte du Poeymaü; j4 : grotte du Trou Violet; j5 : grotte-abri du Moulin; j6 : Roc de Dourgne; j7 : Balma Margineda; 1 : le Poron des Cueches; 2 : 14, rue des Tuileries (fond de carte Wikimedia Commons et DAO B. Marquabielle).

**Fig. 1** – Location of the Mesolithic sites which yielded bone artefacts in France. a: Paris-Nord area; b: Bretagne area; c: Jura-Franche-Comté area; d: Grand Ouest area; e: Alpes-Isère area; f: Massif Central-Auvergne area; g: Causse-Aquitaine area; h: Massif Central-Languedoc area; i: Sud-Est area; j: Pyrénées area. The yellow dots highlight sites the bone assemblages of which were analysed: a1: Isbergues; a2: Béthune; a3: Fontaine-sur-Somme; a4: le Marais; a5: le Petit Marais; a6: Crouy; a7: Concevreux; a8: Alizay; a9: Prés-Saint-Laurent; a10: la Sablonnière; a11: la Haute-Île; a12: 62, rue Henry-Farman; a13: Noyen-sur-Seine; b1: Beg an Dorchemn; b2: Téviéc; b3: Beg-er-Vil; b4: Hoëdic; c1: abri inférieur de Chataillon; c2: abri de Bavans; c3: Rochedane; c4: Baume de Montandon; c5: grotte de la Roche; c6: abri de Roche-Chèvre; c7: abri de Gigot 1; c8: abri des Cabônes; c9: abri de la Roche-aux-Pêcheurs; c10: Choisey; d1: abri de Bellefonds; d2: la Grange; e1: abri du Roseau; e2: Vieille-Église; e3: Sous-Balme; e4: grotte de Jean-Pierre 1; e5: les Balmettes; e6: station de l'Aulp du Seuil; e7: la Grande Rivoire; e8: abri du Pas de la Charmate; f1: Cuze de Neussargues; f2: les Baraquettes; g1: grotte de Rouffignac; g2: les Fieux; g3: Cuzoul de Gramat; g4: grottes des Escabasses; g5: grotte du Sanglier; g6: le Martinet; g7: le Roc Allan; g8: abri de Fontfaurès; h2: Clos de Poujol; h3: Baume de Montclus; h4: les Salzets; h5: les Usclades; h6: le Roc Troué; h7: Abbé Pialat; h8: grotte Gazel; h9: Balma de l'Abeurador; i1: Balme de Fontbrégoua; i2: abri Cornille; i3: abri de la Font-des-Pigeons; j1: grotte de Bignalats; j2: la Tourasse; j3: grotte du Poeymaü; j4: grotte du Trou Violet; j5: grotte-abri du Moulin; j6: Roc de Dourgne; j7: Balma Margineda; 1: le Poron des Cueches; 2: 14, rue des Tuileries. (base map Wikimedia Commons and CAD B. Marquabielle).



	Mésolithique ancien					Mésolithique moyen					Mésolithique récent-final					Total
	Os	Bois	Dent	Ind.	Total	Os	Bois	Dent	Ind.	Total	Os	Bois	Dent	Ind.	Total	
Pyrénées (zone j)	17	2	6	0	25	14	4	9	0	27	11	5	0	0	16	68
Causses-Aquitaine (zone g)	11	11	3	5	30	4	104	2	0	110	26	85	28	0	139	279
Alpes-Isère (zone e)	5	3	0	0	8	18	34	4	1	57	4	7	1	0	12	77
Jura-Franche-Comté (zone c)	1	0	0	0	1	17	9	1	0	27	6	4	3	2	15	43
Total	34	16	9	5	64	53	151	16	1	221	47	101	32	2	182	467

**Tabl. 1** – Effectif des pièces d'industrie osseuse étudiées, par zone et par période.

**Table 1** – Number of the analysed bone industry pieces, by area and by period.

## RÉSULTATS

### Le travail des matières osseuses au moyen de techniques de fracture au Mésolithique ancien

Durant le Mésolithique ancien, l'emploi de techniques de fracture a été particulièrement mis en évidence dans le cas du travail de l'os. Ainsi, sur les trente-quatre pièces en os connu pour cette période, toutes zones géographiques confondues, la moitié présentent des pans de fractures longitudinaux. Dans les Pyrénées, les techniques de fracture ont été appliquées au niveau des diaphyses d'os longs, à l'état frais. Au Poeymaü, treize pièces, principalement des poinçons, présentent ainsi des pans de fractures longitudinaux, sur un total de dix-sept pièces. Dans le cas d'un lissoir et d'un poinçon, la présence de bulbes de percussion est une preuve directe de l'emploi de cette technique (fig. 2, n<sup>os</sup> 1 et 2). Dans le cas des autres pièces présentant des pans de fracture, l'absence de stigmates secondaires discriminants ne permet pas de conclure catégoriquement à l'emploi de l'éclatement ou du fendage. Néanmoins, les pièces, pour la plupart des poinçons (quelques exemples fig. 2, n<sup>os</sup> 2 à 5, 7 et 8), présentent une faible longueur et une très faible largeur, correspondant le plus souvent à moins d'un quart de la circonférence de la diaphyse osseuse dont elles sont issues. De plus, si leur contour s'inscrit généralement dans un triangle effilé, la morphologie des bords des pièces présente une certaine variabilité et les bords sont fréquemment constitués de pans de fracture discontinus ou spiralés. Les supports employés sont fins, étroits et relativement peu standardisés. Ces éléments évoquent davantage des esquilles résultant d'un éclatement d'os longs par percussion directe plutôt que d'un fendage d'os long par percussion indirecte. Un poinçon sur esquille de même type a été mis au jour en zone Causses-Aquitaine, sur le site des Fieux, et trois autres poinçons en zone Alpes-Isère, sur les sites de Jean-Pierre 1 et Culoz.

L'ensemble de ces pièces attesterait donc plutôt de l'utilisation de techniques de fracture par éclatement des os longs, pour l'obtention de supports plats et allongés, qui ont majoritairement été façonnés en poinçons. Il n'est,

en revanche, pas possible de déterminer si l'on s'agit d'un débitage de première intention (dans le but d'obtenir des supports) ou d'une fracture à but alimentaire, certaines des éclats produits ayant été récupérée *a posteriori* en tant que support. Il est important en revanche de souligner que ces techniques de fracture sont quasi exclusivement les seules techniques identifiées qui semblent directement en lien avec le débitage de l'os, sachant que la moitié des pièces en os ont fait l'objet d'un façonnage important et/ou intégral, qui a effacé les stigmates de débitage (la seule exception notable concerne un fragment de métapode mis au jour à Rouffignac présentant un pan de rainurage qui pourrait être en lien avec un débitage longitudinal de l'os). Les outils utilisés pour éclater les os et leurs caractéristiques n'ont pu être précisément identifiés. Néanmoins, dans le cas du lissoir évoqué plus haut, un galet présentant une partie active contondante, d'un poids et d'une forme permettant une utilisation d'une seule main, peut tout à fait être suffisant pour créer les stigmates visibles sur la pièce.

Il est possible que la percussion directe diffuse ait été utilisée également pour le travail du bois de cerf. En effet, quelques déchets et des objets finis mis au jour en zone Causses-Aquitaine (principalement sur les sites de Rouffignac et des Fieux), ainsi qu'une pièce mise au jour en zone Alpes-Isère (sur le site des Balmettes), présentent des pans de fractures transversaux, soit en ligne continue, soit en dents de scie, associés à des plages de négatifs d'enlèvement (ou pans de coupe *sensu* Christensen, 2015 ; ici : fig. 3). Ces stigmates témoignent de l'application d'un procédé de sectionnement, associant une technique de préparation de la ligne de fracture (par entaillage uniface ou périphérique) et une technique de détachement (par percussion diffuse directe ou flexion, dans le cas des pans de fractures les plus irréguliers). Ces pièces peuvent être globalement associées à un débitage par tronçonnage du bois, dont l'objectif le plus probable semble être la production de supports en tronçons, sur andouillers et merrains.

L'emploi du fendage n'a été formellement identifié que dans les Pyrénées, dans le cadre du travail d'une canine de sanglier mâle, provenant du site du Poeymaü. La pièce présente deux pans de fracture longitudinaux, à la surface lisse, qui se développent depuis la partie proximale de la pièce suivant le bord antérieur et le bord interne de la dent

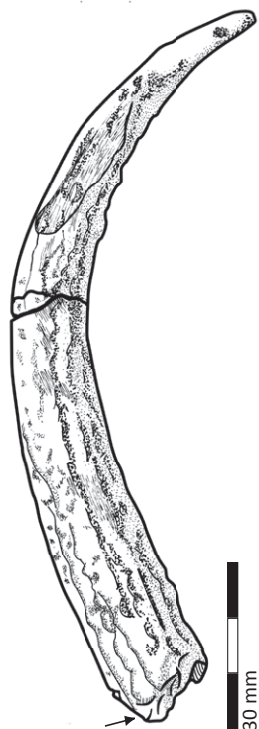


**Fig. 2** – 1 à 5, 7 et 8 : outils en os ; 6 : outil en canine de sanglier provenant des niveaux du Mésolithique ancien de la grotte du Poeymaü. Repérés par des flèches, les stigmates de percussion diffuse directe (clichés et DAO B. Marquebielle).  
**Fig. 2** – 1 to 5, 7 and 8: tools made of bone; 6: lower canine of male wild boar stemming from the Early Mesolithic layers of the Poeymaü cave. The arrows indicate marks left by direct percussion (photographs and CAD B. Marquebielle).

(fig. 2, n° 6), et se rejoignent en partie distale de la pièce. Ce type de pièce a été reproduit expérimentalement, en réalisant le fendage d'une canine à l'aide d'un coin en os, inséré au niveau de la base creuse de la dent. L'objet fini en dent de sanglier découvert au Poeymaü ne présente aucun stigmatte indiquant une préparation préalable de la ligne de fracture (pan de rainurage par exemple). Il est possible que le fendage ait été réalisé directement par percussion indirecte ou bien que les traces de cette préparation aient été effacées par le façonnage ultérieur par raclage, visible à la surface de la pièce.

### Le travail des matières osseuses au moyen de techniques de fracture au Mésolithique moyen

Comme durant la période précédente, l'emploi de techniques de fracture a été bien mis en évidence dans le



**Fig. 3** – Andouiller sectionné provenant des niveaux du Mésolithique ancien des Fieux. Repérés par une flèche, les stigmates d'entaillage (dessin B. Marquebielle).  
**Fig. 3** – Cut off tine stemming from the Early Mesolithic layers of Les Fieux. The arrows indicate marks left by sectioning (drawing B. Marquebielle).

cas du travail de l'os, mais dans une moindre proportion puisque seulement un quart des pièces en os présentent des pans de fractures clairement identifiables. Ces pièces se concentrent principalement dans les zones Pyrénées et Alpes-Isère. Les techniques de fracture ont été appliquées le plus souvent au niveau des diaphyses d'os longs à l'état frais ce qui a conduit à la création de pans de fracture d'orientation parallèle à l'axe longitudinal des os. La surface de ces pans est lisse et elle forme un angle aigu ou obtus avec la surface de l'os. On n'observe aucun stigmate direct découlant du contact entre la matière travaillée et un percuteur (écrasement, bulbe de percussion etc.), qui attesterait catégoriquement de l'emploi de l'éclatement. Néanmoins, comme à la période précédente, les supports obtenus évoquent davantage des esquilles résultants d'un éclatement par percussion directe plutôt qu'un fendage par percussion indirecte, au vu de la relative variabilité et irrégularité des pans de fracture constituant les bords. Des os longs de moyens mammifères semblent donc avoir fait l'objet d'un débitage par fracturation conduit par percussion diffuse directe, de manière à obtenir des supports

sous forme d'éclats plats et allongés. Encore une fois, le statut exact de cette fracturation est sujet à caution (réel débitage ou bien récupération de supports de morphologie idoine, parmi les déchets de boucherie). De manière anecdotique, l'emploi de la retouche par percussion diffuse est à signaler, sur deux pièces en os et une pièce en dent de sanglier, à la Grande Rivoire.

Quelques pièces en bois de cerf, dans les Pyrénées (au Poeymaü) et dans les Alpes (à la Vieille Église et à la Grande Rivoire), pourraient témoigner de l'emploi de la percussion diffuse directe dans le cadre de procédés de sectionnement appliqués à des andouillers. Ces pièces présentent des pans de fracture en ligne continue, d'orientation perpendiculaire à l'axe longitudinal des pièces et d'incidence verticale. Ils pourraient être le résultat d'une percussion directe, réalisée pour produire un tronçon de bois suite à une préparation par entaillage ou sciage.

L'emploi du fendage a été identifié dans le cadre du travail des canines de sangliers mâles, dans les Pyrénées. Les pièces du Poeymaü et de la grotte-abri du Moulin présentent en effet des pans de fracture à la surface lisse, d'orientation parallèle à l'axe longitudinal des canines,

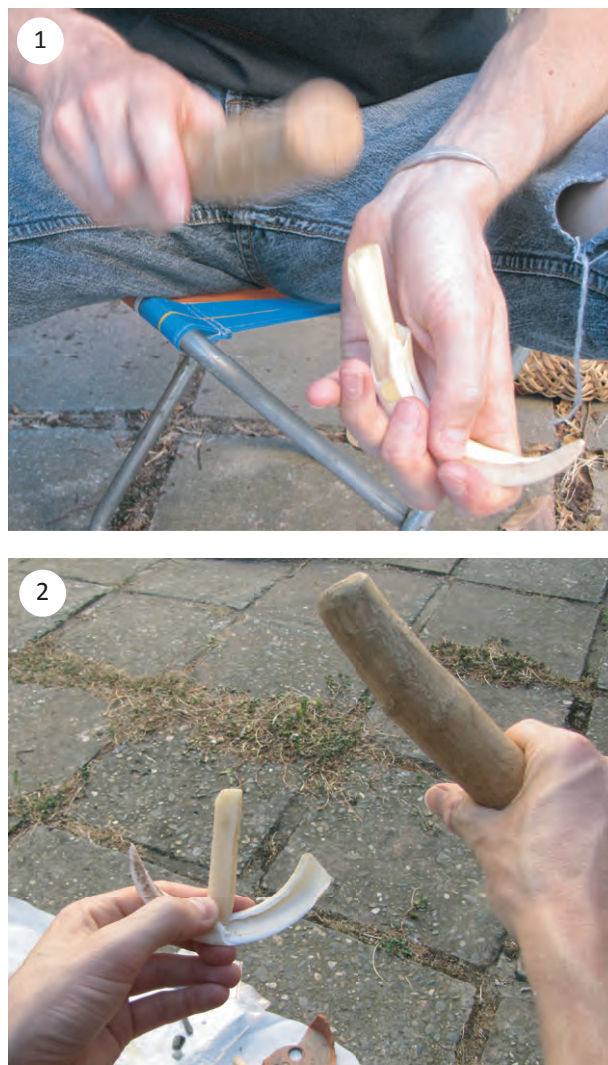


**Fig. 4** – Outils en canines de sanglier provenant des niveaux du Mésolithique moyen, 1 : grotte du Poeymaü ; 2 et 3 : grotte-abri du Moulin. Repérés par des flèches, les stigmates de percussion indirecte (clichés et DAO B. Marquebielle).

**Fig. 4** – Tools made of lower canines of wild boar stemming from Middle Mesolithic layers, 1: Poeymaü cave; 2 and 3: grotte abri du Moulin. The arrows indicate marks left by indirect percussion (photographs and CAD B. Marquebielle).

qui se développent en suivant le bord antérieur et la face postérieure (fig. 4). Ces stigmates se rapprochent de ceux reproduits expérimentalement, en réalisant le fendage d'une canine à l'aide d'un coin en os inséré au niveau de la base creuse de la dent (fig. 5, n° 1). De plus, sur une des pièces du Poeymaü, le pan de fracture localisé sur la face postérieure se développe en suivant le fond d'un pan de rainure longitudinal, en partie emporté par une série de pans d'enlèvement. Expérimentalement, ces pans d'enlèvement correspondent aux stigmates obtenus lors de l'insertion d'une pièce intermédiaire par percussion (coin en os de faible largeur), dans le fond d'une rainure longitudinale unilatérale préalablement aménagée (fig. 5, n° 2). Cette pièce atteste donc de l'application d'un procédé de fendage appliqué à la canine de sanglier, associant un rainurage longitudinal et une percussion indirecte. Le rainurage a permis de préparer une zone de moindre résistance, dans l'axe longitudinal de la dent. Puis l'emploi de la percussion indirecte a permis d'initier deux lignes de fracture qui se sont propagées, pour l'une suivant le fond du rainurage et pour l'autre, suivant le bord antérieur de la canine. À la grotte-abri du Moulin, aucun stigmate de préparation par rainurage n'a été identifié, mais la morphologie et la localisation des pans de fracture des pièces sur canines de sanglier sont identiques à celles du Poeymaü. Il est possible que les stigmates de la préparation par rainurage et de l'insertion d'un coin aient été effacés lors du façonnage des supports, mais il est également possible que le débitage de la dent ait été réalisé directement, par insertion du coin dans la base creuse de la canine, suivant l'axe sagittal de la dent. Ces différentes modalités d'exploitation de la canine de sanglier relèvent du débitage par bipartition, qui a permis la production de supports plats et allongés, façonnés par raclage en outils à biseau latéral.

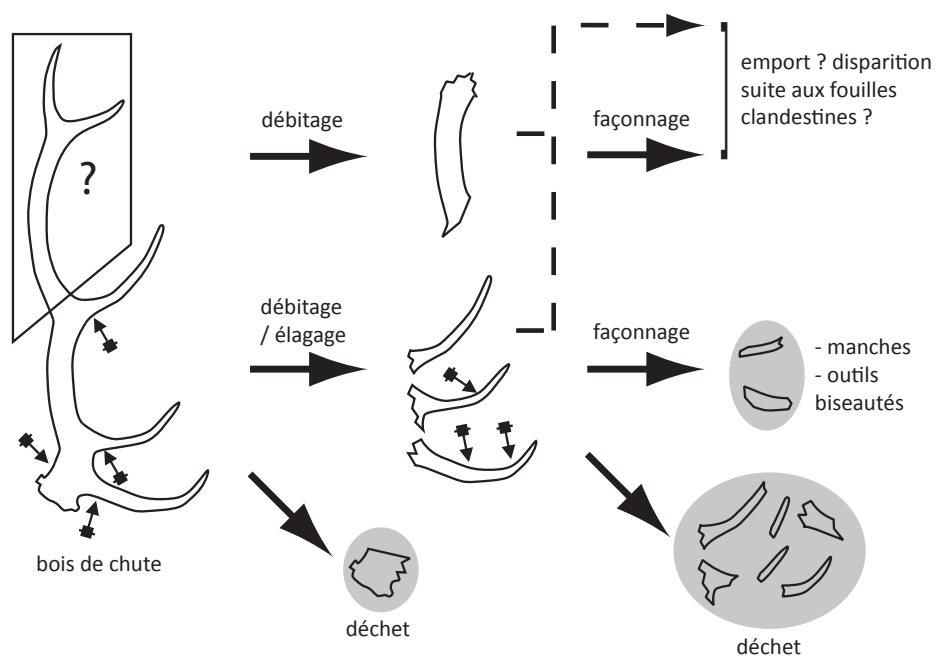
La technique de fracture par flexion a été utilisée préférentiellement dans le cadre du travail du bois de cerf. En zone Causses-Aquitaine, la majorité des pièces en bois de cerf présente des pans de fracture d'incidence verticale à oblique par rapport au plan de débitage, d'orientation globalement perpendiculaire à l'axe des fibres et une ligne de fracture en dents de scie, évoluant parfois en languette. Ces pans de fracture sont le plus fréquemment associés à des plages de pans de coupe et, parfois, à des sillons de sciage (sur les sites de la Grande Rivoire et de la Vieille Église, dans les Alpes). Dans tous les cas, ces pans de fracture sont le résultat d'un procédé de sectionnement, associant une préparation de la ligne de fracture (par entaillage ou sciage) et un détachement par flexion (en zone Causses-Aquitaine, le sectionnement du bois de cerf a parfois été réalisé directement par flexion sur des pièces de faible diamètre comme des extrémités d'andouillers). Ce procédé a été appliqué à l'ensemble des éléments de la ramure (merrain, andouillers, empaumure). Deux variantes principales de débitage ont été identifiées, particulièrement en zone Causses-Aquitaine, grâce à l'étude du matériel de la grotte du Sanglier : le débitage de tronçons sur andouiller et le débitage de tronçons sur merrain A.



**Fig. 5** – Deux utilisations de la percussion indirecte pour fendre une canine de sanglier, postérieurement au creusement d'une rainure en face postérieure, 1 : insertion d'un coin en os dans la racine creuse de la dent et suivant son axe longitudinal ; 2 : insertion d'un coin en os dans le fond de la rainure et perpendiculairement à l'axe longitudinal de la dent (clichés N. Cavanhié).

*Fig. 5* – Two examples of the use of indirect percussion to split a lower canine of wild boar, subsequently to the scoring of a groove on the posterior face, 1 : insertion of a bone wedge in the cavity of the tooth root, following its longitudinal axis; 2 : insertion of a bone wedge in the deepest point of the groove perpendicularly to the longitudinal axis of the tooth (photographs N. Cavanhié).

Dans la première variante (fig. 6), les zones de jonction entre les merrains et les andouillers (basilaires, surandouillers et andouillers centraux) présentent les stigmates d'un sectionnement systématique. Ce débitage des andouillers a pu avoir été réalisé avec trois objectifs possibles : un élagage des bois, la production de supports en volume sur andouillers entiers, ou encore la production de blocs secondaires, eux-mêmes tronçonnés en supports en volume plus petits et/ou refendus longitudinalement. Les supports des quelques objets finis sur andouillers correspondent au troisième objectif : il s'agit soit



**Fig. 6** – Proposition schématique de l’exploitation du bois de cerf durant le Mésolithique moyen sur le site de la grotte du Sanglier, en grisé : les types de pièces retrouvés sur le site (DAO B. Marquebielle).

**Fig. 6** – Diagram of antler exploitation during the Middle Mesolithic at the Sanglier cave, in grey: the types of the pieces discovered at the site (CAD B. Marquebielle).

de supports cylindriques issus du tronçonnage d’un andouiller, soit de supports de section semi-anatomique, issus du fendage d’un andouiller. Un tronçon sur andouiller a été partiellement évidé pour constituer un manche. Deux autres tronçons sur andouiller ont vraisemblablement fait l’objet d’un fendage et d’un biseautage pour en faire des outils à biseau distal. Dans tous les cas, les techniques et procédés mis en jeu lors du débitage et du façonnage de ces pièces n’ont pu être clairement identifiés : il est donc difficile de faire le lien entre les andouillers sectionnés entiers et ces pièces.

Dans la seconde variante (fig. 6), le débitage de tronçons sur merrain A, les informations sont très lacunaires, les pièces sur merrain étant très rares parmi le matériel et aucune ne constituant un support ou un objet fini. Le merrain A a fait l’objet d’un sectionnement oblique systématique et stéréotypé (préparé par le creusement d’une gorge par entaillage puis réalisé par flexion dans l’axe antéro-postérieur du bois) au niveau de son extrémité proximale. Ce sectionnement est attesté par la présence de plusieurs bases entaillées (sept sur un total de neuf mises au jour, les deux bases restantes étant trop mal conservées pour déterminer si le merrain a été, ou non, sectionné par entaillage). Il semble également que le merrain ait fait l’objet d’un sectionnement au niveau de son extrémité distale : plusieurs déchets sont en effet localisés au niveau de la jonction merrain/andouiller central. Ces pièces sont néanmoins bien moins nombreuses que les bases entaillées. Ces différents déchets sont malheureusement impossibles à

relier entre eux par le biais des remontages par défaut (*sensu* Averbouh, 2000), de par l’absence de pièces sur merrain correspondantes. Le débitage du merrain semble donc avoir relevé d’un tronçonnage, mais les objectifs ne peuvent être formulés qu’à titre d’hypothèse. Il est possible que le sectionnement de la partie proximale du merrain et le sectionnement de la partie distale aient été réalisés sur les mêmes bois. Selon cette hypothèse, et si l’on y ajoute le fait que les andouillers ont systématiquement été sectionnés, l’objectif du débitage aurait pu être la production d’un support en volume ou d’un bloc secondaire, constitué, en fonction de la localisation du sectionnement distal, soit du merrain A seul, soit du merrain A et de la zone de jonction avec l’andouiller central. Même en l’absence de produits finis sur merrain, l’identification de cette seconde variante nous semble pertinente, du fait du nombre de bases entaillées, qui s’expliquerait plus difficilement si la production de supports sur andouillers constituait l’objectif privilégié.

### **Le travail des matières osseuses au moyen de techniques de fracture au Mésolithique récent**

Les stigmates de la percussion diffuse directe ont été relevés sur quelques pièces en os et en bois de cerf provenant des séries du Mésolithique récent. En zone Causses-Aquitaine, une pièce en os du Cuzoul de Gramat, identifiée comme un possible lissoir sur fémur de cerf, présente des pans de fracture bilatéraux, d’incidence rasante par rap-



**Fig. 7** – Lissoir sur os provenant des niveaux du Mésolithique récent-final du Cuzoul de Gramat. Repérés par une flèche, les stigmates de percussion diffuse directe (clichés et DAO B. Marquebielle).

*Fig. 7 – Polisher stemming from the Late/Final Mesolithic layers of Cuzoul de Gramat. The arrow indicates the marks left by direct percussion (photographs and CAD B. Marquebielle).*

port au plan frontal, et qui se développent sur toute la longueur des bords (fig. 7). La surface des pans forme un angle aigu avec la face supérieure de la pièce, correspondant à la face externe de l'os. En partie mésiale, les pans de fracture sont interrompus par une série de négatifs d'enlèvement dont la morphologie en encoches est le résultat d'une percussion directe au moyen d'un outil à la partie active contondante (une encoche plus profonde indique une zone précise de contact du percuteur avec l'os). Ces éléments permettent de conclure que ces pans de fracture sont le résultat d'une percussion directe sur un os à l'état frais. En zone Causses-Aquitaine et dans les Alpes, sur plusieurs pièces en bois de cerf, ont été identifiés des pans de fracture présentant une orientation perpendiculaire à l'axe longitudinal des fibres, une incidence verticale et une ligne de fracture en ligne continue. Ils sont associés à des plages de pans d'enlèvement. Ils pourraient être le résultat d'une percussion diffuse directe, réalisée pour sectionner un tronçon de bois suite à une préparation de la zone à sectionner par entaillage.

L'emploi du fendage a été bien identifié dans le cadre du travail des canines de sanglier. En zone Causses-Aquitaine, des pièces en canines de sanglier du Cuzoul de Gramat et des Escabasses présentent, en effet, des pans de fracture généralement en ligne continue, d'orientation parallèle à l'axe longitudinal des canines, qui se déve-

loppent en suivant le bord antérieur et la face postérieure de la dent. Plusieurs pièces présentent des séries de pans d'enlèvement, associés à des pans de rainure, qui se développent le long du pan de fracture localisé en face postérieure (fig. 8). Tout comme au Mésolithique moyen, ces éléments permettent de conclure à un débitage des canines de sanglier par bipartition, opéré soit par fendage direct, soit par la biais d'un procédé de fendage associant un rainurage longitudinal préalable à l'emploi d'un coin. L'objectif du débitage a été de produire des supports plats, transformés en divers outils à biseau latéral par un façonnage par raclage porté uniquement au niveau de la



**Fig. 8** – Outils à biseau latéral en canines de sangliers provenant des niveaux du Mésolithique récent-final du Cuzoul de Gramat. Repérés par des flèches, les stigmates de percussion indirecte (clichés et DAO B. Marquebielle).

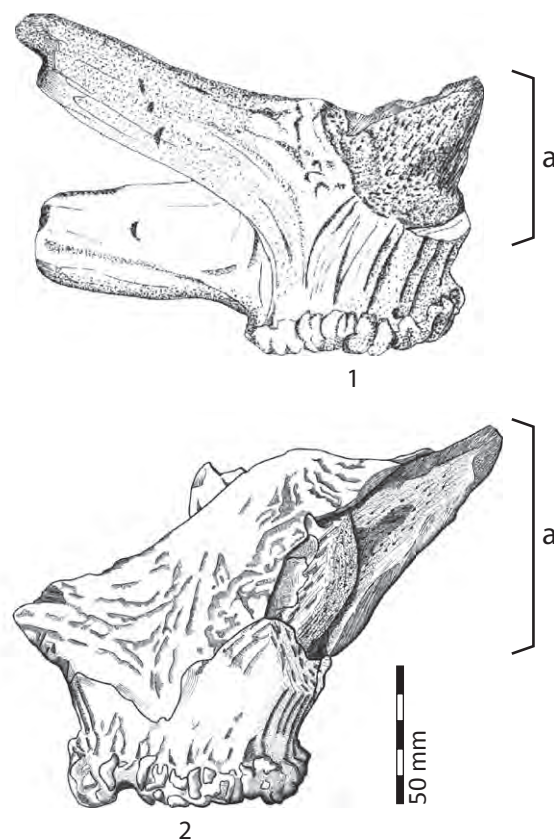
*Fig. 8 – Laterally bevelled tools made from lower canines of wild boar stemming from the Late/Final Mesolithic layers of Cuzoul de Gramat. The arrows indicate the marks left by indirect percussion (photographs and CAD B. Marquebielle).*

face inférieure. Quelques objets finis de ce type, mis au jour en zone Jura Franche-Comté (Baume de Montandon et abri de Gigot), pourraient témoigner d'une exploitation identique des canines de sanglier dans l'est de la France.

En zone Causses-Aquitaine, la majorité des pièces en bois de cerf du Cuzoul de Gramat et des Escabasses présentent des pans de fracture d'incidence verticale à oblique par rapport au plan de débitage, d'orientation globalement perpendiculaire à l'axe des fibres et une ligne de fracture en dents de scie, évoluant parfois en languette. Ces pans sont le résultat d'une fracture par flexion, qui a pu être réalisée directement ou avoir fait l'objet d'une préparation par entaillage ou sciage. Ces diverses variantes ont été différemment appliquées en fonction de la partie de la ramure à sectionner. Ainsi, le sectionnement des andouillers a pu être réalisé en faisant appel à ces trois variantes et le sectionnement direct par flexion a été fréquemment identifié.

Lorsque la ligne de fracture a été préparée, c'est majoritairement par une gorge unificale ou bifaciale, réalisée par entaillage. La préparation par sciage a été plus rare sur les andouillers (seulement quatre pièces identifiées au Cuzoul de Gramat). En revanche, le sectionnement de la partie proximale du merrain a été systématiquement préparé, et majoritairement par sciage : sur les neuf bases de bois dont l'état de conservation est suffisant pour permettre la lisibilité des stigmates, sept sont des bases sciées et seulement deux sont des bases entaillées. La préparation a été unificale, portée au niveau de la face postérieure du bois et le détachement, réalisé par flexion, a abouti à la création d'un pan de fracture très oblique (fig. 9). Une part importante des vestiges en bois de cerf présentent donc des stigmates de l'application de procédés de sectionnement mettant en jeu une technique de fracture, à savoir la flexion. En région Causses-Aquitaine, la quasi-totalité des pièces en bois de cerf sont concernées par l'application de ces procédés, qui relèvent du débitage de la matière première. La détermination des méthodes de débitage a été principalement réalisée par l'étude du matériel du Cuzoul de Gramat, numériquement abondant et varié en termes de types de pièces, ce qui a permis de réaliser des remontages par défaut. Deux variantes parmi ces méthodes ont pu être mises en évidence.

Une première variante a été employée pour produire des tronçons sur andouiller, supports de futurs outils biseautés, même si l'hypothèse d'un élagage des bois doit être envisagée, notamment au vu des très nombreux andouillers sectionnés rapidement par flexion directe. Une seconde variante a été employée pour produire des tronçons sur merrain A. L'objectif de ce débitage a été d'obtenir un support constitué par le merrain A et sa jonction avec l'andouiller central et le merrain B. L'obliquité du pan de fracture au niveau de la partie basilaire semble avoir été recherchée, au vu de la récurrence des stigmates observés. Un sectionnement oblique aurait en effet permis, d'une part, d'obtenir un support conservant une longueur maximale de merrain présentant une surface uniforme (en éliminant la zone de jonction du merrain avec l'andouiller basilaire et le surandouiller) et, d'autre



**Fig. 9** – Déchets de débitage sur parties basilaires de bois de cerf provenant des niveaux du Mésolithique récent-final du Cuzoul de Gramat. La zone repérée « a » correspond à la languette consécutive à un sectionnement par flexion (dessins B. Marquebielle).

*Fig. 9 – Debitage waste of basal parts of antler stemming from the Late/Final Mesolithic layers of Cuzoul de Gramat. The area designated by “a” corresponds to the tongue resulting from breaking by bending (drawings B. Marquebielle).*

part, de préformer la partie active d'un outil à biseau distal, façonné au niveau de la partie anatomique proximale du merrain A (fig. 10). Cette méthode de débitage par tronçonnage du merrain A est associée à la production de supports destinés à être façonnés en objets à biseau distal convexe. L'incertitude du traitement de la partie distale du merrain (correspondant à la partie proximale de l'objet fini) ne permet pas de conclure catégoriquement quant à la morphologie générale de l'objet fini, et notamment quant à la conservation, sur le support, de la jonction entre merrain et andouiller central pour l'aménagement d'un dispositif d'emmanchement.

## DISCUSSION

La mise en perspective diachronique de ces résultats Lamène à deux constatations. D'une part, en fonction des matières premières, les techniques de fracture



**Fig. 10** – Objet à biseau distal convexe en bois de cerf provenant des niveaux du Mésolithique récent-final du Cuzoul de Gramat. La zone repérée « a » correspond à la partie active, en biseau, façonnée sur le négatif de la languette d'arrachement formé lors du débitage, telle que repérée sur la figure 9 (clichés et DAO B. Marquebielle).

**Fig. 10** – Antler artefact with a distal convex bevel stemming from the Late/Final Mesolithic layers of Cuzoul de Gramat. The area designated by “a” corresponds to the bevelled active part, shaped on the removal scar of the tongue formed during the breaking by bending such as identified in figure 9 (photographs and CAD B. Marquebielle).

employées ne sont pas les mêmes, ou leurs places au sein de la chaîne technique de transformation varient. D'autre part, l'emploi des techniques de fracture, pour le travail de chacune des matières osseuses, est globalement constant tout au long du Mésolithique.

Ainsi, en ce qui concerne le travail de l'os, et même si la méthode de débitage des supports n'a pu être déterminée que pour environ un quart des pièces (le façonnage des objets ayant fréquemment effacé les stigmates antérieurs), on constate la récurrence d'un éclatement des os longs par percussion diffuse directe, en vue de produire des supports de morphologie allongée. Ce type de débitage a notamment été reconnu sur le matériel du Mésolithique ancien et moyen, particulièrement pour le débi-

tage des supports de poinçons. Mais cela ne signifie pas nécessairement qu'il a été davantage employé durant ces périodes que durant les périodes récentes. En effet, la part des poinçons sur esquille dans l'équipement est importante au Mésolithique ancien et moyen, tandis qu'elle est plus faible au Mésolithique récent, période durant laquelle la part des poinçons entièrement façonnés et des éléments droits à double pointe (également entièrement façonnés) est importante. Le taux de façonnage moins important des poinçons sur esquille, en comparaison avec les autres types d'objets appointés à fût lisse, a donc permis de déterminer les techniques en jeu pour le débitage des supports ; ces informations étant plus difficiles d'accès pour le Mésolithique récent. Dans les cas où il a été possible de déterminer les modalités de débitage des supports, l'exploitation de l'os a principalement relevé d'un schéma de transformation par fracturation, pour produire tout un panel d'objets appointés à fût lisse de morphologie simple. Il faut néanmoins noter que de rares pièces indiquent un travail plus complexe de l'os, que ce soit au moment du débitage (possible fendage d'os long préparé par rainurage ou extraction de supports faisant intervenir du rainurage Averbouh *et al.*, 2016) ou du façonnage (pièces décorées comme à Rouffignac).

En ce qui concerne le travail du bois de cerf et de la dent, si les techniques de fracture sont toujours employées pour débiter les blocs de matières premières, elles sont associées à d'autres techniques, au sein de procédés de détachement (bois de cervidé) et de fendage (canine de sanglier). L'exploitation du bois de cerf a été orientée très majoritairement, à chaque période, vers la production d'objets sur support en volume, relevant d'un schéma de transformation par tronçonnage. Les bois ont été débités au moyen de procédés de sectionnement associant une technique de préparation de la ligne de fracture (par sciage ou entaillage) et une technique de détachement (par percussion diffuse directe ou flexion). L'objectif du débitage a été l'obtention de supports sur andouillers (façonnés en manches et outils biseautés) et sur merrain A (façonnés en outils biseautés). Si l'impression générale qui se dégage de l'étude de ces débitages est celle d'une recherche de rapidité dans le sectionnement (préparation rarement périphérique, parfois absente, et en conséquence des pans de fracture fréquemment irréguliers), il faut insister sur la récurrence toute particulière des modalités de sectionnement du merrain A, au niveau de sa jonction avec la partie basilaire des bois. La réalisation de remontages par défaut sur le matériel du Cuzoul de Gramat a permis de conclure que l'utilisation de la flexion avait permis de préformer la morphologie de la future partie active des outils lourds biseautés sur merrain, localisée au niveau du pan de fracture oblique obtenu à l'issue du sectionnement.

En ce qui concerne l'exploitation des canines de sanglier, leur exploitation a été orientée, à chaque période, vers la production d'objets sur support plats, relevant d'un schéma de transformation par bipartition. Une préparation a pu être réalisée sous la forme d'une rainure creusée en face postérieure, parallèlement à l'axe longitudinal de la dent. Le détachement des supports a été effectué par l'in-



sersion d'un outil intermédiaire soit dans le fond de la rainure, soit directement dans la base creuse de la dent. L'outil intermédiaire a ensuite été percuté de manière à initier deux lignes de fractures : l'une qui s'est développée en suivant le fond de la rainure et l'autre en suivant le bord antérieur de la dent, qui constitue une ligne de faiblesse naturelle. Les différents supports obtenus ont été façonnés, par raclage, en différents types d'objets à biseau latéral.

À la lumière de ces résultats, le recours à diverses techniques de fracture apparaît donc courant dans la production de l'équipement en matières osseuses au Mésolithique dans le Sud et l'Est de la France. Néanmoins, ce recours se traduit différemment, en fonction des matières premières exploitées. Ces choix pourraient être en partie dictés par les caractéristiques intrinsèques propres de chaque matière première, et ce en fonction des objectifs poursuivis. Ainsi, sur des blocs de matières premières relativement rigides et allongés, dont la disposition des fibres est régulière et longitudinale (les os longs), l'emploi de la percussion diffuse directe a permis d'éclater le bloc en esquilles allongées, ces supports ne nécessitant qu'un façonnage minime pour obtenir des outils appointés. Sur des blocs de matières premières présentant une plus grande rigidité que l'os (les canines de sanglier) mais une ligne de faiblesse naturelle (le bord antérieur de la canine), l'emploi de la percussion indirecte, associé à la réalisation d'une seconde ligne de faiblesse créée par rainurage, a permis la bipartition des blocs. Sur des blocs de matières premières présentant une « élasticité » plus importante que l'os (les bois de cerf à l'état frais ou relativement frais), l'emploi de la flexion a permis un sectionnement des blocs, notamment celui de la partie proximale du merrain A suivant une ligne de fracture oblique, préformant la morphologie de la partie active des outils lourds biseautés.

Ainsi étudié dans le détail, l'emploi des diverses techniques de fracture montrent combien ces dernières peuvent intervenir dans des objectifs de débitage très diversifiés, n'ayant pas toutes pour finalité la production de supports de type éclats, et de fait, ne relevant donc pas toutes d'un débitage par fracturation *stricto sensu* (voir Goutas et Christensen, ce volume). Le recours à ces techniques particulières n'apparaît donc plus, loin s'en faut, comme révélateur d'un caractère simpliste du travail des matières osseuses. Le choix, parmi un panel de possibilités, de la technique la mieux adaptée aux caractéristiques mécaniques du bloc travaillé et aux objectifs de production, marque bien, de la part des populations mésolithiques, la bonne connaissance des matières osseuses et la maîtrise des savoir-faire en lien avec leur travail. Cette maîtrise ne s'exprime non pas dans la réalisation de productions standardisées et/ou de morphologies artificielles (comme peuvent l'être par exemple les productions magdaléniennes sur baguettes obtenues par double rainurage) mais davantage dans une capacité à prendre en compte les impératifs mécaniques des différentes matières premières, d'en tirer profit dès l'étape du débitage, et de s'en servir avantageusement. Ainsi, quelle que soit la matière première considérée, les supports sont obtenus rapidement et leur morphologie à l'issue du débitage

est suffisamment proche de celle de l'objet fini pour ne nécessiter qu'un façonnage réduit, que ce soit en terme de surface façonnée que, vraisemblablement, en terme de temps passé. L'artisan mésolithique, dans son rapport aux matières osseuses en tant que matières premières techniques, apparaît donc comme particulièrement pragmatique. Le temps investi dans la fabrication de l'équipement en matières osseuses est réduit (optimisé, dirait-on aujourd'hui ?), pour un résultat qui peut sembler frustré (traces de débitage souvent visibles, façonnage limité à la mise en forme de parties actives, absence de décor) mais qui n'est en fait que le résultat de la production d'un objet parfaitement fonctionnel en un minimum de temps.

L'aspect de l'objet produit semble secondaire par rapport à l'efficacité de cet objet et à la rapidité de sa fabrication. En ce sens, l'équipement en matières osseuses au Mésolithique dans le Sud et l'Est de la France semble peu porteur d'une fonction d'affichage social, voire de prestige, souvent révélé par des soins extrêmes apportés au façonnage et à la finition (notamment en terme de décor). Qui plus est, dans des sociétés de chasseurs-collecteurs où la chasse semble avoir une place centrale, l'absence d'éléments d'armes en matières osseuses éloigne encore un peu plus ce pan de la culture matérielle des sphères généralement socialement valorisées. Il importe également de souligner que sur les territoires concernés par notre étude, et durant tout le Mésolithique, le travail des différentes matières osseuses évolue peu et les schémas opératoires restent globalement les mêmes (Marquebelle, 2014). Ainsi, le travail des matières osseuses ne semble pas connaître, au cours du VII<sup>e</sup> millénaire, de bouleversements comparables à ceux affectant le travail des matières lithiques, et qui marquent conventionnellement le passage entre le premier et le second Mésolithique (Perrin *et al.*, 2009). Tout cela concourt à faire de l'équipement en matières osseuses un fonds commun banal, au sens que l'outillage produit est conforme à des normes adaptées au plus grand nombre d'individus, et répondant à des besoins qui évoluent peu au cours du temps. L'étude de l'industrie en matières osseuses pourrait donc permettre de se rapprocher de l'étude des activités du quotidien, pouvant inclure les activités domestiques de routine, et non des actions considérées comme plus glorieuses ou exceptionnelles, comme peuvent l'être des activités liées à la chasse, souvent survalorisées.

La mise en évidence de cette stabilité dans le travail des matières osseuses permet également de disposer de nouveaux éléments de caractérisation chrono-culturelle des sociétés de chasseurs-collecteurs du début de l'Holocène, complémentaires de ceux établis par l'étude des productions lithiques. En effet, si l'on considère le travail des matières osseuses dans une perspective chronologique large, on constate qu'il se différencie bien de celui connu pour la fin du Paléolithique final (Mons, 1995 ; Seddas, 2012 ; Marquebelle, 2016) et de celui connu pour le début du Néolithique (Sénépart, 2004). L'emploi différencié des techniques de fracture (percussion diffuse directe, percussion linéaire indirecte, flexion), en fonction des différentes

matières osseuses (os, dent, bois de cervidé) apparaît notamment comme une caractéristique mésolithique.

## CONCLUSION

Notre objectif était double. D'une part, il s'agissait de mener une réflexion terminologique introspective, en l'ancrant dans les réflexions menées au sein du thème « Ressources animales », sur l'emploi et l'acception donnée au terme « fracturation », dans le but d'explicitier clairement la terminologie employée, première étape vers une mise en commun méthodologique efficace (voir notamment ce volume : Christensen, Goutas *et al.* ; Christensen et Goutas). D'autre part, il s'agissait de présenter l'emploi des techniques de fracture, ainsi définie, par les populations mésolithiques du Sud et de l'Est de la France. Il ressort de nos travaux que les techniques de fracture ont été largement employées tout au long de la période. Elles ont été intégrées, principalement au moment du débitage des blocs de matières premières, à trois schémas de transformation bien différenciés et standardisés, appliqués aux trois matières osseuses travaillées par les mésolithiques. Les techniques de fracture ont pu être employées seules (éclatement dans le cas du débitage de l'os) ou être associées à d'autres techniques, au sein de procédés de sectionnement (flexion dans le cas du débitage du bois de cerf) et de fendage (percussion linéaire indirecte dans le cas du débitage de la canine de sanglier).

Nous proposons que ces exploitations bien différenciées aient été en partie dictées par les caractéristiques mécaniques propres à chaque matière première, et ce en fonction des objectifs poursuivis. Les artisans mésolithiques auraient cherché à être les plus efficace possible dès le débitage des blocs, au sens où ces débitages ont été rapides et menés de façon à pouvoir obtenir des supports les plus proches possible des objets finis, le façonnage étant réduit au strict minimum. L'équipement en matières osseuses des populations mésolithiques ne semble ainsi pas avoir fait l'objet d'un soin particulier en ce qui concerne son aspect (absence générale de finition et de décor). Il s'agirait d'outils du quotidien, peu vecteurs d'affichage social prestigieux mais témoignant, de par la constance de leur mode de fabrication au cours du temps et sur un large espace géographique, d'une certaine stabilité et homogénéité culturelle. En effet, à moins d'imaginer de multiples convergences simultanées sur un territoire réduit, il faut bien en conclure que ce pan de la culture matérielle relève d'un fonds culturel commun à l'ensemble des groupes ayant occupé le Sud et l'Est de l'actuel territoire français au début de l'Holocène, fonds culturel qui se mettrait en place dès les débuts du Mésolithique et resterait stable dans ses expressions jusqu'à l'arrivée des premières influences néolithiques.

**Remerciements :** Merci à Nejma Goutas de m'avoir proposé de rejoindre le thème « Ressources animales » et de participer à la séance SPF « À coup d'éclats ! ». Merci aux relecteurs pour leurs remarques constructives et leurs conseils et à Nadia Cavanhié pour sa relecture orthographique attentive.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANGELIN A., BRIDAULT A., BROCHIER J.-L., CHAIX L., CHESNAUX L., MARQUEBIELLE B., MARTIN L., NICOD P.-Y., PICAVET R., VANNIEUWENHUYSE D. (2015) – The First Mesolithic in the French Alps: New Data From La Grande Rivoire Rockshelter (Vercors Range, Isère, France), in F. Fontana, D. Visentin et U. Wierer (dir.), *MesoLife: A Mesolithic Perspective on Alpine and Neighbouring Territories*, actes du colloque international (Belluno, 11-14 juin 2014), Oxford, Pergamon Elsevier (*Quaternary International*, 423), p. 193-212.
- AVERBOUH A. (2000) – *Technologie de la matière osseuse travaillée et implications paléolithiques : l'exemple des chaînes d'exploitation du bois de cervidé chez les Magdaléniens des Pyrénées*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 2 vol., 253 et 247 p.
- AVERBOUH A., GOUTAS N., MARQUEBIELLE B. (2016) – Rod Debitage by Extraction: An Overview of Different Cases Identified for the Upper Palaeolithic and the Mesolithic in Europe, in A. Averbough, J.-M. Tejero, N. Goutas et M. Christensen (dir.), *Innovation in the Production and Use of Equipment in Hard Animal Materials: Origins and Consequences in Prehistoric Societies from the Palaeolithic to the Mesolithic*, actes du colloque international de l'UISPP (Burgos, 1-8 septembre 2014), Oxford, Pergamon Elsevier (*Quaternary International*, 438), p. 57-67.
- AVERBOUH A., PROVENZANO N. (1998-1999) – Propositions pour une terminologie du travail préhistorique des matières osseuses, 1. Les techniques, *Préhistoire et anthropologie méditerranéennes*, 7-8, p. 5-26.
- BARBAZA M., BRIOIS F., VALDEYRON N., VAQUER J. (1999) – L'Épipaléolithique et le Mésolithique entre Massif Central et Pyrénées, in P. Bintz et A. Thévenin (dir.), *L'Europe des derniers chasseurs. Épipaléolithique et Mésolithique*, actes du colloque international de l'UISPP (Grenoble, 18-23 septembre 1995), Paris, CTHS, p. 125-143.
- BARBAZA M., MARTZLUFF M. (1995) – Épipaléolithique et Mésolithique au nord des Pyrénées, in J. Guilaine (dir.), *Cultures i medi de la prehistoria a l'Edad Mitjana : 20 anys d'arqueologia pirinenca*, actes du 10<sup>e</sup> colloque international (Puigcerdà et Osséja, 10-12 novembre 1994), Puigcerdà, Institut d'Estudis Ceretans, p. 177-188.
- BARBAZA M., VALDEYRON N., ANDRE J., BRIOIS F., MARTIN H., PHILIBERT S., LIGNON E. (1991) – *Fontfaurès en Quercy : contribution à l'étude du Sauveterrien*, Toulouse, AEP, 271 p.
- BARRIÈRE C. (1956) – *Les civilisations tardenoisennes en Europe occidentale*, Bordeaux, Bière, 441 p.
- BARRIÈRE C. (1973) – *Rouffignac, l'archéologie*, Toulouse, IAP (Travaux de l'Institut d'art préhistorique, 15), 160 p.

- BARRIÈRE C. (1974) – *Rouffignac, l'archéologie*, Toulouse, IAP (Travaux de l'Institut d'art préhistorique, 16), 210 p.
- BINTZ P. (1999) – Le Mésolithique des Alpes françaises : bilan des connaissances, in A. Beeching (dir.), *Circulations et identités culturelles alpines à la fin de la Préhistoire. Matériaux pour une étude (programme CIRCALP 1997/1998)*, Valence, Centre d'archéologie préhistorique (Travaux du Centre d'archéologie préhistorique de Valence, 2), p. 317-329.
- CHRISTENSEN M. (2015) – *L'exploitation des matières dures animales chez les chasseurs-cueilleurs : le cas des nomades marins de Patagonie et de Terre de Feu*, thèse d'habilitation à diriger les recherches, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 245 p.
- CHRISTENSEN M., GOUTAS N. (ce volume) – La fracturation? Enjeux terminologiques, analytiques et perspectives paléontologiques, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 11-20.
- CHRISTENSEN M., GOUTAS N., BEMLI C., CHEVALLIER A., LACARRIÈRE J., LEDUC C., BIGNON-LAU O., BODU P., CHICA-LEFORT T., KHAN B., LÉGLISE S., MALGARINI R., TARTAR É., TEJERO J.-M., TREUILLOT J., SCHWAB C. (ce volume) – La fracturation *lato sensu* de l'os et du bois de cervidé : un bref historique des recherches, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 23-42.
- CUPILLARD C., RICHARD A. (1998) – *Les derniers chasseurs-cueilleurs du massif jurassien et de ses marges (13000-5500 avant Jésus-Christ)*, Lons-le-Saunier, Centre jurassien du patrimoine, 229 p.
- ETTOS (1985) – Techniques de percussion appliquées au matériau osseux : premières expériences, *Cahiers de l'Euphrate*, 4, p. 373-381.
- GOUTAS N., CHRISTENSEN M. avec la collaboration de TARTAR É., MALGARINI R., TEJERO J.-M., TREUILLOT J. (ce volume) – Extraction, partition, réduction ou fracturation? De quoi parlons-nous? Discussion sur la production de supports allongés (baguette, éclat baguettaire vs éclat), in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 55-97.
- GUILAINE J., BARBAZA M., GASCÓ J., GEDDÈS D., COULAROU J., VAQUER J., BROCHIER J. É., BRIOIS F., ANDRÉ J., JALUT G., VERNET J.-L. (1993) – *Dourgne : derniers chasseurs-collecteurs et premiers éleveurs de la haute vallée de l'Aude*, Toulouse, Centre d'anthropologie des sociétés rurales et Carcassonne, Archéologie en terre d'Aude, 498 p.
- GUILAINE J., MARTZLUFF M. (1995) – *Les Excavacions a la balma de la Margineda (1979-1991)*, III, Andorra, Govern d'Andorra, Minister d'afers socials i cultura, 269 p.
- LACAM R., NIEDERLENDER A., VALOIS H.-V. (1944) – *Le gisement mésolithique du Cuzoul de Gramat*, Paris, Masson (Mémoires des archives de l'Institut de paléontologie humaine, 21), 92 p.
- LYMAN R. L. (1994) – *Vertebrate Taphonomy*, Cambridge, Cambridge University Press (Cambridge Manuals in Archaeology), 524 p.
- MARQUEBIELLE B. (2014) – *Le travail des matières osseuses au Mésolithique. Caractérisation technique et économique à partir de séries du Sud et de l'Est de la France*, thèse de doctorat, université Toulouse 2 – Le Mirail, 508 p.
- MARQUEBIELLE B. (2016) – Le travail des matières osseuses au Laborien : état des lieux des connaissances et inventaire de la documentation potentiellement disponible, in M. Langlais (dir.), *Rapport de projet collectif de recherches « Le Laborien en Aquitaine ». Réévaluation des collections et des gisements*, service régional de l'Archéologie de Nouvelle Aquitaine, Bordeaux, p. 9-36.
- MONS L. (1995) – Harpons aziliens, in H. Camps-Fabrer (dir.), *Éléments barbelés et apparentés*, Treignes, CÉDARC (Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique, VII), p. 29-45.
- NICOD P.-Y., PERRIN T., BROCHIER J.-L., CHAIX L., MARQUEBIELLE B., PICAVET R., VANNIEUWENHUYSE D. (2012) – Continuités et ruptures culturelles entre chasseurs mésolithiques et chasseurs néolithiques en Vercors : analyse préliminaire des niveaux du Mésolithique récent et du Néolithique ancien sans céramique de l'abri-sous-roche de la Grande Rivoire (Sassenage, Isère), in T. Perrin, I. Sénépart, J. Cauliez, É. Thirault et S. Bonnardin (dir.), *Dynamisme et rythmes évolutifs des sociétés de la Préhistoire récente. Actualité de la recherche*, actes des 9<sup>es</sup> Rencontres méridionales de Préhistoire récente (Saint-Georges-de-Didonne, 8-9 octobre 2010), Toulouse, AEP, p. 13-32.
- PÉQUART M., PÉQUART S.-J., BOULE M., VALOIS H. (1937) – *Téviec : station-nécropole mésolithique du Morbihan*, Paris, Masson (Mémoires des archives de l'Institut de paléontologie humaine, 18), 227 p.
- PERRIN T., MARCHAND G., ALLARD P., BINDER D., COLLINA C., GARCIA PUCHOL O., VALDEYRON N. (2009) – Le second Mésolithique d'Europe occidentale : origine et gradient chronologique = The Late Mesolithic of Western Europe: Origins and Chronological Stages, *Annales de la Fondation Fyssen*, 24, p. 160-177.
- PROVENZANO N. (2001) – *Produits, techniques et productions à l'âge du Bronze : l'industrie osseuse dans les Terramares de la moyenne vallée du Pô*, thèse de doctorat, université de Provence, Aix-en-Provence, 283 p.
- SEDDAS M. (2012) – *Bilan sur les industries osseuses aziliennes d'Espagne et de France. La place des productions en matières dures animales du site de la Tourasse (Haute-Garonne) dans le contexte azilien des Pyrénées*, mémoire de master 1, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 116 p.
- SÉNÉPART I (2004) – Fiche travail de l'os au Néolithique et au Chalcolithique dans le Sud de la France, in D. Ramseyer

- (dir.), *Matières et techniques*, Paris, Société préhistorique française (Industrie de l'os préhistorique, 11), p. 152-161.
- TARTAR É. (2009) – *De l'os à l'outil : caractérisation technique, économique et sociale de l'utilisation de l'os à l'Aurignacien ancien. Étude de trois sites : l'abri Castanet (secteur nord et sud), Brasempouy (grotte des Hyènes et abri Dubalen) et Gatzarria*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 371 p.
- THÉVENIN A. (1999) – L'Épipaléolithique et le Mésolithique en France et régions voisines, in P. Bintz et A. Thévenin (dir.), *L'Europe des derniers chasseurs. Épipaléolithique et Mésolithique*, actes du 5<sup>e</sup> Colloque international de l'UISPP (Grenoble, 18-23 septembre 1995), Paris, CTHS, p. 17-24
- TREUILLOT J. (2016) – *À l'Est quoi de nouveau ? L'exploitation technique de l'élan en Russie centrale au cours de la transition entre pêcheurs-chasseurs-cueilleurs sans céramique (« Mésolithique récent ») et avec céramique (« Néolithique ancien »)*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 390 p.
- TREUILLOT J. (ce volume) – L'apport de l'expérimentation à l'étude des techniques de fracture : le cas de la bipartition des métapodes au Mésolithique à Zamostje 2 (région de Moscou, Russie), in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 261-282.
- VALDEYRON N. (2000) – Géographie culturelle du Mésolithique récent-final dans le Sud-Ouest de la France, in M. Leduc, N. Valdeyron et J. Vaquer (dir.), *Sociétés et espaces*, actes des 3<sup>es</sup> Rencontres méridionales de Préhistoire récente (Toulouse, 6-7 novembre 1997), Toulouse, AEP, p. 23-34.
- VALDEYRON N., BOSC-ZANARDO B., BRIAND T., HENRY A., MARQUEBIELLE B., MICHEL S. (2011) – Le gisement du Cuzoul de Gramat (Lot, France) : présentation des nouveaux travaux et résultats préliminaires, in I. Sénépart, T. Perrin, É. Thirault et S. Bonnardin (dir.), *Marges, frontières et transgressions. Actualité de la recherche*, actes des 8<sup>es</sup> Rencontres méridionales de Préhistoire récente (Marseille, 7-8 novembre 2008), Toulouse, AEP, p. 197-211.
- VILLA P., MAHIEU É. (1991) – Breakage Patterns of Human Long Bones, *Journal of Human Evolution*, 21, p. 27-48.

**Benjamin MARQUEBIELLE**  
UMR 5608 TRACES  
Université Toulouse – Jean-Jaurès  
Maison de la Recherche  
5, allées Antonio-Machado  
F-31058 Toulouse cedex 9  
benjamin.marquebielle@yahoo.fr





« À coup d'éclats ! »

*La fracturation des matières osseuses en Préhistoire :*

*discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*

Actes de la séance de la Société préhistorique française de Paris (25 avril 2017)

Textes publiés sous la direction de Marianne CHRISTENSEN et Nejma GOUTAS

Paris, Société préhistorique française, 2018

(Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 261-282

www.prehistoire.org

ISSN : 2263-3847 – ISBN : 2-913745-74-1

## L'apport de l'expérimentation à l'étude des techniques de fracture

### Le cas de la bipartition des métapodes au Mésolithique à Zamostje 2 (région de Moscou, Russie)

Julien TREUILLOT

**Résumé :** À la fin du Mésolithique, dans la Volga supérieure, les « techniques de fracture » (*sensu* Christensen, 2015) sont très largement utilisées pour débiter les métapodes d'élan par bipartition et produire de longues baguettes que les Mésolithiques utilisaient pour confectionner certaines pointes de projectile et pointes barbelées. Cette manière de faire, typique de la période, n'en demeurerait pas moins mal comprise.

En vue de mieux caractériser les étapes de ces débitages, nous avons réalisé plusieurs expérimentations. En nous basant sur les résultats de notre analyse du matériel archéologique du site de Zamostje 2, nous avons débité une trentaine de métapodes de cerf en percussion diffuse directe (ou éclatement : Christensen, 2015) et en percussion linéaire indirecte (ou fendage : Christensen, 2015). Les résultats de ces expériences ont permis, sur la base d'une caractérisation fine des stigmates de percussion, d'identifier de nouveaux critères distinctifs entre les fractures obtenues par percussion diffuse directe, de celles obtenues par percussion linéaire indirecte. Nous avons ainsi pu mettre en évidence une évolution tout à fait inédite des techniques mises en œuvre à la fin du Mésolithique dans la région de la Volga supérieure.

**Mots-clés :** Mésolithique, technologie osseuse, archéologie expérimentale, stigmates, éclatement par percussion directe, éclatement par percussion indirecte, débitage par bipartition, métapode.

**Abstract:** At the end of the Mesolithic, in the Upper Volga area, the 'fracturing techniques' (Christensen, 2015) were largely used to split moose metapodials by bipartitioning and to produce long rod-shaped blanks, which the Mesolithic people shaped into projectile points and barbed points. Although this type of manufacturing is characteristic for this period, it is still poorly understood.

In order to better characterise the stages of this technical transformation sequence, we carried out several experiments. Based on the results of our technological analysis of the archaeological material from the Zamostje 2 site, we broke about thirty metapodials using two different fracturing techniques: direct diffuse percussion (or breaking: Christensen, 2015) and indirect linear percussion (or splitting: Christensen, 2015). The results of these experiments made it possible to identify new criteria to distinguish these two fracturing techniques, based on an accurate description of the percussion marks. Lastly, it was possible to highlight completely new developments with regard to the techniques in use at the end of the Mesolithic period in the Upper Volga area.

**Keywords:** Mesolithic, bone technology, experimental archaeology, stigmata, breaking by direct percussion, breaking by indirect percussion, blank production by bipartitioning, metapodials.

Les industries en matières dures animales attribuées à la fin du Mésolithique dans le bassin de la Volga supérieure sont pour l'essentiel réalisées à partir de carcasses d'élans (*Alces alces*). Les os de cet ongulé ont été utilisés pour fabriquer une grande part de

l'équipement domestique et des armes que l'on retrouve sur les sites. Pour ces dernières, ce sont surtout les métapodes qui ont été mis à profit au moyen d'un débitage par bipartition caractéristique. Des produits de débitage associés à ce mode opératoire ont été découverts sur plusieurs

campements datés du début de l'Atlantique. Néanmoins, et malgré des études pionnières (David, 1999; Zhilin, 2001), les principes de ces débitages sont mal connus, tout comme les contextes dans lesquels ils interviennent.

Au cours du VII<sup>e</sup> millénaire avant notre ère, des changements majeurs adviennent au sein des groupes de la Volga supérieure. À cette période considérée comme le commencement du Néolithique en certaines régions de l'Europe, des comportements particuliers y sont observés. Passé le début de l'Atlantique, aux alentours de 6200 av. J.-C., les groupes de chasseurs-cueilleurs mésolithiques développent une économie basée sur la pêche avec l'édification de pêcheries stationnaires qui les mènent à s'installer durablement auprès des berges (Lozovski *et al.*, 2014). Ce sont précisément les répercussions de ce changement de mode de vie que nous avons étudié dans le cadre de notre doctorat, au moyen de l'étude technologique de l'industrie en os d'un site emblématique de la région : Zamostje 2.

Très vite, nous avons constaté que la méthode de débitage la plus caractéristique sur ce site était liée à la bipartition des métapodes conduite grâce à des techniques de fracture (Treuil, 2013). Nous avons voulu expérimenter cette méthode pour répondre à plusieurs questions :

quelles sont les étapes de ces chaînes opératoires ? Quels sont les outils utilisés pour diviser longitudinalement ces os ? Comment les caractériser ? Un test avait déjà été publié (David, 1998), mais sans protocole détaillé. Il était donc nécessaire de mettre en place une expérimentation pour mieux analyser les modalités de mise en application de la fracture (éclatement et fendage) et définir les traces de percussion et leur variabilité. Cet article s'attache à présenter l'apport de ces expérimentations à la compréhension du matériel archéologique.

## PROBLÉMATIQUES SOULEVÉES PAR LES SÉRIES ARCHÉOLOGIQUES

C'est à 110 km au nord de Moscou, sur la rive gauche de la rivière Dubna, que se situe Zamostje 2 (fig. 1). Les archéologues y ont découvert une pêcherie et les restes de la périphérie d'un site sur six niveaux datés du Mésolithique récent au Néolithique moyen. Ils permettent d'illustrer l'évolution du mode de vie des chasseurs-cueilleurs entre 7000 et 5000 av. J.-C. (Lozovski *et al.*, 2014). Dans le présent travail, ce sont deux niveaux



**Fig. 1** – Carte de localisation de Zamostje 2 dans la Volga supérieure (DAO Kristiina Mannermaa et Dimitryi Gerasimov, d'après Mannermaa *et al.*, 2017).

**Fig. 1** – Location map of Zamostje 2 in the Upper Volga area (CAD Kristiina Mannermaa and Dimitryi Gerasimov, after Mannermaa *et al.*, 2017).

culturels attribués à la fin du Mésolithique, fouillés en 1997 et 2000 sur un secteur de 20 m<sup>2</sup>, qui ont été comparés. D'un point de vue quantitatif, ce matériel ne représente qu'une partie des produits découverts sur le site. Les fouilles ont été menées sur une superficie totale de 160 m<sup>2</sup> et plusieurs milliers d'éléments en matières dures animales ont été mis au jour. Les conclusions exposées dans cet article doivent, par conséquent, être nuancées puisqu'elles n'ont été établies qu'à partir d'un secteur du site et nécessitent d'être confirmées par l'étude du reste du matériel. Quoi qu'il en soit, le secteur étudié correspond à une zone particulièrement intéressante, puisqu'elle a fait l'objet d'une fouille fine et présente une stratigraphie assez bien délimitée entre les couches culturelles.

La couche culturelle du Mésolithique récent inférieur, composée de deux couches stratigraphiques (couches 11 et 10), marque l'existence d'une courte occupation humaine sur la rive. Le groupe s'était installé sur un promontoire qui s'avancait dans le lac ou peut-être sur une île. Les analyses suggèrent que ce site s'apparentait à un camp de base probablement utilisé en été et en hiver, entre 7000 et 6600 av. J.-C., dans le cadre d'une mobilité résidentielle. Les groupes s'y installaient pour pêcher et chasser, ainsi que pour y fabriquer des outils en silex et en os. L'abandon de ce site est probablement lié à la transgression du lac au début de la période atlantique (Lozovskaya et Lozovski, 2015; Mannerman, 2013; Chaix, 1996; Lozovski *et al.*, 2014). Après échantillonnage, nous avons étudié 201 éléments d'industrie en matières dures animales pour ce secteur, dont une cinquantaine sont liés au travail des métapodes d'élan.

L'ensemble mésolithique récent supérieur, occupé entre 6200 et 6000 av. J.-C., documente un mode de vie différent et livre beaucoup plus de matériel. Des deux couches mises à jour (couches 7 et 8), nous n'en avons étudié qu'une. La quantité de matériel mis au jour pour cet ensemble est donc largement supérieure, de l'ordre du double d'après les données que nous avons collectées. À cette époque, les groupes exploitent de façon plus intense le lac avec l'édification de barrages mobiles pour pêcher (Lozovski *et al.*, 2014). Ils amplifient leurs productions, à l'image des haches polies, et développent de nouvelles formes d'armes (Lozovski, 2003). L'assemblage en os du niveau 8 réunit 330 pièces, dont 34 produits de débitage et une trentaine d'outils provenant de l'exploitation des métapodes.

Ces assemblages offrent une occasion unique d'étudier des séries archéologiques clairement liées à la bipartition des métapodes via l'emploi de techniques de fracture.

### Quels sont les produits obtenus par bipartition ?

À Zamostje 2, plusieurs catégories d'outils ont été confectionnées sur des métapodes divisés longitudinalement par bipartition au moyen d'une fracture. Les groupes mésolithiques produisaient de cette façon soit de longs supports bipartites<sup>(1)</sup>, mesurant plus de 300 mm de

long, soit des blocs secondaires destinés à être subdivisés à nouveau par bipartition pour produire des quadripartites (fig. 2, n<sup>os</sup> 1 à 3). Dans la plupart des cas ce sont ces quarts qui ont été utilisés pour fabriquer l'armement (fig. 2, n<sup>os</sup> 6 et 7). Néanmoins, quelques outils massifs ont également été mis en forme sur bipartite, et ce quel que soit le niveau considéré (fig. 2, n<sup>os</sup> 4 et 5).

Les outils sur support bipartite sont principalement des outils biseautés à 45° et des pointes de lance. Ces objets mesurent jusqu'à 240 mm de long. Ils ont en commun une mise en forme limitée à l'extrémité active et à la face inférieure, qui correspond à la partie interne de l'os. La morphologie de l'outil est donc inscrite dans le volume du support. Le plus souvent issu de la face crâniale, le bipartite conserve ainsi le sillon médian anatomique qui permet de le déterminer.

Les quarts de métapode sont utilisés pour fabriquer une plus grande diversité de têtes de projectile. Dans le cas des pointes spiculaires et à barbelure simple, la longueur des pièces – jusqu'à 228 mm – et leur rectitude permettent de les associer, par analogie, à ce type de support. Sur certaines pointes à barbelures multiples il est également possible d'identifier des caractéristiques anatomiques propres aux quarts de métapode, tels qu'une section subtriangulaire et les vestiges du sillon médian anatomique (fig. 2, n<sup>os</sup> 6 et 7). Quant aux autres types de pointes de projectile, s'il y a de fortes chances pour que la majorité ait été réalisée sur ce type de support, il n'est pas toujours évident de le confirmer, du fait de leur importante mise en forme.

De manière générale, les supports et les outils de cet échantillon varient peu à la fin du Mésolithique, bien qu'on note une diversification de l'équipement de chasse dans le niveau Mésolithique récent supérieur (Treuillot, 2016). Nous avons donc voulu voir si l'apparition de ces nouvelles formes d'armes était concomitante à une évolution des modes opératoires mis en œuvre pour les fabriquer. Pour répondre à cette question, nous avons caractérisé les stigmates de débitage sur ce matériel.

### Quels stigmates caractérisent les débitages par partition ?

Les produits de débitage que l'on retrouve à Zamostje 2 sont soit des déchets, soit des supports qui peuvent être partiellement mis en forme par retouche (fig. 2; tabl. 1). Dans ce cas, les traces de la phase de débitage ont été effacées. Sur les déchets de débitage, en revanche, on observe des pans de fracture longitudinaux sur les faces latérale et médiale de l'os. Ils ont une texture lisse, homogène, à délimitation régulière et présentent un angle de 75° à 85° avec la surface corticale de l'os. Leur présence permet d'attester que c'est une technique de fracture qui a été privilégiée pour débiter ces os. Ces caractéristiques semblent en outre correspondre à une fracture sur os frais. Néanmoins, et sans une étude plus approfondie, il n'est pas possible de préciser quelle technique de fracture – éclatement par percussion diffuse directe ou fendage par percussion linéaire directe/indirecte ? – a été mise en œuvre.





**Fig. 2** – Produits archéologiques liés à la bipartition des métapodes (clichés J. Treuillot). 1 : déchet de bipartition ; 2 : support bipartite ; 3 : support quadripartite ; 4 : pointe de lance ; 5 : outil biseauté à 45° ; 6 : pointe à barbelure simple ; 7 : pointe à barbelures multiples. Attribution culturelle : Mésolithique récent inférieur, couche 11 (4) ; Mésolithique récent inférieur, couche 10 (1, 5-7) ; Mésolithique récent supérieur, couche 8 (2 et 3).

**Fig. 2** – Archaeological pieces related to blank production by bipartitioning of metapodials (photographs J. Treuillot). 1: waste stemming from bipartitioning; 2: bipartite blank; 3: quadripartite blank; 4: spearhead; 5: tool with a bevelled end set at a 45 degree angle; 6-7: barbed points; Cultural attribution: Late Mesolithic lower layer, layer 11 (4); Late Mesolithic lower layer, layer 10 (1, 5 to 7); Late Mesolithic upper layer, layer 8 (2 and 3).

	Niveau inf.	Niveau sup.	Total
Épiphyse	6	–	6
Matrice	2	–	2
Bipartite crânial	6	11	17
Bipartite caudal	3	1	4
Quadripartite crânial	2	9	11
Quadripartite caudal	3	13	16
Total	22	34	56

**Tabl. 1** – Produits de débitage associés à la bipartition des métapodes découverts dans les couches 11, 10 et 8 du secteur fouillé entre 1995 et 2000 à Zamostje 2.

*Table 1 – Products related to blank production by bipartitioning of metapodials discovered in the layers 11, 10 and 8 of the area excavated between 1995 and 2000 at the Zamostje 2 site.*

Un certain nombre de déchets (60% des produits étudiés du niveau inférieur et 20% de ceux du niveau supérieur) présente pourtant des stigmates de percussion. Ce sont surtout des encoches, des enlèvements adhérents et des cupules dans le niveau inférieur, tandis que les impressions dominent dans le niveau supérieur. Il est probable que deux procédés de production aient été utilisés, faisant entrer en jeu des techniques différentes. En l'absence d'un référentiel pour étudier ces stigmates de percussion, il n'était toutefois pas possible de le confirmer. Nous avons donc élaboré un protocole expérimental adapté au cadre chronoculturel de la fin du Mésolithique de la Volga supérieure à partir des observations faites sur le matériel de Zamostje 2, pour mieux caractériser les traces d'éclatement et établir des critères pour distinguer la percussion diffuse directe de la percussion linéaire indirecte.

## APPORTS DE L'EXPÉRIMENTATION

### Le protocole expérimental

Pour mener à bien nos expérimentations, nous avons d'abord réalisé vingt-sept débitages didactiques. Au cours de ces expériences, nous avons cherché à acquérir le savoir-faire nécessaire au bon déroulement de l'expérimentation, pour assurer sa reproductibilité, tout en testant certaines étapes du protocole expérimental. Ce dernier suit les étapes de débitage identifiées dans les séries archéologiques étudiées.

#### La matière première

L'expérimentation devait initialement se dérouler avec des métapodes d'élan, mais il était difficile de se les procurer en nombre en contrôlant leur état de fraîcheur. Nous avons donc opté pour du cerf (*Cervus elaphus*). Ses métapodes sont de taille inférieure, puisque les métatarses de cerf mesurent en moyenne

26 cm de long contre 38 cm pour l'élan. Quoiqu'il en soit, ils se prêtent assez bien à la comparaison dans la mesure où leur forme est proche. Composés d'une épiphyse distale et d'une diaphyse au profil rectiligne, les métapodes des cerfs et des élans présentent une plage articulaire plus large que la diaphyse. Leur diaphyse est régulière et traversée par un sillon médian, tandis que l'épiphyse distale est composée de deux poulies et est plus large que le corps de la diaphyse. Du point de vue de la forme, les métapodes de cerf et d'élan sont donc comparables. En ce qui concerne la densité, le fait d'expérimenter sur une espèce différente peut toutefois gêner la comparaison, puisqu'il est important de travailler sur des espèces et des éléments anatomiques structurellement proches, notamment pour éviter les différences de densité. Pour la fracture, cela a toute son importance puisque la densité osseuse joue un grand rôle dans la propagation de la ligne de fracture, grâce à la vélocité de l'impact (Behiri et Bonfield, 1984). La densité osseuse est toutefois délicate à intégrer à la réflexion car elle est sujette à de nombreuses variations qui dépendent de l'état de santé de l'animal, de son âge et de la portion de l'os mesurée. Quelques données sont toutefois consultables à ce sujet : elles nous permettent de noter que, dans une population adulte en bonne santé, la densité osseuse d'un métatarse d'élan présente généralement une moyenne de 1,58 à 2,06 g/cm<sup>3</sup> contre 1,27 g/cm<sup>3</sup> pour le cerf (Lyman, 1984; Kreutzer, 1992; Ytrevhus *et al.*, 1999; Bjourâ *et al.*, 2001). Dans nos comparaisons, ce point est bien entendu à prendre en compte, mais il semble que dans le cas de l'éclatement longitudinal des métapodes, la régularité de l'os soit l'élément le plus important. À ce titre, les os de cerf et d'élan sont très comparables.

Les trente-quatre métapodes de cerf débités – respectivement vingt-huit métatarses et six métacarpes – ont été collectés dans la région Centre par Christophe Bouilly, technicien cynégétique de la fédération départementale des chasseurs du Cher. Nous avons privilégié des individus adultes (n = 24), mais avons également utilisé des os non épiphysés, provenant d'animaux de moins de 18 mois (n = 10). Tous ces animaux étaient en bonne santé et ne présentaient aucun signe parasitaire notable. Ils ont été abattus dans le cadre de la régulation annuelle des populations de cerfs.

#### Les outils utilisés

Nous avons sélectionné des outils passifs et actifs pour préparer et fracturer les os, ainsi que des éclats de silex pour dépecer les pattes et un galet à extrémité arrondie, de 146 × 58 × 42 mm pesant 1,44 kg, pour les désarticuler. Pour débiter les os en percussion diffuse directe, deux percuteurs ont été choisis : deux galets allongés en silex. Un galet allongé de 129 × 65 × 39 mm pesant 833 g et un autre de 105 × 39 × 40 mm pour 533 g. Le premier a rapidement été abandonné étant donné que son extrémité active était trop large et trop irrégulière pour bien contrôler la zone à impacter. En percussion directe, l'uti-

lisation de percuteurs en bois végétal ou en bois d'élan a été exclue car jugée inefficace lors de nos expériences didactiques. Pour la percussion linéaire indirecte, nous avons choisi une lame en pierre polie à front rectiligne qui était insérée dans une gaine en bois de cerf et actionnée avec un rondin en bois de chêne bien sec. Moins asymétrique que les haches découvertes à Zamostje 2, qui était par ailleurs taillées et non polies, elle restait toutefois adaptée à notre expérimentation qui visait, d'abord, à préciser la variabilité des traces de percussion diffuse directe et linéaire indirecte. Il est d'ailleurs important de noter que la gaine en bois de cerf a été utilisée par commodité, cet objet n'existant pas dans les niveaux mésolithiques de Zamostje 2.

Nous avons choisi comme enclume une dalle calcaire à surface plane et un billot en bois de chêne afin de comparer les stigmates produits par le contre-coup. Finalement, le débitage étant plus facile à maîtriser sur le billot, nous avons réalisé la majorité des expérimentations sur cette surface. En percussion linéaire indirecte, les os étaient parfois placés dans un tronc en chêne creusé pour permettre un calage optimal.

### *Les étapes de l'expérimentation*

#### Préparation des pattes

Pour conserver un état de fraîcheur, les pattes ont été congelées après la chasse et décongelées la veille de l'expérimentation. Cette action a pu avoir un impact sur l'état de l'os au moment de notre expérimentation, mais aucune donnée ne nous permet de le confirmer. Les pattes ont été dépecées avec un éclat de silex utilisé pour inciser la peau sur la face latérale du métapode avant de la retrousser pour dégager l'os (fig. 3, n° 1). Les phalanges ont ensuite été désarticulées en tranchant les tendons puis en effectuant une torsion accompagnée d'une flexion. Au niveau du sillon dorsal, les tendons ont été extraits à l'aide d'un silex (fig. 3, n° 2), en tranchant à hauteur du canal interosseux avant de désarticuler le tibia par percussion directe (fig. 3, n° 3). Finalement, le périoste a été supprimé au moyen d'un raclage au silex (fig. 3, n° 4), pour éviter que la surface soit trop glissante et fasse dérapier les outils au moment de la percussion, ainsi que pour faciliter l'enregistrement des stigmates. Sur le matériel de Zamostje 2, des stries ont été identifiées sur les métapodes. D'après Renée Moubarak-Nahra, qui a étudié une partie de ce matériel dans le cadre de son travail de master, elles sont associées à plusieurs actions, dont la récupération de la peau, le sectionnement des tendons extenseur et le nettoyage de la surface (Moubarak-Nahra, 2011).

#### Suppression des tubérosités

Nous avons supprimé les tubérosités latérales au moyen d'un enlèvement en percussion tranchante indirecte avec la hache polie, cette étape étant documentée sur le matériel de Zamostje 2. L'outil était tenu d'une main et posé perpendiculairement à la plage articulaire, à hauteur de la zone à détacher. La hache était frappée avec

un percuteur utilisé comme un maillet et le métapode était calé dans un tronc évidé, pour ne pas bouger à l'impact (fig. 3, n° 5). Cette étape ne prenait que quelques secondes et produisait un déchet, sous la forme d'un enlèvement subtriangulaire. Le stigmate, un négatif d'enlèvement en forme d'écaille subtriangulaire dont la surface de détachement se termine par une extrémité en plume ou par un léger rebroussement, est caractéristique de cette manière de faire. D'après les tests que nous avons réalisés en amont de l'expérimentation, cette étape semble influencer sur la suite du débitage. En supprimant cette portion spongieuse de l'os, la division longitudinale du métapode est ensuite facilitée, la ligne de fracture n'étant pas déviée au niveau de la plage articulaire.

#### Division longitudinale des os

La dernière étape consistait à diviser l'os dans la longueur depuis le bord médial ou latéral. Nous avons testé deux techniques : l'éclatement par percussion diffuse directe avec un galet et le fendage par percussion linéaire indirecte avec une lame de hache polie.

Pour l'éclatement, l'os était tenu à plat sur une enclume (fig. 3, n° 6a, série 1) ou un billot (fig. 3, n° 6b, série 2) et le percuteur était manié selon un mouvement linéaire vertical. La face médiale, la plus plane, était percutée en premier. Si la fissure ne se développait pas assez sur la face opposée, l'os était retourné et percuté à nouveau sur la face externe.

Pour le fendage, l'os était maintenu par un tiers (fig. 3, n° 6c, série 3) ou placé dans un billot creusé (fig. 3, n° 6d, série 4). La partie active de l'outil intermédiaire était posée parallèlement à l'axe longitudinal de l'os, sur la face médiale. Nous frappions l'outil intermédiaire avec un percuteur en chêne, mu comme un maillet selon un mouvement linéaire oblique. Là encore, l'os était retourné et frappé sur la face opposée, externe, au besoin.

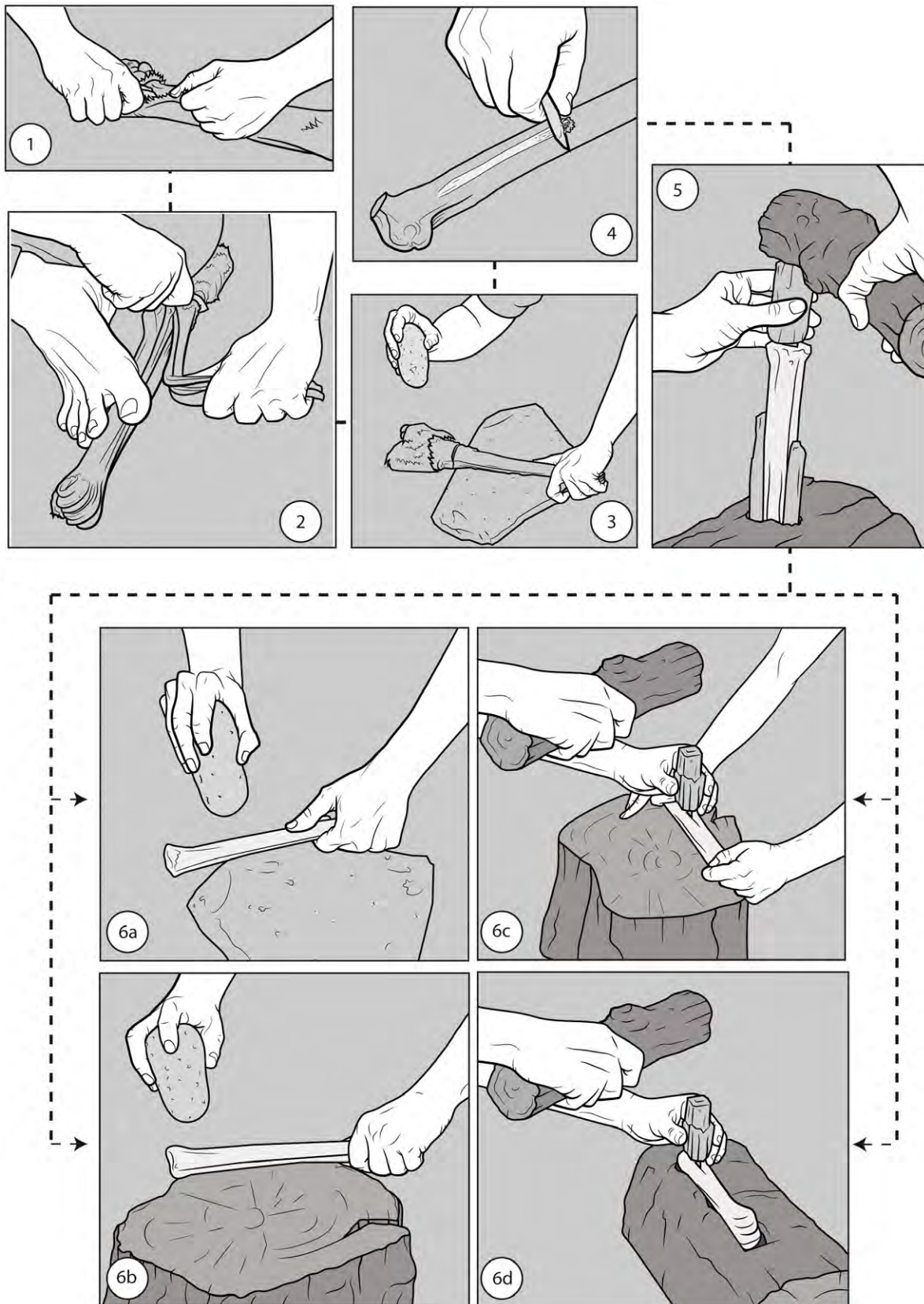
### *La conservation du référentiel expérimental*

Les quatre séries ainsi produites ont été traitées pour assurer leur conservation. Nous avons fait sécher les os pour empêcher le développement de moisissures, le plus souvent à l'air libre en extérieur. Les neuf derniers débitages ont été conservés différemment en raison de la forte humidité ambiante. Nous les avons plongés dans un bain d'eau tiède avec du produit vaisselle pour les dégraisser. Cette méthode a eu tendance à blanchir la surface de ces os, sans gêner pour autant la lecture des stigmates.

## **Étude du matériel expérimental**

### *Les produits de débitage obtenus*

Au cours de ces expérimentations, les os ont été percutés deux à quatorze fois, avec une moyenne de quatre coups par débitage et trente-deux métapodes ont été fracturés longitudinalement contre seulement deux os fracturés transversalement. Dans 95 % des cas, nous sommes parvenus à débiter ces os par bipartition (fig. 4).



**Fig. 3** – Étapes du protocole expérimental. 1 : dépeçage ; 2 : extraction du tendon dorsal ; 3 : désarticulation du tibia ; 4 : suppression du périoste ; 5 : suppression des tubérosités ; 6a-6b : protocole de débitage 1 par percussion diffuse directe sur buche ou sur dalle ; 6c-6d : protocole de débitage 2 par percussion linéaire indirecte (DAO Patrick Zedouard).

**Fig. 3** – Stages of the experimental protocol. 1: skinning; extraction of the dorsal tendon; 3: disarticulation of the tibia bone; 4: removal of the periosteum; 5: removal of the tuberosities; 6a-6b: debitage protocol 1 by direct diffuse percussion on a log or a stone slab, 6c-6d: debitage protocol 2, by indirect linear percussion (CAD Patrick Zedouard).



**Fig. 4** – Produits de débitage par bipartition, matériel expérimental : protocole 1 (clichés J. Treuillot).

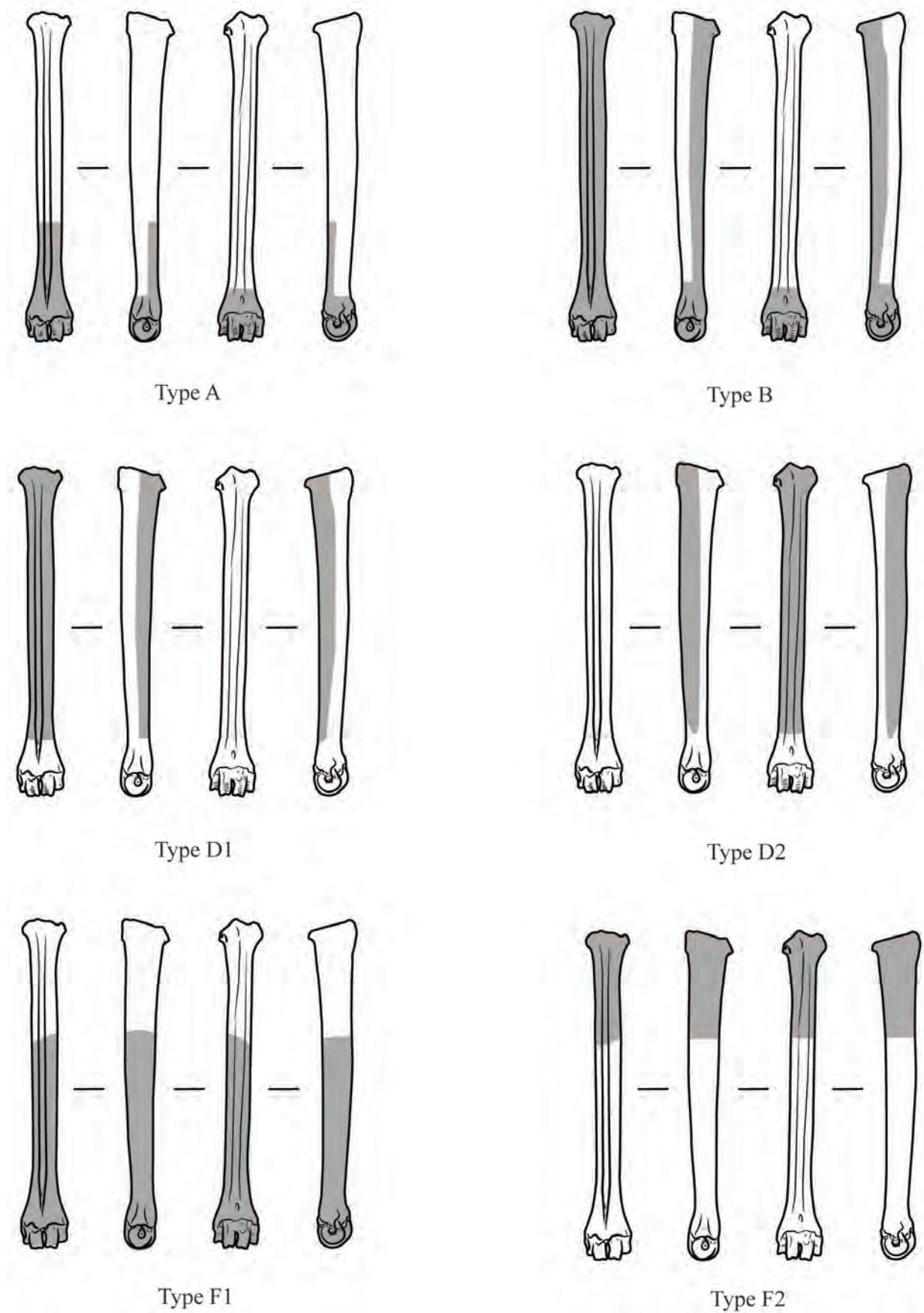
**Fig. 4** – Products related to blank production by bipartitioning, experimental equipment: protocol 1 (photographs J. Treuillot).

Après division des métapodes, ce sont 181 produits de débitage qui ont été obtenus, dont 72 enlèvements sub-triangulaires. Une fois ces déchets écartés, l'assemblage étudié comptabilise 109 produits de débitage, dont 30 correspondent à des éclats de type indéterminé. Les autres se répartissent entre quatre types récurrents (fig. 5) :

- type A : épiphyse fracturée transversalement suite à la bipartition de l'os ;
- type B : bloc de débitage lié à la bipartition de l'os depuis les faces latérale et médiale ;
- type C : support bipartite issu de la face crâniale (C1) ou caudale (C2) ;
- type D : os fracturé transversalement au niveau de l'épiphyse : portion distale (D1) ou proximale (D2) de l'os.

Ces expérimentations nous ont permis d'établir que, quelle que soit la technique de fracture mise en œuvre, les mêmes produits étaient occasionnés. D'un point de vue quantitatif, les chiffres font état d'une autre réalité, avec la prépondérance d'éclats indéterminés dans les séries obtenues en percussion directe. Cette impression

peut néanmoins s'expliquer par le fait que deux os ont littéralement explosé lors des débitages de la série 1. Ils ont produit chacun treize et six fragments. D'un point de vue statistique, ce sont néanmoins bel et bien les bipartites qui dominent puisque 90% des débitages réalisés par percussion diffuse directe et 95% des débitages réalisés en percussion linéaire indirecte ont permis de produire, au minimum, un bipartite (tabl. 2). Ce phénomène s'explique d'abord par la nature du métapode. Cet os rectiligne, composé d'une diaphyse longiligne, a une structure particulièrement bien adaptée à la fracture longitudinale. D'un point de vue mécanique, l'architecture régulière et longiligne de cet os permet aux fissures de se propager rapidement dans la longueur, en suivant la structure des lamelles osseuses. Ces caractéristiques rendent possible la production des supports normés. C'est ce que nous avons cherché à faire à l'aide de paramètres de débitage standardisés. Que ce soit en percussion directe ou indirecte, les os étaient frappés sur la même face et la ligne de fracture se développait systématiquement dans le sens de la longueur. La constance de ces productions implique



**Fig. 5** – Produits de débitage générés lors de l'expérimentation : protocole 1 et 2.  
*Fig. 5* – Debitage waste produced during experimentation: protocol 1 and 2.

	Percussion diffuse directe	Percussion linéaire indirecte	Total
Épiphyse (A)	9	6	15
Bloc de débitage entier (B)	10	7	17
Bipartite crânial (D1)	6	6	12
Bipartite caudal (D2)	18	13	31
Épiphyse fracturée transversalement (F)	–	4	4
Éclat indéterminé	28	2	30
Total	71	38	109

**Tabl. 2** – Produits des débitages expérimentaux.

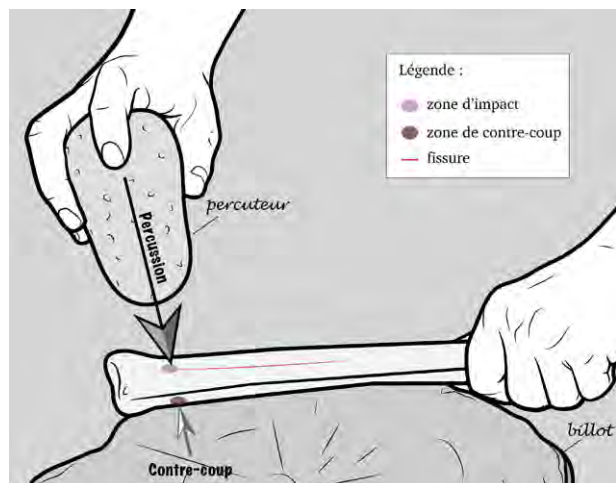
*Table 2* – Products related to experimental blank production.

qu'il est possible de prédéterminer le résultat de ces débitages, autant par éclatement que par fendage. Il est donc impossible de déterminer quelle technique a été utilisée sur la typologie des produits de débitage. En revanche, les stigmates de percussion sont beaucoup plus diagnostiques.

### *Quels stigmates caractérisent ces techniques de fracture ?*

Par éclatement, en percussion diffuse directe

L'éclatement consiste à diviser l'os au moyen d'une sollicitation dynamique, à savoir une percussion diffuse directe. Il est réalisé avec un percuteur dont la partie active est arrondie et dont la forme et la dimension sont adaptées à la taille de l'os à éclater. La vitesse du coup, le type d'enclume, la position de l'os sur l'enclume et le choix des zones percutees permettent de contrôler la nature et le nombre de fragments produits. Maintenu d'une main ou calé sur une enclume, l'os est frappé avec le percuteur selon un mouvement linéaire vertical. Il doit reposer sur une surface assez dure pour produire un contrecoup à l'origine des ondes de choc qui se propagent dans la matière. Si le coup n'est pas assez puissant et que



**Fig. 6** – Principes du débitage par percussion diffuse directe (DAO Patrick Zedouard).

*Fig. 6* – Principles of blanking by direct diffuse percussion (CAD Patrick Zedouard).

le contrecoup est faible, l'os devra être frappé à plusieurs reprises et éventuellement sur l'autre face (fig. 6).

Cette percussion génère des stigmates plus ou moins diagnostiques, comme la cupule, des fissures concentriques autour du point d'impact, des encoches ou des enlèvements adhérents selon le stade de développement différent (fig. 7).

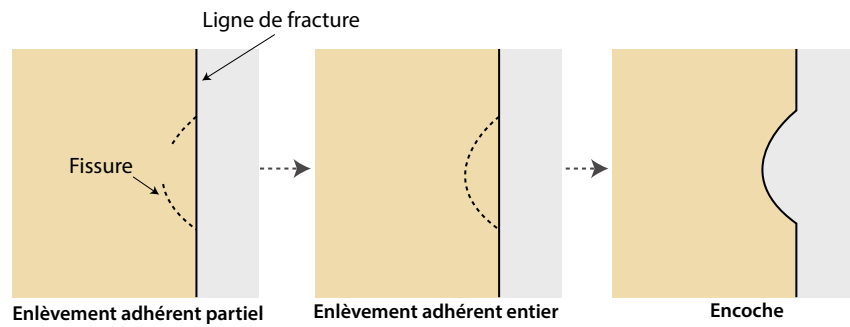
*L'enlèvement adhérent* — L'enlèvement adhérent – esquille adhérent (Boulestin, 1999), *splinter* (Haynes, 1988), *flakes* (White, 1992), *microflakes* (Villa et Mahieu, 1991) ou *chips* (Binford, 1981) – est matérialisé par une fissure radiale. Cette fissure correspond aux *incipient ring cracks* d'Eileen Johnson (Johnson, 1985, p. 194), c'est-à-dire qu'elle se développe « suivant un cône de révolution à partir de la surface d'une matière première quand la percussion n'est pas suivie d'un enlèvement » ce qui provoque l'éclat adhérent (Inizan *et al.*, 1995 ; p. 141). Si l'arc est entièrement dessiné, on parle d'enlèvement adhérent entier, sinon il est partiel (fig. 8).

Dans les séries générées par une percussion diffuse directe, on observe ce type de stigmate sur 60% des pièces, avec quarante-neuf enlèvements adhérents répertoriés au niveau de la plage de percussion (fig. 9). Mais il arrive qu'il se développe aussi sur la zone de contrecoup (n = 12). Dans ce cas, c'est la dureté de l'enclume utilisée qui est en cause : au niveau du contrecoup, l'enlèvement adhérent est plus courant sur les os qui ont été débités sur la dalle calcaire.

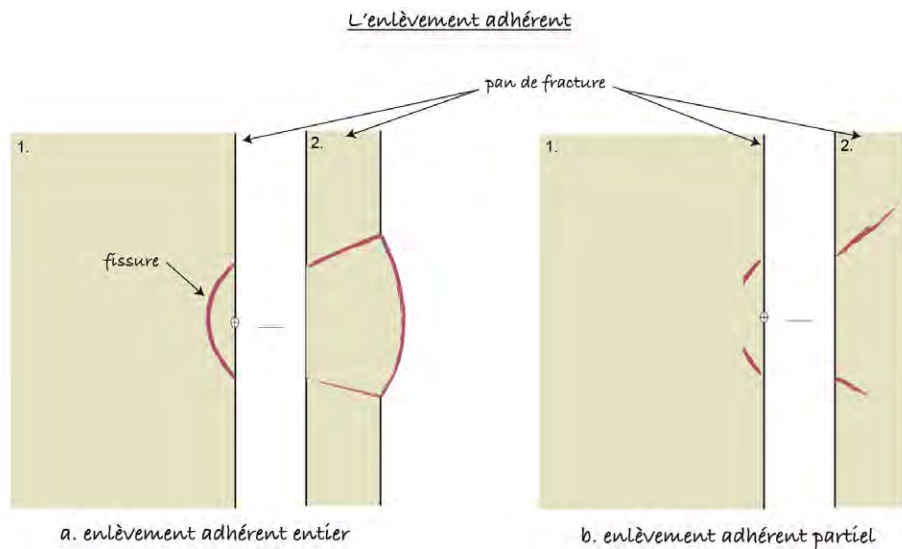
Dans certains cas, plusieurs fissures se développent autour du point d'impact en forme de fissures radiales ou concentriques. On parle alors de zone d'enlèvements adhérents (fig. 10, nos 1 et 2).

Ce stigmate est difficile à interpréter puisqu'il se développe au niveau de la zone de percussion et de contrecoup. Il est, de plus, relativement fugace, dans la mesure où sa durée de vie semble limitée dans le temps. En effet, à mesure que l'os sèche il se rétracte et fait filer la fissure. Dans ce cas, l'enlèvement adhérent se détache, ce qui produit une encoche et pourrait expliquer pourquoi ce stigmate est rare sur les produits de débitage archéologiques.

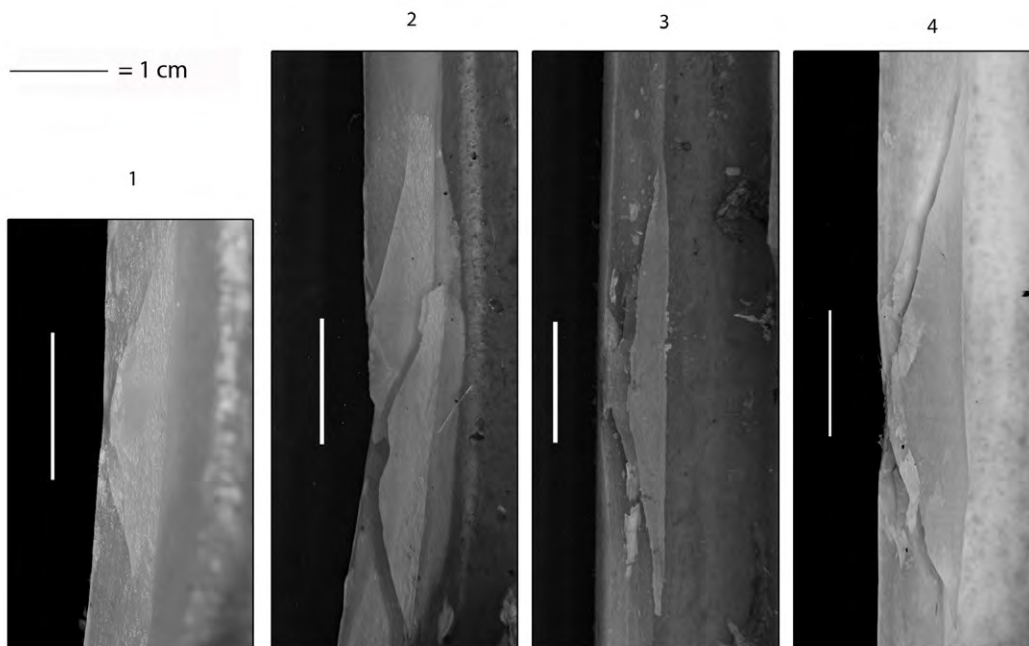
*L'encoche de percussion* — L'encoche de percussion – *impact notch* (Binford, 1981), *impact scar* (Bonnichsen,



**Fig. 7** – De l'enlèvement adhérent à l'encoche : évolution d'un stigmate.  
*Fig. 7* – From the microflake to the notch: evolution of a percussion scar.

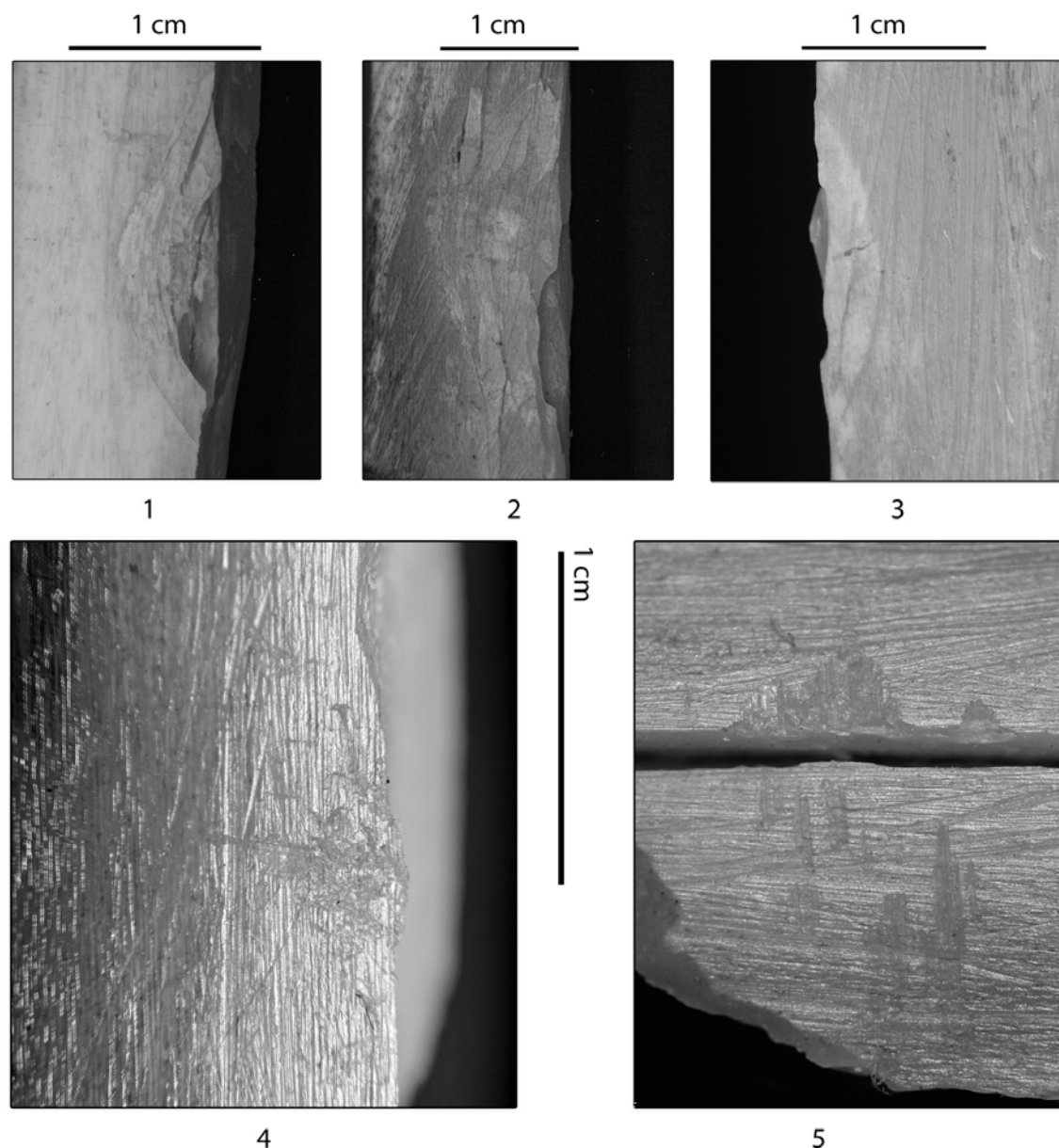


**Fig. 8** – Représentation schématique de l'enlèvement adhérent. 1 : vue de dessus ; 2 : profil (Treuillot, 2016, fig. 26).  
*Fig. 8* – Schematic drawing of a microflake. 1: view from above; 2: lateral view (Treuillot, 2016, fig. 26).



**Fig. 9** – Enlèvements adhérents. 1 : partiel ; 2 à 4 : entier (matériel expérimental) (clichés J. Treuillot).  
*Fig. 9* – Microflakes. 1: partial; 2 to 4: complete (experimental material) (photographs J. Treuillot).



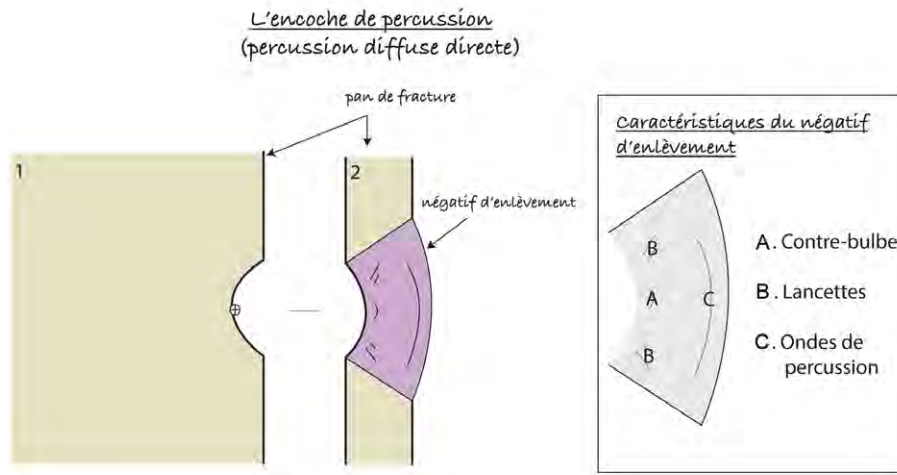


**Fig. 10** – Stigmates de percussion diffuse directe. 1-2 : écrasement de la matière, cupule ; 3 : léger tassement de la surface osseuse ; 4 : stries désorganisées ; 5 : stries parallèles (matériel expérimental) (clichés J. Treuillot).

**Fig. 10** – Stigmata left by direct diffuse percussion. 1-2: percussion pits; 3: slight compacting of the bone surface; 4: unorganised striae; 5: parallels striae (experimental material) (photographs J. Treuillot).

1979; Villa et Mahieu, 1991) ou *percussion scar* (White, 1992) – permet de localiser précisément la zone de percussion. Elle résulte de fissures arciformes qui se rejoignent à cet endroit et provoquent un détachement d'éclat qui laisse un négatif : l'encoche. Dans les faits, l'encoche de percussion peut être assimilée à un enlèvement adhérent qui s'est détaché (fig. 7). Souvent utilisé pour attester du recours à une percussion diffuse directe avec un percuteur type galet (Bonnichsen, 1979), ce stigmate doit être regardé avec prudence puisque nos expériences ont permis de montrer que si l'encoche de percussion apparaissait bien au niveau de la zone de percussion dans le cadre d'une percussion diffuse directe (n = 20), elle pouvait également jouxter la zone de contact en percussion linéaire indirecte (n = 21).

En fonction du type de percussion utilisé, les caractéristiques de ce stigmate varient. À la suite d'une percussion diffuse directe, le profil de l'encoche est concave. Le négatif d'enlèvement est scalariforme et souvent envahissant : la fissure initiée par l'impact se propage dans l'épaisseur de l'os et peut atteindre la face interne de la cavité médullaire. Sur ce négatif d'enlèvement on observe des stigmates secondaires caractéristiques tels qu'un contre-bulbe plus ou moins proéminent, des lancettes, des ondes de percussion et des étoilures (fig. 11). L'éclat qui a laissé ce négatif d'enlèvement présente un bulbe sur son revers. Les encoches peuvent aussi être associées à des fissures arciformes et des plages de stries. Comme nous le verrons plus loin, plusieurs caractéristiques permettent ainsi de



**Fig. 11** – Représentation schématique d’une encoche de percussion provoquée par une percussion diffuse directe et détails des caractéristiques du négatif d’enlèvement. 1 : délinéation de l’encoche (vue de dessus); 2 : pan de fracture et négatif d’enlèvement (vue de profil).

**Fig. 11** – Schematic drawing of an impact notch stemming from direct diffuse percussion and details of the characteristics of the removal scar. 1: delineation of the impact notch (view from above); 2: fracture plane and removal scar (lateral view).

différencier les encoches produites en percussion diffuse directe de celles qui sont générées en percussion linéaire indirecte (tabl. 3).

*La cupule et la zone de cupules* — La percussion diffuse directe peut également entraîner la formation d’une cupule, c’est-à-dire d’une dépression plus ou moins circulaire au niveau du point d’impact. Sur le matériel expérimental, elle correspond à un écrasement de la matière osseuse produit par le choc du percuteur dans la zone de percussion (fig. 10, n° 2). Elle est similaire aux *percussion pits* documentés par les expérimentations de Robert Blumenshine et Marie Selvaggio (Blumenshine et Selvaggio, 1988). Dans certains cas, plusieurs cupules peuvent être enregistrées proches les unes des autres : on parle alors de zone de cupules, ce qui signifie que l’os a été percuté à plusieurs reprises dans la même zone.

Les cupules peuvent être associées à des stries qui résultent de l’irrégularité de la partie active du percuteur, du dérapage de l’os ou encore du percuteur à l’impact. Ces stries apparaissent à l’intérieur de la cupule ou à côté (fig. 10, n°s 4 et 5). Elles sont connues dans la littérature :

Most of the sample of percussion pits are associated with patches of microstriation that are usually visible macroscopically, and occur either in or emanating from a pit, or within several centimeters of it (Blumenshine et Selvaggio, 1988, p. 763).

Ce stigmate est caractéristique de l’éclatement. Il est cependant rare, puisque présent sur seulement 15% (n = 7) des pièces produites en percussion diffuse directe.

Enfin, la présence de cupules seulement dans les séries résultant de l’emploi d’une percussion diffuse directe, nous permet d’avancer que la cupule est diagnostique de l’éclatement. La faible proportion de produits présentant des cupules nous alerte toutefois sur la nécessité de faire reposer nos observations sur autant de restes techniques que possible.

Par fendage, en percussion linéaire indirecte

La percussion linéaire indirecte consiste à déchirer les fibres de la matière au moyen d’une sollicitation dynamique. Cette fracture diffère toutefois de celle obtenue par percussion diffuse directe puisqu’elle est réalisée à l’aide d’un outil intermédiaire dont la partie active est linéaire

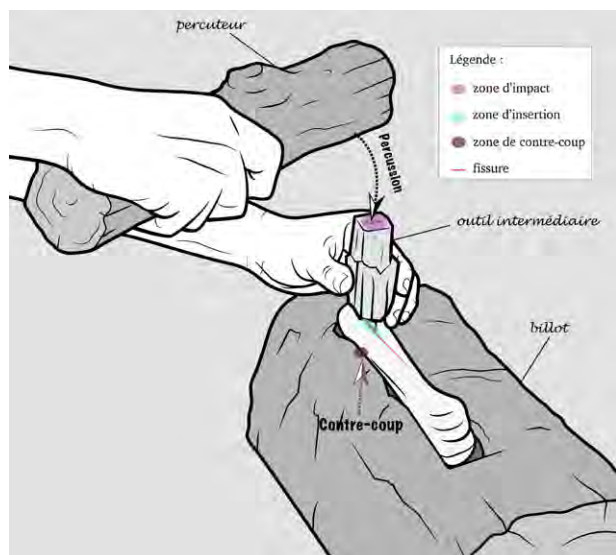
		Percussion diffuse directe (n = 20)	Percussion linéaire indirecte (n = 21)
Délinéation de l’encoche	Concave	80 %	27 %
	Linéaire	20 %	73 %
Caractéristiques du négatif d’enlèvement	Contre-bulbe	50 %	–
	Etoilures	90 %	15 %
	Lancettes	50 %	20 %
	Ondulations	65 %	–

**Tabl. 3** – Caractéristiques des encoches de percussion expérimentales.

**Table 3** – Characteristics of the experimental impact notches.

(un ciseau en os, une hache polie, un tranchet, etc.) et d'un percuteur dont la matière, la forme et la dimension peuvent varier.

L'outil intermédiaire est apposé sur l'os au niveau de la zone d'impact souhaité. Le percuteur vient alors frapper l'outil intermédiaire qui s'insère dans la matière, ce qui génère un stigmate très caractéristique au niveau de la zone de contact, une impression, et entraîne le développement de fissures (fig. 12).

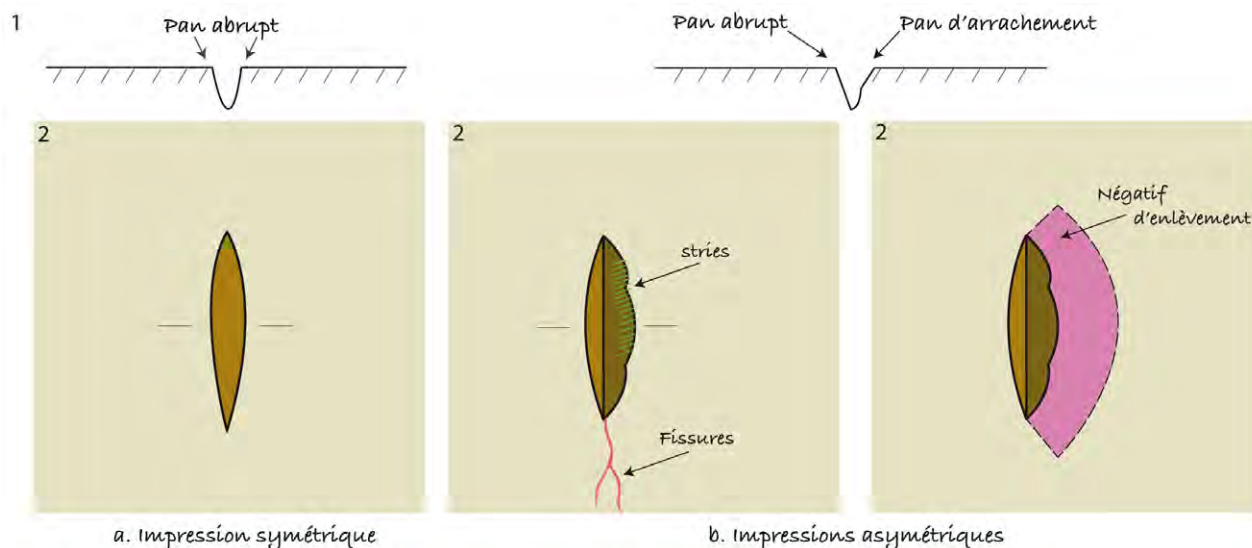


**Fig. 12** – Principes du débitage par percussion linéaire indirecte (DAO Patrick Zedouard).

**Fig. 12** – Principles of the debitage by indirect linear percussion (CAD Patrick Zedouard).

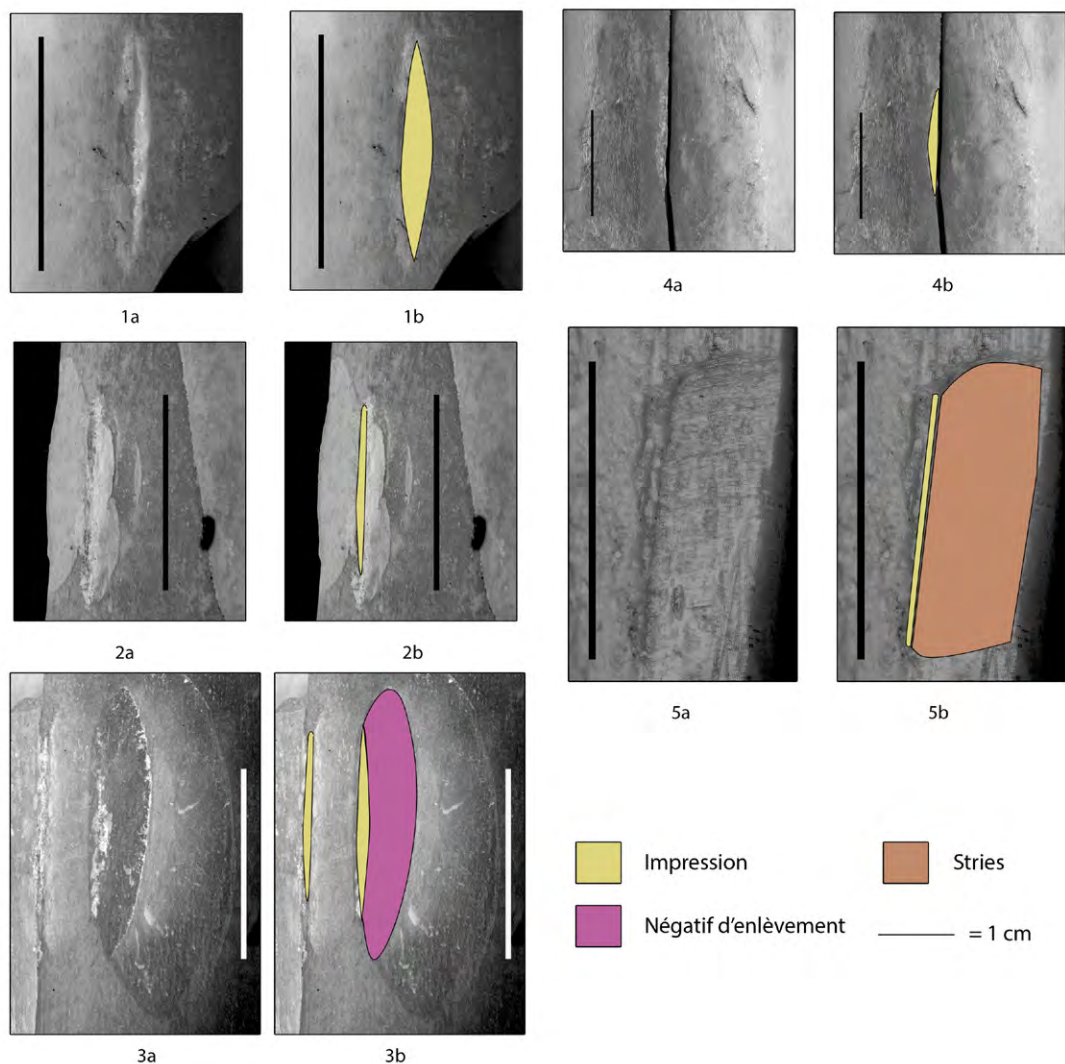
*L'impression* — Elle correspond à l'empreinte que laisse l'outil intermédiaire et avait jusqu'à maintenant été évoquée comme une « courte zone lisse où la matière est tranchée par l'insertion de l'outil intermédiaire » (Averbouh et Provenzano, 1998-1999, p. 11). Dans cet article, nous proposons la description de l'impression laissée par une hache polie à tranchant mousse, utilisée comme pièce intermédiaire. L'outil était posé sur la surface osseuse selon un angle de 90°, mais cet angle était parfois plus fermé faute de l'avoir maintenu immobile lors du choc. Ces variables jouent un rôle dans la configuration de l'impression.

Sur notre matériel expérimental, nous avons comptabilisé 77 impressions. Ce stigmate s'apparente à une dépression linéaire composée de deux pans et d'un fond bombé. Cette impression est symétrique si l'os reste stable au moment de l'impact et que l'outil ne dérape pas (fig. 13, n° 1) ; sinon elle est asymétrique (fig. 13, n° 2). Dans cette série, 80 % des impressions sont symétriques : elles s'apparentent à des enfoncements (fig. 14, n°s 1 et 2). Cet enfoncement peut être décrit comme un écrasement linéaire composé de deux pans abrupts et d'un fond arrondi. Les impressions asymétriques sont par ailleurs composées d'un pan abrupt, qui se que produit lors de la phase de pénétration de l'outil, et d'un pan d'arrachement moins régulier (fig. 14, n°s 3 et 5). Le pan abrupt est couvert de stries liées à la nature de l'outil intermédiaire. Sur notre matériel expérimental, ces stries sont courtes, fines, régulières et denses et sont également visibles sur la surface externe de l'os, jouxtant l'impression, lorsque l'outil intermédiaire a dérapé (fig. 14, n° 5). Difficiles à voir à l'œil nu sur les pans de fracture, on les observe à faible grossissement ( $\times 8$ ). Jouxant le pan d'arrachement, on relève parfois un négatif d'enlèvement cortical (n = 27) le plus souvent envahissant et radiant (fig. 14, n° 4). Ce stigmate secondaire (*sensu* Christensen, 2015) se produit sur



**Fig. 13** – Morphologie des impressions. 1 : section ; 2 : vue de dessus.

**Fig. 13** – Morphology of the marks. 1: section; 2: view from above.



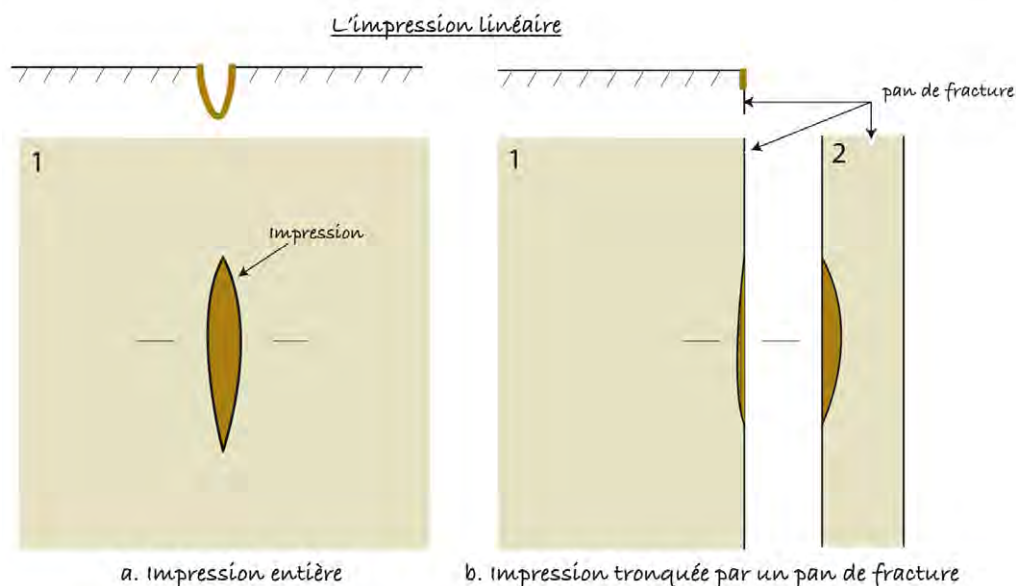
**Fig. 14** – Impressions et stigmates associés (matériel expérimental) (clichés J. Treuillot).  
**Fig. 14** – Marks and associated stigmata (experimental material) (photographs J. Treuillot).

les os qui étaient mal calés lors de la percussion. Bien que résultant de l'utilisation d'une lame de pierre polie, ces impressions sont assez similaires à celles que nous avons observées sur le matériel archéologique. Pour préciser la variabilité des impressions, en fonction de l'outil utilisé, il sera toutefois nécessaire de tester des lames de pierre taillée ou des ciseaux en bois d'élan, plus conformes au contexte archéologique de Zamostje 2.

L'impression est à l'origine de la formation d'une fissure qui se développe selon son axe principal. Si le coup n'est pas assez fort, cette fissure est superficielle. Il est alors très facile de repérer l'impression sur l'os puisqu'elle reste entière (fig. 14, n° 1). Sinon, elle aboutit à une fracture qui divise l'impression en deux et il devient très difficile de la distinguer du pan de fracture (fig. 14, n° 4; fig. 15). Dans notre série expérimentale, 60 % des impressions n'auraient pas été détectées sans un recours au remontage physique. Pour le matériel archéologique, cette réalité statistique est bien sûr à prendre en compte. Si le bord des pièces est fragmenté ou couvert de concrétions, les chances d'observer une impression sont alors

très maigres. Dans notre assemblage archéologique, très largement mis en forme par retouche puis raclé, il est donc envisageable que de tels stigmates n'aient pas été préservés.

*L'encoche de percussion* — Dans certains cas, l'impression peut être associée à une encoche de percussion dont les caractéristiques diffèrent de l'encoche de percussion produite en percussion diffuse directe. En percussion linéaire indirecte, la délimitation de l'encoche est rectiligne. D'un point de vue statistique, on observe aussi que les dimensions varient entre les encoches et les négatifs d'enlèvement produits par éclatement et par fendage (fig. 16) : ils sont plus petits en percussion linéaire indirecte. Dans ce cas, le négatif d'enlèvement est de forme rectangulaire et ne présente pas de contre-bulbe ni d'ondes de percussion. Ce négatif d'enlèvement n'est associé qu'à de rares lancettes (fig. 17). Ce sont ces caractéristiques qui nous permettent de différencier l'encoche de percussion linéaire indirecte de celle générée par la percussion diffuse directe (tabl. 3).



**Fig. 15** – Représentation schématique d’une impression et de sa section : 1. vue de dessus, 2. vue de profil.  
*Fig. 15* – Schematic drawing of a mark and of its section. 1: view from above; 2: lateral view.

## DISCUSSION

### D’une technique de fracture à une autre : des signatures techniques différentes

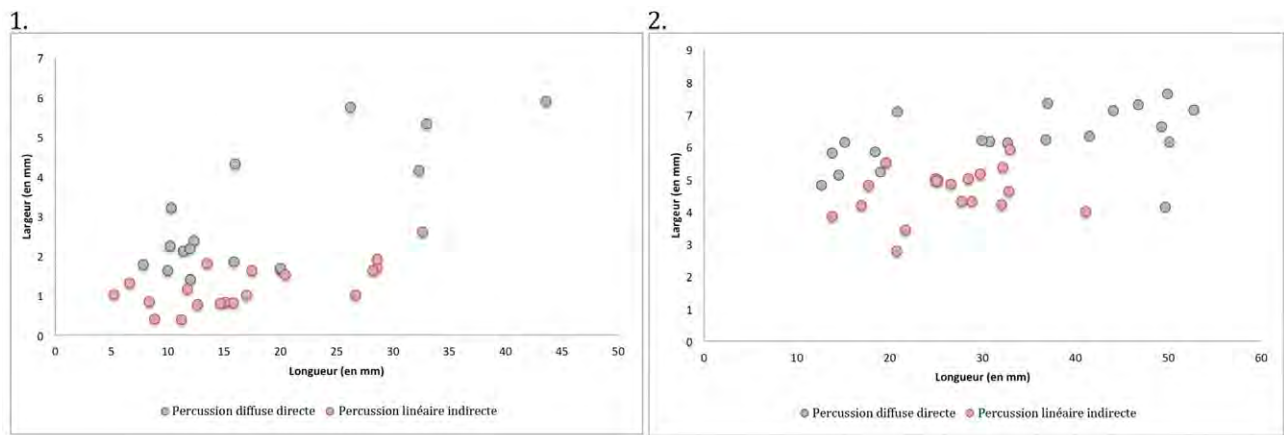
En définitive, ces expérimentations nous ont permis de découvrir que les stigmates liés à la fracture sont assez diversifiés et variables en fonction de la technique utilisée. Tous ne sont pas diagnostiques du type de percussion employé, mais on retiendra que le recours à la percussion diffuse directe, ou éclatement, peut être mis en évidence si l’on identifie une cupule au niveau de la zone de percussion et la percussion linéaire indirecte, ou fendage, si l’on observe des impressions. Associés directement à ces stigmates ou les jouxtant, les encoches de percussion présentent des caractéristiques variées en fonction du type de fracture. Tous ces stigmates résultent de la dynamique de la percussion et sont à l’origine des fissures linéaires qui entraînent la fracture de l’os et la formation d’un pan de fracture. Mais si leurs attributs varient, c’est que ces deux types de fracture sont très différents. Lors de l’éclatement, le percuteur n’est qu’en contact ponctuel avec la matière, au moment de l’impact. À l’inverse, dans le cas du fendage par percussion linéaire indirecte, l’outil intermédiaire est posé sur l’os et présente une zone de contact plus étendue, linéaire. C’est pour cela que les encoches diffèrent dans leurs caractéristiques, tout comme les traces les plus diagnostiques. Ainsi, et contrairement à ce qui a pu être écrit précédemment, il ne nous semble pas que l’encoche de percussion permette de caractériser à elle seule le recours à la percussion diffuse directe, à moins de la décrire très finement et d’illustrer son propos à l’aide d’une moyenne statistique (Blumenshine et Selvaggio, 1988).

### Implications archéologiques : des variantes dans le schéma de débitage à Zamostje 2

Par l’expérimentation et l’étude technologique des assemblages archéologiques, nous avons pu reconstituer le schéma opératoire mis en œuvre pour la bipartition des métapodes à la fin du Mésolithique pour l’échantillon étudié à Zamostje 2. La mise en place d’une grille d’analyse pour les stigmates de percussion, à partir du matériel expérimental, nous a permis de proposer plusieurs variantes qui illustrent des changements dans les techniques à l’œuvre pour les débitages par bipartition des métapodes à la fin du Mésolithique (fig. 18).

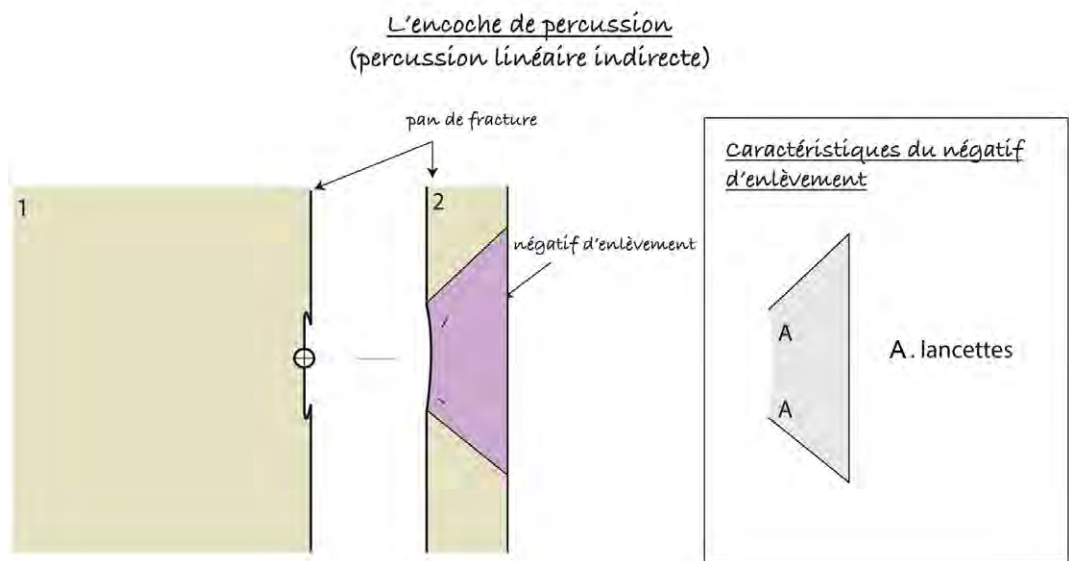
Dans ces deux séries, les excroissances latérales ont d’abord été supprimées par percussion tranchante depuis la plage articulaire (fig. 18, étape 1). Cette ablation se matérialise par la formation d’un négatif d’enlèvement allongé qui part de la plage articulaire. La surface de détachement présente une extrémité en plume, ce qui traduit une sortie progressive du front de fracture comme nous avons pu le constater expérimentalement (fig. 19). Cette étape facilite la bipartition des métapodes, en supprimant la portion la plus spongieuse de l’os, tout comme sa position sur l’enclume. L’os doit en effet reposer à plat sur l’enclume et être stabilisé pour ne pas bouger à l’impact. Ainsi, la ligne de fracture générée par la percussion qui s’en suit peut se diffuser sans être déviée.

Après cette ablation, les Mésolithiques du niveau supérieur ont procédé directement à la bipartition. Dans le niveau inférieur, ils ont d’abord mis en place une ligne d’arrêt pour stopper ou contrôler la propagation de la ligne de fracture. Pour ce faire, une gorge a été aménagée par entaillage sur la face caudale de l’os au niveau de l’élargissement distal de la diaphyse (fig. 18, étape 1bis). L’abandon de cette étape dans le niveau supérieur



**Fig. 16** – Dimensions, en mm, des encoches (1) et négatifs d'enlèvement (2) produits expérimentalement en percussion diffuse directe et en percussion linéaire indirecte.

*Fig. 16 – Dimensions in millimetres of the impact notches (1) and removal scars (2) produced experimentally by direct diffuse percussion and by indirect linear percussion.*



**Fig. 17** – Représentation schématique d'une encoche de percussion provoquée par une percussion linéaire indirecte et détails des caractéristiques du négatif d'enlèvement. 1 : délimitation de l'encoche (vue de dessus); 2 : pan de fracture et négatif d'enlèvement (vue de profil).

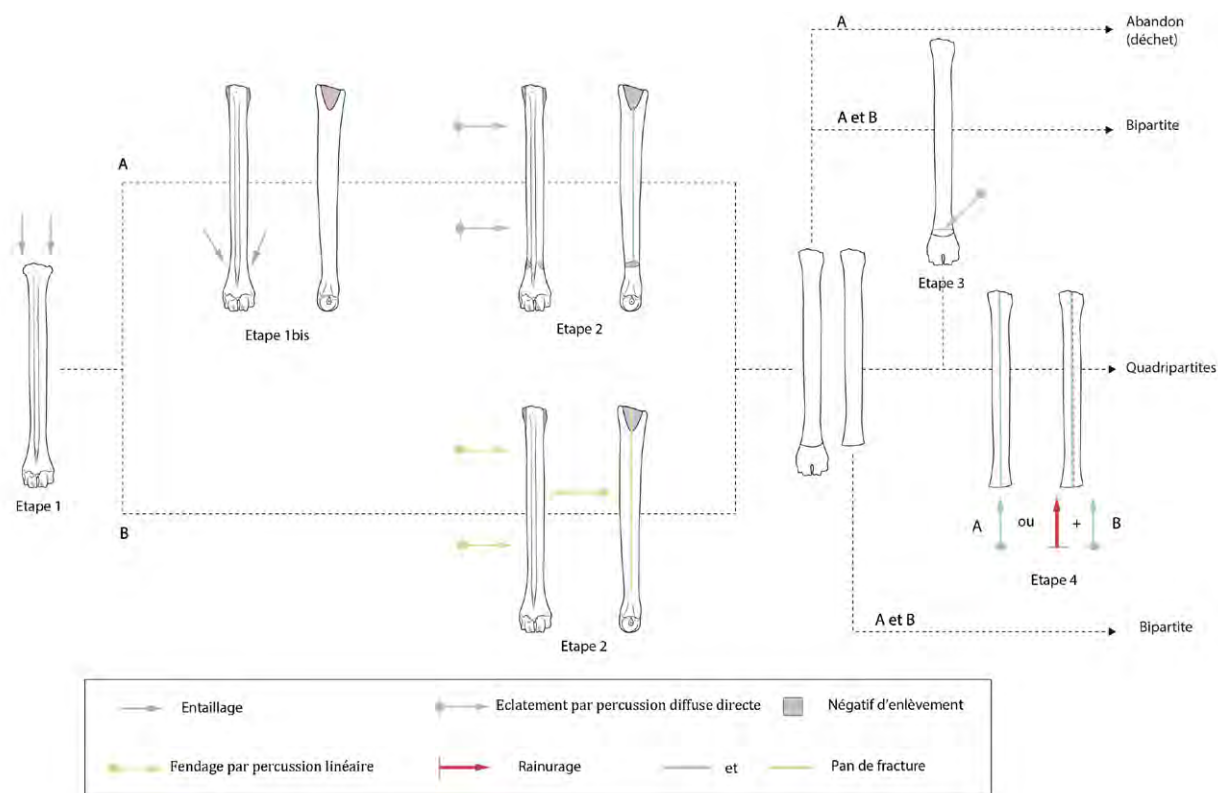
*Fig. 17 – Schematic drawing of an impact notch left by indirect linear percussion and details of the characteristics of the removal scar. 1: delineation of the percussion notch (view from above); 2: fracture plane of the removal scar (lateral view).*

coïncide avec des changements dans les procédés de la bipartition :

– Dans le niveau inférieur, nous avons identifié des zones de cupules et des enlèvements adhérents sur la face médiale de la diaphyse de six déchets, tandis que vingt encoches ont été identifiées sur neuf autres déchets (fig. 20, n<sup>os</sup> 1 et 2). Ces encoches ont une délimitation concave, avec un négatif d'enlèvement scalariforme parfois associé à des ondulations et un contre-bulbe. Ces caractéristiques renvoient, d'après nos expérimentations, à l'utilisation d'un éclatement par percussion diffuse directe et nous en arrivons donc à la conclusion que c'est cette technique qui a été utilisée pour prélever un bipartite

sur la face caudale (fig. 18, étape 2). Quand cela était nécessaire, le bloc de débitage était percuté sur la face crâniale, au niveau de l'élargissement distal de la diaphyse, pour détacher un second support (fig. 18, étape 3).

– Dans le niveau supérieur, les impressions dominent (fig. 20, n<sup>o</sup> 3). Elles mesurent 8 à 11 mm de long, mais sont rares, d'autant que les supports ont presque tous été mis en forme par retouche. Leur présence sur 5 déchets permet toutefois d'attester que les Mésolithiques de ce niveau ont utilisé un outil biseauté pour fendre les métapodes au moyen d'un fendage par percussion linéaire, probablement indirecte, pour produire deux supports bipartites (fig. 18, étape 2).



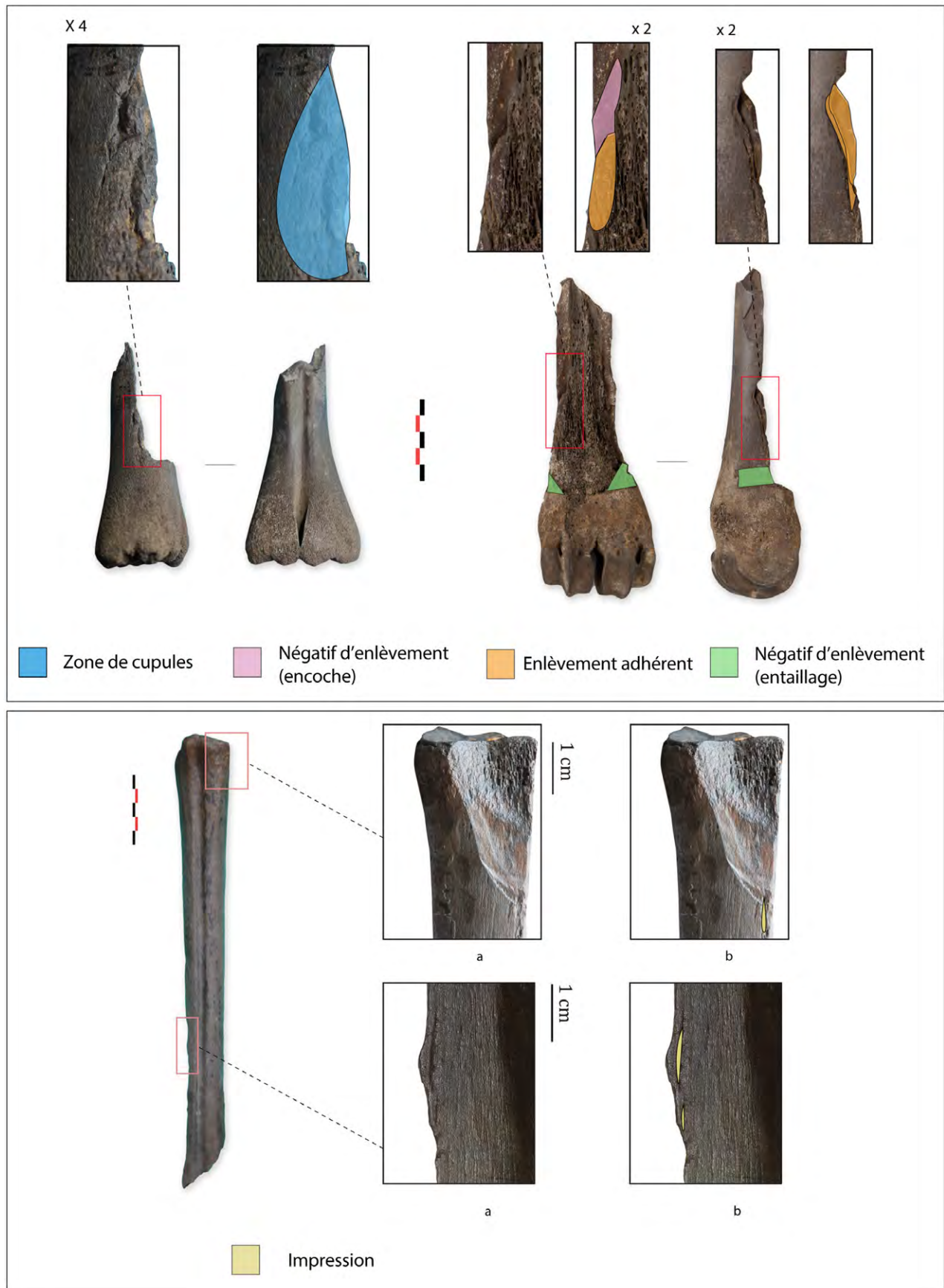
**Fig. 18** – Schéma hypothétique de débitage des métapodes par bipartition en contexte archéologique. A : niveau « Mésolithique récent inférieur » ; B : niveau « Mésolithique récent supérieur ».

**Fig. 18** – Hypothetical diagram of metapodial blank production by bipartitioning in the archaeological context. A: level 'Late Mesolithic, lower layer'; B: level 'Late Mesolithic, upper layer'.



**Fig. 19** – Négatif d'enlèvement lié à la suppression d'une excroissance par percussion tranchante : 1. matériel archéologique, 2. matériel expérimental (clichés J. Treuillot).

**Fig. 19** – Removal scar related to the removal of an epicondyle by direct percussion. 1: archaeological remains; 2: experimental material (photographs J. Treuillot).



**Fig. 20** – Produits de débitage et stigmates de percussion associés sur le matériel archéologique (clichés J. Treuillot). 1 et 2 : niveau « Mésolithique récent inférieur » ; 3 : niveau « Mésolithique récent supérieur ».

**Fig. 20** – Products and percussion stigmata related to blank production by bipartitioning of metapodials associated on archaeological material (photographs J. Treuillot). 1 and 2: 'Late Mesolithic, lower layer'; 3: 'Late Mesolithic, upper layer'.



Dans certains cas, le bipartite a été utilisé pour fabriquer un outil massif tel qu'une pointe de lance ou un outil biseauté à 45°. Dans d'autres, il était utilisé en bloc secondaire et faisait l'objet d'une nouvelle bipartition (fig. 18, étape 4). Si l'objectif demeure inchangé, les moyens mis en œuvre par les Mésolithiques de ces deux niveaux ne sont pas les mêmes :

- dans le niveau inférieur, l'éclatement par percussion diffuse directe a été privilégié pour diviser les blocs secondaires en quarts ;

- dans le niveau supérieur, ils ont d'abord procédé à un rainurage peu profond dans le sillon médian avant d'utiliser une percussion, dont nous ne pouvons préciser la nature.

### **Des changements techniques à la fin du Mésolithique en Russie centrale**

À Zamostje 2, nous avons identifié que les techniques de fracture étaient au centre des procédés de débitage employés par les groupes qui occupaient ce site à la fin du Mésolithique, en particulier pour le secteur étudié. Néanmoins, les Mésolithiques ont d'abord privilégié un éclatement par percussion diffuse directe avant de recourir à un fendage par percussion linéaire. Cette percussion linéaire est peut-être indirecte, bien que ce point nécessite encore d'être confirmé par des expérimentations avec des lames en pierre taillée et des ciseaux en bois d'élan, conformément aux outils découverts à Zamostje 2.

Quoi qu'il en soit, le phénomène de changement technique que l'on note ici, et qui se vérifie sur les autres sites de la région (notamment à Ozerki 5), s'accompagne aussi de changements dans la gestion des débitages. Si dans le niveau inférieur de nombreux produits sont abandonnés sans être utilisés, il en va autrement dans le niveau supérieur. Lors de cette occupation, les Mésolithiques ont mis en forme les baguettes par retouche avant de les stocker. Une telle stratégie relève d'une planification accrue des besoins. Cette hypothèse doit bien entendu être nuancée au regard de l'échantillon étudié et nous rappelle l'importance de continuer l'étude de ce site. Toutefois, si cette impression devait se confirmer à l'échelle du site, elle pourrait correspondre au développement d'une nouvelle organisation dans la gestion des matières premières, potentiellement liée à un mode de vie plus sédentaire. La prise en compte de l'ensemble des débitages du site permettrait également de discuter de la place réelle que tenaient les métapodes dans cette exploitation. Car, s'il semble clair dans ce secteur de fouille qu'il s'agit de l'os le plus recherché et le plus utilisé, il pourrait également s'agir d'un effet d'échantillonnage. Quoi qu'il en soit, les phénomènes techniques et économiques que nous venons d'énumérer, bien loin d'être marginaux, correspondent à d'autres changements dans les principes même du travail des matières dures animales à cette époque. Si les os longs, autres que les métapodes, étaient utilisés de manière sporadique dans le niveau inférieur, au moyen d'un débitage par fracturation, avec la mise en œuvre d'un éclatement, il en va tout à fait autrement dans le niveau supérieur. Les Mésolithiques ont alors eu recours à un débitage par

extraction, par double rainurage longitudinal, de manière à tirer parti au mieux des tibias, radius et fémur dont l'architecture, plus tortueuse que celle des métapodes, se prête mal à l'emploi de techniques de fracture.

À la fin du Mésolithique, des changements interviennent donc dans le travail des matières osseuses. Nous pourrions bien sûr être tenté de voir pour les métapodes un phénomène de progrès technique. Or, nous avons démontré qu'ici tel n'était pas le cas puisque le résultat des débitages des métapodes par bipartition est tout aussi contrôlable en percussion diffuse directe qu'en percussion linéaire indirecte, contrairement à l'idée parfois émise d'une absence de prédétermination derrière le recours à la percussion diffuse directe (Sidéra, 1993 ; Averbough, 2000). En ce sens l'abandon de la percussion diffuse directe au profit d'une percussion linéaire ne nous semble pas pouvoir s'expliquer en termes techniques et les raisons sont donc à chercher ailleurs. Il n'est d'ailleurs pas inintéressant de rappeler que les productions sont dès lors beaucoup plus standardisées. Le développement d'une nouvelle technique pourrait ainsi être lié au renouvellement de l'outillage de chasse, bien que cela reste difficile à confirmer. Reste à dire que l'apparition de cette nouvelle technique nécessite aussi son apprentissage. En ce sens, cette tendance demande à être étudiée encore plus en détail, notamment pour vérifier s'il est possible de voir dans ces transformations les signes d'une plus forte spécialisation pour la fabrication de l'équipement de chasse à partir de la seconde moitié du Mésolithique récent (Treuil, 2016).

## **CONCLUSION**

Les expérimentations que nous avons réalisées nous ont permis de mettre en place une grille de lecture pour l'étude des techniques de fracture, et notamment pour la fracture longitudinale des métapodes. Il en ressort qu'il est possible de différencier, sur la base des stigmates de percussion les plus diagnostiques (à savoir la cupule et l'impression) quelle technique de fracture a été mise en œuvre. Pour autant, les expérimentations seront à poursuivre pour juger, entre autre, de la nature des traces générées par la percussion linéaire directe ou encore de la prédictibilité des débitages. Finalement, ces expériences nous ont permis d'établir que le résultat des débitages par techniques de fracture s'avérait tout à fait contrôlable.

En confrontant les données de notre référentiel expérimental à celles des assemblages archéologiques, nous avons pu mettre en évidence une évolution des pratiques de débitage à la fin du Mésolithique dans la Volga supérieure. L'analyse des déchets et supports du secteur fouillé entre 1995 et 2000 de Zamostje 2 nous a permis de démontrer que l'éclatement par percussion diffuse directe employé au début du Mésolithique récent a ensuite été remplacé par la percussion linéaire. Si cette affirmation nécessite d'être confirmée à l'échelle du site, elle n'en est pas moins très intéressante. D'ailleurs, il est important de noter que les principes de ces débitages restent plutôt similaires, ce qui s'explique par la structure des métapodes

qui est particulièrement bien adaptée à la fracture longitudinale. L'abondance des produits sur métapode témoigne clairement de l'importance de cette pratique sur les sites russes de la fin du Mésolithique.

Cette tendance n'est d'ailleurs pas propre au Mésolithique de la Volga supérieure, tant la bipartition des métapodes semble récurrente au sein des groupes de chasseurs-cueilleurs. Un rapide tour d'horizon de la bibliographie montre en effet que les techniques de fracture sont utilisées de façon diachronique sur tous les continents pour la bipartition des métapodes d'ongulé. S'il n'est pas établi que cette pratique est toujours liée à la production de supports, elle est attestée dès le Paléolithique moyen dans le bassin méditerranéen (Stiner, 2002), ainsi que dans le Magdalénien de Gönnersdorf en Allemagne et du Tureau des Gardes en France (Bignon-Lau et Lázníčková-Galetová, 2016) et à une plus grande échelle sur plusieurs sites mésolithiques d'Europe du Nord et de l'Est (Zhilin, 1998; Bergsvik et David, 2015; Luik et Piličiauskienė, 2016), ainsi que sur le continent américain pour des périodes plus récentes (Christensen, Legoupil *et al.*, ce volume; Bryce, 2016; Gates St-Pierre *et al.*, 2016; Yesner et Bonnichsen, 1979). Nous espérons donc que les résultats de nos expérimentations pourront être appliqués à d'autres contextes.

**Remerciements :** Cet article présente une partie des résultats de ma thèse, soutenue en 2016. Je tiens donc à remercier Vladimir Lozovski et Olga Lozovskaya pour m'avoir aidé et permis de travailler sur le matériel de Zamostje 2, ainsi que Boris Valentin, Marianne Christensen et Yolaine Maigrot pour leur encadrement. Pour leur accueil au Musée d'histoire naturelle de Genève, j'adresse également mes remerciements à Jacqueline Studer et Jean-Christophe Castel. J'exprime aussi toute ma gratitude à Marianne Christensen, Yolaine Maigrot et Nejma Goutas qui ont accepté de relire cet article et dont les suggestions ont été précieuses. Pour finir, je tiens à remercier chaleureusement les membres et coordinateurs du thème « Ressources animales : acquisition, transformation et utilisation » : les discussions que nous avons eues lors de nos réunions ont contribué à m'ouvrir l'esprit au sujet des techniques de fracture.

#### NOTE

- (1) Les bipartites sont des supports « allongés, peu épais de contour plus ou moins rectangulaire » (Provenzano, 2001, p. 77) qui s'apparentent à des baguettes. Ils sont produits au cours d'un schéma de transformation par bipartition.

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AVERBOUH A. (2000) – *Technologie de la matière osseuse travaillée et implications paléolithiques : l'exemple des chaînes d'exploitation du bois de cervidé chez les Magdaléniens des Pyrénées*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 2 vol., 253 et 247 p.
- AVERBOUH A., PROVENZANO N. (1998-1999) – Propositions pour une terminologie du travail préhistorique des matières osseuses, 1. Les techniques, *Préhistoire et anthropologie méditerranéennes*, 7-8, p. 5-26.
- BEHIRI J. C., BONFIELD W. (1984) – Fracture Mechanics of Bone. The Effects of Density, Specimen Thickness and Crack Velocity on Longitudinal Fracture, *Journal of Biomechanics*, 17, 1, p. 25-34.
- BERGSVIK K. A., DAVID E. (2015) – Crafting Bone Tools in Mesolithic Norway: A Regional Eastern-Related Know-How, *European Journal of Archaeology*, 18, 2, p. 190-221.
- BIGNON-LAU O., LÁZNIČKOVÁ-GALETOVÁ M. (2016) – Of Horse Metapodials Debitage during the Upper Magdalenian in Europe: An Overview of Techniques, Methods and Operational Sequences, *Quaternary International*, 403, p. 68-78.
- BINFORD L. R. (1981) – *Bones: Ancient Men and Modern Myths*, New York, Academic Press (Studies in Archaeology, 5), 320 p.
- BJORÅ R., FALCH J. A., STAALAND H., NORDSLETEN L., GJENGENDAL E. (2001) – Osteoporosis in the Norwegian Moose, *Bone*, 29, 1, p. 70-73.
- BLUMENSHINE R. J., SELVAGGIO M. (1988) – Percussion Marks on Bone Surfaces as a New Diagnostic of Hominid Behaviour, *Nature*, 333, 6175, p. 763-765.
- BONNICHSEN R. (1979) – *Pleistocene Bone Technology in the Beringian Refugium*, Ottawa, National Museums of Canada, 324 p.
- BOULESTIN B. (1999) – *Approche taphonomique des restes humains. Le cas des Mésolithiques de la grotte des Perrats et le problème du cannibalisme en Préhistoire récente européenne*, Oxford, Archaeopress (BAR, International Series 776), 276 p.
- BRYCE J. A. (2016) – *An Investigation of the Manufacture and Use of Bone Awls at Wolf Village (42UT273)*, mémoire de master, Brigham Young University, Provo (Utah), 164 p.
- CHAIX L. (1996) – La faune de Zamostje 2, in V. Lozovski (dir.), *Les derniers chasseurs préhistoriques de la plaine russe*, Treignes, CÉDARC, p. 85-95.
- CHRISTENSEN M. (2015) – *L'exploitation des matières dures animales chez les chasseurs-cueilleurs : le cas des nomades marins de Patagonie et de Terre de Feu*, thèse d'habilitation à diriger les recherches, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 245 p.
- CHRISTENSEN M., LEGOUPIL D., SAN ROMÁN M. (ce volume) – L'exploitation des métapodes d'artiodactyles par les nomades marins de Patagonie australe : le cas du site d'Offing, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 311-322.
- DAVID É. (1998) – Étude technologique de l'industrie en matières dures animales du site mésolithique de Zamostje 2 : fouille 1991 (Russie), *Archéo-Situla*, 26, p. 5-62.
- DAVID É. (1999) – *L'industrie en matières dures animales du mésolithique ancien et moyen en Europe du Nord. Contribution de l'analyse technologique à la définition du Maglémiosien*, thèse de doctorat, université Paris X, Nanterre, 2 vol., 770 p.

- GATES ST-PIERRE C., ST-GERMAIN C., COURTEMANCHE M., CHAPDELAINE C., COLLINS M. (2016) – An Integrative Approach to the Study of Bone Tool Manufacture and Use: The Case of the St. Lawrence Iroquoians, *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano*, 3, 2, p. 54-73.
- HAYNES G. (1988) – Spiral Fractures, Cutmarks and Other Myths about Early Bone Assemblages, in J. A. Willig, C. M. Aiken et J. L. Fagan (dir.), *Early Human Occupation in Far Western North America: The Clovis-Archaic Interfaces*, Carson City, Nevada State Museum (Nevada State Museum Anthropological Papers, 21), p. 145-151.
- INIZAN M.-L., REDURON M., ROCHE H., TIXIER J. (1995) – *Technologie de la pierre taillée*, Meudon, CREP (Préhistoire de la pierre taillée, 4), 199 p.
- JOHNSON E. (1985) – Current Developments in Bone Technology, *Advances in Archaeological Method and Theory*, 8, New York, Academic Press, p. 157-235.
- KREUTZER L. A. (1992) – Bison and Deer Bone Mineral Densities: Comparisons and Implications for the Interpretation of Archaeological Faunas, *Journal of Archaeological Science*, 19, p. 271-294.
- LOZOVSKAYA O. V., LOZOVSKI V. M. (2015) – Периоды существования мезолитических и неолитических поселений и проблемы формирования культурных слоев на стоянке Замостье 2, in *Древние культуры Восточной Европы: эталонные памятники и опорные комплексы в контексте современных археологических исследований: Зямтнинский сборник*, Saint-Petersbourg, Académie des sciences de Russie, musée Pierre-le-Grand d'anthropologie et d'ethnographie, p. 180-191.
- LOZOVSKI V. M. (2003) – *Переход от мезолита к неолиту в Волго-Окском междуречье по материалам стоянки Замостье 2*, thèse de doctorat, université de Saint-Petersbourg, 473 p.
- LOZOVSKI V. M. (2014) – Кремневая индустрия мезолитических слоев стоянки Замостье 2, in Г. А. Хлопачев, С. А. Васильев (dir.), *Stone Age: from Atlantic to Pacific = Каменный век: от Атлантики до Пацифики*, Saint-Petersbourg, Académie des sciences de Russie, musée Pierre-le-Grand d'anthropologie et d'ethnographie, p. 244-292.
- LOZOVSKI V. M., LOZOVSKAYA O. V., MAZURKEVICH A., HOOK D., KOLOSOVA M. (2014) – Late Mesolithic–Early Neolithic Human Adaptation to Environmental Changes at an Ancient Lake Shore: the Multi-Layer Zamoszje 2 Site, Dubna River, Central Russia, *Quaternary International*, 324, p. 146-161.
- LUİK H., PILIČIAUSKIENĖ G. (2016) – Bone Tools at the Neolithic sites of Sventoji, Lithuania: Raw Materials and Working Methods, in S. Vitezović (dir.), *Close to the Bone: Current Studies in Bone Technologies*, Belgrade, Institute of Archaeology, p. 188-200.
- LYMAN R. L. (1984) – Bone Density and Differential Survivorship of Fossil Classes, *Journal of Anthropological Archaeology*, 3, p. 259-299.
- MANNERMAA K., GERASIMOV D., GIRYA E., SABLIN M. V. (2017) – Wild Boar (*Sus scrofa*) Teeth from a Female Burial in Yuzhnyi Oleni Ostrov, Northwestern Russia (c. 6200 cal BC): Local Rarities or Transported Goods?, *Environmental Archaeology*, p. 1-12.
- MANNERMAA K. (2013) – Fowling in Lakes and wetlands at Zamoszje 2, Russia c. 7900-6500 uncal. BP, in V. M. Lozovski, O. V. Lozovskaya et I. Clemente-Conte (dir.), *Zamoszje 2, Lake Settlement of the Mesolithic and Neolithic Fishermen in Upper Volga Region*, Saint-Petersbourg, Russian Academy of Sciences, p. 215-230.
- MOUBARAK-NAHRA R. (2011) – *Étude archéozoologique d'après les vestiges fauniques d'élan du site de Zamoszje 2 (Russie centrale). Essai de reconstitution de la chaîne opératoire de boucherie des élan au Mésolithique récent*, mémoire de master, université de Genève, 136 p.
- SIDÉRA I. (1993) – *Les assemblages osseux en bassins parisien et rhénan du VI<sup>e</sup> au IV<sup>e</sup> millénaire BC : histoire, technologie et culture*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 2 vol., 830 p.
- STINER M. C. (2002) – Carnivory, Coevolution, and the Geographic Spread of the Genus Homo, *Journal of Archaeological Research*, 10, 1, p. 1-63.
- TREUILLOT J. (2013) – From the Late Mesolithic to the Early Neolithic: Continuity and Changes in Bone Productions from Zamoszje 2 (Excavations 1995-2000), Russia, in V. M. Lozovski, O. V. Lozovskaya et I. Clemente-Conte (dir.), *Zamoszje 2, Lake Settlement of the Mesolithic and Neolithic Fishermen in Upper Volga Region*, Saint-Petersbourg, Russian Academy of Sciences, p. 142-157.
- TREUILLOT J. (2016) – *À l'Est quoi de nouveau ? L'exploitation technique de l'élan en Russie centrale au cours de la transition entre pêcheurs-chasseurs-cueilleurs sans céramique (« Mésolithique récent ») et avec céramique (« Néolithique ancien »)*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 388 p.
- VILLA P., MAHIEU E. (1991) – Breakage Patterns of Human Long Bones, *Journal of Human Evolution*, 21, 1, p. 27-48.
- WHITE T. D. (1992) – *Prehistoric Cannibalism at Mancos 5MTUMR-2346*, Princeton, Princeton University Press, 462 p.
- YESNER D., BONNICHSEN R. (1979) – Caribou Metapodial Shaft Splinter Technology, *Journal of Archaeological Science*, 5, 4, p. 303-308.
- YTREVVHUS B., SKAGEMO H., STUVE G., SIVERTSEN T., HANDELAND K., VIKOREN T. (1999) – Osteoporosis, Bone Mineralization and Status of Selected Trace Elements in Two Populations of Moose Calves in Norway, *Journal of Wildlife Diseases*, 35, 2, p. 204-211.
- ZHILIN M. G. (1998) – Technology of the Manufacture of Mesolithic Bone Arrowheads on the Upper Volga, *European Journal of Archaeology*, 1, 2, p. 149-176.
- ZHILIN M. G. (2001) – *Костяная индустрия мезолита лесной зоны Восточной Европы*, thèse de doctorat, université de Moscou, 499 p. [en russe].

**Julien TREUILLOT**  
 UMR 7041 ArScAn  
 Ethnologie préhistorique  
 MAE, 21, allée de l'Université  
 F-92023 Nanterre cedex  
 et 4, avenue de Champagne  
 F-69410 Champagne-au-Mont-d'Or  
 julien.treuilLOT@me.com



« À coup d'éclats! »

*La fracturation des matières osseuses en Préhistoire :*

*discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*

Actes de la séance de la Société préhistorique française de Paris (25 avril 2017)

Textes publiés sous la direction de Marianne CHRISTENSEN et Nejma GOUTAS

Paris, Société préhistorique française, 2018

(Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 283-310

www.prehistoire.org

ISSN : 2263-3847 – ISBN : 2-913745-74-1

# L'emploi de la percussion directe diffuse et de la méthode de débitage par fracturation dans l'exploitation des coquilles

## Exemples du Néolithique final et du Chalcolithique ancien de Sardaigne (Italie)

Laura MANCA

---

**Résumé :** Dans le cadre des études sur l'industrie sur coquille, les analyses technologiques sont de plus en plus nombreuses si bien, qu'à ce jour, l'on dispose d'une connaissance étendue de la variété des espèces exploitées et des schémas de transformation mis en œuvre pour la production des objets associés. Les données actuellement disponibles montrent que le schéma par façonnage direct est de loin le plus employé pour leur transformation, notamment pour la production d'objets de parure perforés. En revanche, le schéma de transformation par fracturation a été mis en œuvre de manière marginale pour la production de supports non standardisés utilisés pour la réalisation d'outils et d'objets de parure. Si l'intentionnalité strictement technique de cette fracturation ne peut être démontrée (un objectif alimentaire concomitant étant aussi possible), une sélection des supports, selon leur morphologie et leurs dimensions, a bien eu lieu, en fonction des objectifs économiques poursuivis. Notre recherche exploite la complémentarité de trois approches (expérimentale, technologique et fonctionnelle) pour apporter un nouveau regard, d'une part, sur les méthodes d'étude des industries sur coquille, et d'autre part, sur la place du débitage par fracturation dans l'exploitation de cette ressource au sein du système techno-économique des sociétés holocènes de Sardaigne. À partir des questionnements archéologiques issus de nos recherches sur les sites de Cuccuru s'Arriu (Cabras) et de Su Coddu (Selargius), nous avons mené des expérimentations visant à caractériser les pans de fracture selon différentes modalités de percussion directe diffuse sur des valves de *Glycymeris* sp : au percuteur dur en pierre et au percuteur tendre en bois végétal. Parallèlement, ces stigmates ont été confrontés à ceux produits accidentellement lors d'opérations de retouche par percussion, car les enlèvements occasionnés par ces deux opérations techniques (débitage et mise en forme) présentent des similitudes morphologiques importantes qui doivent être distinguées. Enfin, la confrontation de ces stigmates à ceux présents sur le matériel archéologique porte à réfléchir sur l'emploi de la percussion directe diffuse et sur son application au cours des phases de transformation de l'industrie sur coquille.

**Mots-clés :** industrie sur coquille, analyse technologique, percussion directe diffuse, fracturation, Néolithique final, Chalcolithique ancien.

**Abstract:** Because of their morphological characteristics and their mechanical, physical and aesthetic properties, shells have been widely collected and exploited throughout prehistory in many parts of the world. Yet, increasingly numerous technological studies carried out on this category of vestigial remains, as well as research into functional aspects, have provided a wide range of data about exploited species and transformation patterns for the production of objects. The data currently available show that the direct shaping scheme (*sensu* Averbouh, 2000) is by far the most used for shell processing, more particularly for the production of personal ornaments equipped with a perforation hole. On the other hand, the method of debitage by fracturing was used to a limited extent for the production of non-standardised blanks for the manufacturing of tools and ornaments. The objective of this research is to use the complementarity of three approaches (experimental, technological and functional) to provide a new perspective about the methodology used to study the shell industry of the Sardinian societies and more specifically to better identify the role of fracture debitage in their techno-economic system. Based on research that took place at Cuccuru s'Arriu (Cabras) and Su Coddu (Selargius), we carried out experiments

that aimed to characterise the fracture planes resulting from direct diffuse percussion implemented with a stone or a wooden hammer on *Glycymeris* sp. valves. This species, which is predominant in the series studied, has an interlaced lamellar structure that means that it has average resistance to fracture and an average hardness. The results of the experiment make it possible to characterise the fracture planes resulting from direct diffuse percussion. This made it possible not only to highlight the number and morphology of the fragments produced with the two hammer tools, but also to record the number of visible points of impact and their morphological characteristics. Experiments carried out on *Glycymeris* testify that the fracture planes have a very varied morphology independent of the type of hammer used (wood or stone). However, the points of impact are marked by a particular morphology (V-shaped, convex or plano-convex aspect) and sometimes accompanied by micro scars and by fissuring. The texture of the fracture planes is often smooth. The points of impact are located opposite the percussion face. As regards the difference in the results between the two hammer tools (wood or stone), it was possible to evidence trends but not exclusive forms of fracture planes or impact points. These stigmata were also compared with those produced accidentally by direct diffuse percussion during the retouching operations, because the last one have strong morphological similarities that have to be distinguished.

A comparison of these stigmata with those observed on archaeological material leads to reflection on the use of these techniques and on possible transformation patterns they may be associated with. The sites of Su Coddù and Cuccuru s'Arriu have yielded 397 shell objects for the final Neolithic and the early Chalcolithic periods. Among these a second selection was made including the parts likely to answer our questions about the use of blank production by the fracturing method. The choice was made for all the parts presenting stigmata potentially linked to fracturing: the fracture planes.

The corpus thus constituted is composed of 66 shell objects (15 of the final Neolithic, 46 of the early Chalcolithic and 5 related to the two phases). Five species are represented, including two gastropods (*Hexaplex trunculus* Linnaeus 1758, *Charonia lampas* Linnaeus 1758) and three bivalves (*Spondylus gaederopus* Linnaeus 1758, *Glycymeris pilosa / nummaria* (da Costa) 1778, *Ostrea edulis* Linnaeus 1758). The identification and description of the technical stigmata resulting from direct diffuse percussion make it possible to determine the use modalities of this technique on the archaeological artefacts (location of the points of impact, fissures and presence of micro scratches), thanks to the knowledge acquired during the experiments.

These data contribute to the definition of the role played by blank production by fracturing at both sites. In the case of oysters, direct diffuse percussion is used in blank production which aims at the production of flat blanks of triangular or rectangular morphology and on which an edge has been successively shaped to create a bevelled active part. In the case of *Glycymeris* sp. fracture planes were mostly implemented during a shaping phase (creation of scrapers), but some of them suggest the intention of breaking blocks into several parts (location of the points of impact and dimensions of the portions of valves). However, the absence of finished objects makes it impossible to identify the transformation objectives. During the *Spondylus* transformation sequence, direct diffuse percussion was used in the shaping and in the debitage process. Blank production by fracturing is evidenced on a unworked blank, that is to say a blank directly used after the debitage phase of production, obtained from a large *Charonia lampas* gastropod. While these initial techno-functional analyses made it possible to better characterise the transformation sequences of the various types of shell species, there is still a long way to go before we can identify the production goals and possibly the variants of the methods used for the debitage and shaping.

**Keywords:** shell industry, technological analysis, direct diffuse percussion, fracturing, Late Neolithic, Early Chalcolithic.

De par leurs caractéristiques morphologiques et leurs propriétés physiques, mécaniques et esthétiques, les coquilles<sup>(1)</sup> ont été largement collectées et exploitées tout au long de la Préhistoire, dans plusieurs parties du monde. Aliments, objets de parure destinés à orner un collier, un bracelet, un vêtement ou encore instruments simples ou complexes, les coquilles revêtent une grande importance dans l'économie des sociétés anciennes (par exemple : Bernabò Brea, 1946, pl. XXX, fig. 17 a–c; Vigié et Courtin, 1986 et 1987; Courtin et Vigié, 1987; Vigié, 1987 et 1995; Gruet, 1993; Dupont, 2006 et 2012; Taborin, 2004; Lammers-Keijsers, 2007; Pascual Benito, 2008; Zilhão *et al.*, 2010; Van Gijn et Lammers-Keijsers, 2010; Henshilwood *et al.*, 2011; Serrand, 2011; Serrand et Vigne, 2011; Manca, 2013; Gutiérrez-Zugasti et Cuenca-Solana, 2015; Girod, 2015; Mas, 2015; Allen, 2017). Les analyses technologiques de cette catégorie de vestiges, tout comme les recherches sur les aspects fonctionnels, sont de plus en plus nombreuses, si bien qu'à ce jour, l'on dispose d'un large éventail d'informations quant aux espèces exploitées et aux schémas de transformation mis en œuvre pour la production d'objets (voir entre autres : Cristiani *et al.*, 2005; Lucero et Donald, 2005; Choi et Driwantoro, 2007; Szabó *et al.*,

2007; Szabó, 2008; Bonomo et Aguirre, 2009; Mansur et Clemente-Conte, 2009; Cuenca-Solana *et al.*, 2010, 2011, 2013, 2014 et 2015; Clemente-Conte et Cuenca-Solana, 2011; Douka, 2011; Szabó et Koppel, 2015; Tumung *et al.*, 2015a et 2015b; Cuenca-Solana, 2013; Manca, 2010, 2014 et 2016; Romagnoli *et al.*, 2016 et 2017). Les données actuellement disponibles montrent que le schéma de transformation par façonnage direct (*sensu* Averbouh, 2000) est de loin le plus employé pour leur transformation, notamment pour la production d'objets de parure perforés. En revanche, le débitage par fracturation a été mis en œuvre de manière marginale pour la production de supports non standardisés. Cette méthode de débitage<sup>(2)</sup> a été appliquée sur diverses espèces de coquille : les bivalves ont par exemple été exploités pour la production de racloirs au Moustérien (Douka et Spinapolice, 2012) ou encore pour des perles discoïdales au Néolithique et au Chalcolithique (Ricou et Esnard, 2000; Laporte *et al.*, 2009; Manca, 2010). Les gastéropodes de grandes et de petites dimensions, notamment *Charonia lampas* et *Lobatus galeatus*, ainsi que *Nucella lapillus* ont été également fracturés pour la production d'objets de parure (Borrello et Rossi, 2006, p. 88, fig. 8 et fig. 9; Laporte *et al.*, 2009; Mas, 2015). La fractu-

ration de certains gastéropodes, notamment les pourpres, est aussi pratiquée mais est plutôt liée à l'alimentation et à l'extraction des substances colorantes (Dupont, 2011 et 2013; Dupont et Doyen, 2017). Les fragments issus de cette fracturation sont d'un type spécifique (Dupont, 2011, fig. 6, p. 18) et doivent être distingués des autres séquences de production visant l'obtention de supports pour la création d'outils et d'objets de parure.

Le rôle joué par le débitage par fracturation au sein des systèmes techniques préhistoriques reste à ce jour très difficile d'accès, car les remontages physiques ne sont pas aisés à mettre en œuvre pour ce type de débitage. Le « remontage par défaut » (Averbouh, 2000; voir aussi Goutas et Christensen, ce volume) est en ce sens un moyen de dépasser cet obstacle. Il s'agit d'un outil méthodologique essentiel pour déterminer si les blocs ont été fracturés dans un but artisanal, et si oui de quelle(s) manière(s). Dans cet objectif, l'évaluation, en amont de toute étude, de l'état de conservation des vestiges, et plus particulièrement de l'intervention des phénomènes taphonomiques, est primordiale pour détecter cette intention technique. De plus, tout comme les autres matières dures animales, les coquilles souffrent de modifications *post mortem* aboutissant à leur fragmentation. Dès lors, il n'est pas possible d'exclure *a priori* la récupération de fragments naturels pour la fabrication d'objets. Face à cette incertitude, plusieurs éléments sont à prendre en considération. Pour cela, la reproduction expérimentale des stigmates techniques revêt une grande importance. Elle permet de mieux caractériser les éléments diagnostiques d'une modification anthropique des coquilles, à des fins artisanales.

Un certain nombre de travaux expérimentaux concernant la fracturation des coquilles a été publié à ce jour (Cristiani et Spinapolice, 2009; Douka et Spinapolice, 2012; Manca, 2014 et ce volume a; Mas, 2015; Szabó et Koppel, 2015). Leur principal objectif était de mettre en évidence le comportement de la coquille face à la percussion (Cristiani et Spinapolice, 2009; Manca, 2014; Mas, 2015) et, lorsque cela est possible, de caractériser les pans de fracture produits à travers leur morphologie et la description des cônes de percussion (ou points d'impact) ou de l'encoche de percussion (Manca, 2013 et 2014). Les espèces prises en considération par ces travaux appartiennent aux familles de bivalves (le vernis, *Callista chione* Linné 1758; l'huître, *Ostrea edulis* Linné 1758; le spondyle, *Spondylus calcifer* (Carpenter) 1857<sup>(3)</sup>; l'arche, *Anadara* sp.; la pintadine, *Pinctada mazatlanica* (Hanley) 1856) et de gastéropodes (le strombe, *Strombus galeatus* (Swainson) 1823<sup>(3)</sup>; la patelle, *Scutellastra flexuosa* (Quoy & Gaimard) 1834). Si ces contributions participent aux connaissances sur le comportement du matériau « coquille » lors d'une percussion directe diffuse, elles ne sont pas toujours suffisantes pour interpréter le matériel archéologique, car les caractéristiques des stigmates techniques peuvent varier selon l'espèce étudiée.

Le but de la présente étude est d'exploiter la complémentarité de trois approches (expérimentale, technologique et fonctionnelle) dans un objectif à la fois métho-

dologique et socio-économique afin de mieux cerner le rôle du débitage par fracturation dans le système technico-économique des sociétés de la fin du Néolithique et du Chalcolithique ancien de Sardaigne. À partir des questionnements archéologiques nés de nos recherches sur les sites de Cuccuru s'Arriu (Cabras) et de Su Coddu (Selargius), nous avons mené des expérimentations visant à caractériser les pans de fracture selon deux différentes modalités de mise en œuvre de la percussion directe diffuse sur des valves d'amandes de mer *Glycymeris* sp. : avec l'emploi d'un percuteur dur en pierre et d'un percuteur tendre en bois végétal. Les stigmates ainsi obtenus ont été confrontés à ceux produits accidentellement lors d'opérations de retouche par percussion directe, car les pans de fracture occasionnés par ces deux types d'action technique (débitage par percussion directe diffuse et mise en forme par percussion directe) présentent des similitudes morphologiques importantes qui doivent être distinguées. La confrontation de ces stigmates à ceux observables sur le matériel archéologique porte à réfléchir sur l'emploi de ces deux variantes de la technique de la percussion directe diffuse, et sur les schémas de transformation auxquels elles peuvent être potentiellement associées. Mais avant de présenter les données expérimentales et les résultats obtenus, il est important d'évoquer, même brièvement, les principes méthodologiques sur lesquels nous avons fondé notre démarche et le cadre géographique et archéologique dans lequel s'enracine cette recherche.

## PRINCIPES THÉORIQUES ET DÉMARCHE

Notre recherche s'est structurée en plusieurs étapes. Dans un premier temps, nous avons sélectionné les vestiges portant des stigmates techniques potentiellement liés à un débitage par fracturation, à savoir : les pans de fracture. Puis nous avons évalué l'état de conservation des pièces (nature des altérations et agents responsables) afin de restituer l'histoire post-dépositionnelle de l'assemblage et notamment le rôle de la taphonomie dans la fragmentation de valves et son impact sur la fiabilité de la lecture technique<sup>(4)</sup>. La troisième étape a consisté à reproduire expérimentalement des pans de fracture. Cela nous a permis de mieux caractériser les modalités de mise en œuvre d'un débitage par fracturation sur coquilles, et d'identifier les divers produits associés aux différentes étapes de la chaîne opératoire (objets finis, supports, ébauches et déchets), afin d'être en mesure d'appliquer la méthode du remontage par défaut. Cette approche permet, par le biais de l'analyse technologique, une reconstitution théorique des éléments constitutifs d'une chaîne opératoire donnée et leurs correspondances dans le matériel archéologique (Averbouh, 2000; voir aussi Goutas et Christensen, ce volume). Elle tient compte de tous les produits (du déchet à l'objet fini) qui sont idéalement réunis dans une succession ordonnée de gestes et mis en relation avec la transformation des blocs de matières pre-

mières. Son application à l'industrie en matières osseuses *stricto sensu* (os, ivoire, bois de cervidé) possède une longue tradition (par exemple en France : Averbough, 2000 et 2001 ; Provenzano, 2001 ; Maigrot, 2003 ; Goutas, 2004 ; Le Dosseur, 2006 ; Tartar, 2009), mais ce n'est pas encore le cas pour l'industrie sur coquille. Dans le cas de cette dernière catégorie de vestiges, selon les espèces concernées, la dureté et le lustré naturel de la matière première génèrent une difficulté supplémentaire pour l'identification des objets finis. En effet, cette dernière spécificité des coquilles, et de certaines espèces en particulier (comme par exemple les *Cardidae*), rend plus problématique la reconnaissance des parties actives des outils, car les polis et les autres macrotraces d'utilisation (plages de frottement, abrasions, négatifs d'enlèvements etc.) y sont plus difficiles de lecture que sur les autres matières dures animales. Dans ce cas, les analyses technique et fonctionnelle<sup>(5)</sup> doivent être associées et conduites simultanément, afin que l'une puisse fournir des données essentielles pour le déroulement correct de l'autre.

#### L'EMPLOI DES COQUILLES EN SARDAIGNE, AU COURS DE LA PRÉHISTOIRE : ÉTAT DE LA RECHERCHE ET PROBLÉMATIQUES ASSOCIÉES

Les données bibliographiques sur l'exploitation des coquilles au cours de la Préhistoire récente, entre le VI<sup>e</sup> millénaire av. J.-C. et le II<sup>e</sup> millénaire av. J.-C., nous informent de leur présence dans quarante-sept sites (fig. 1). La répartition de ces gisements archéologiques montre que les coquilles ne sont pas uniquement présentes dans des sites littoraux ou à proximité du littoral mais aussi sur l'ensemble du territoire insulaire.

Même si le nombre de sites recensés dans la littérature est très limité compte tenu de la large fourchette chronologique concernée, de premières considérations très générales peuvent être formulées sur la base de ces données. L'ensemble recensé se compose de 7568 vestiges, et est constitué exclusivement d'objets de parure. Il s'agit majoritairement de sites funéraires qui appartiennent à une fourchette chronologie située entre la fin du Chalcolithique et le début de l'âge du Bronze avec la culture Campaniforme et la culture de Bonannaro (fig. 2, n<sup>os</sup> 1 et 2). Une partie non négligeable des sites ne possède pas de cadre chronologique précis. Enfin, l'identification des familles ou des espèces de coquilles a concerné seulement un peu plus de 30 % de l'ensemble (fig. 2, n<sup>o</sup> 3). Toutes ces informations indiquent qu'un important travail reste encore à faire sur la caractérisation de l'industrie sur coquille en Sardaigne et que ces données sont partielles et vraisemblablement le fruit d'une sélection des pièces lors des opérations de fouille. De récents travaux sur les sociétés du Néolithique final et du Chalcolithique ancien, entre la moitié du IV<sup>e</sup> et la moitié du III<sup>e</sup> millénaire, ont permis de contribuer à une meilleure caractérisation de cette industrie (Manca, 2013, 2014 et 2016).

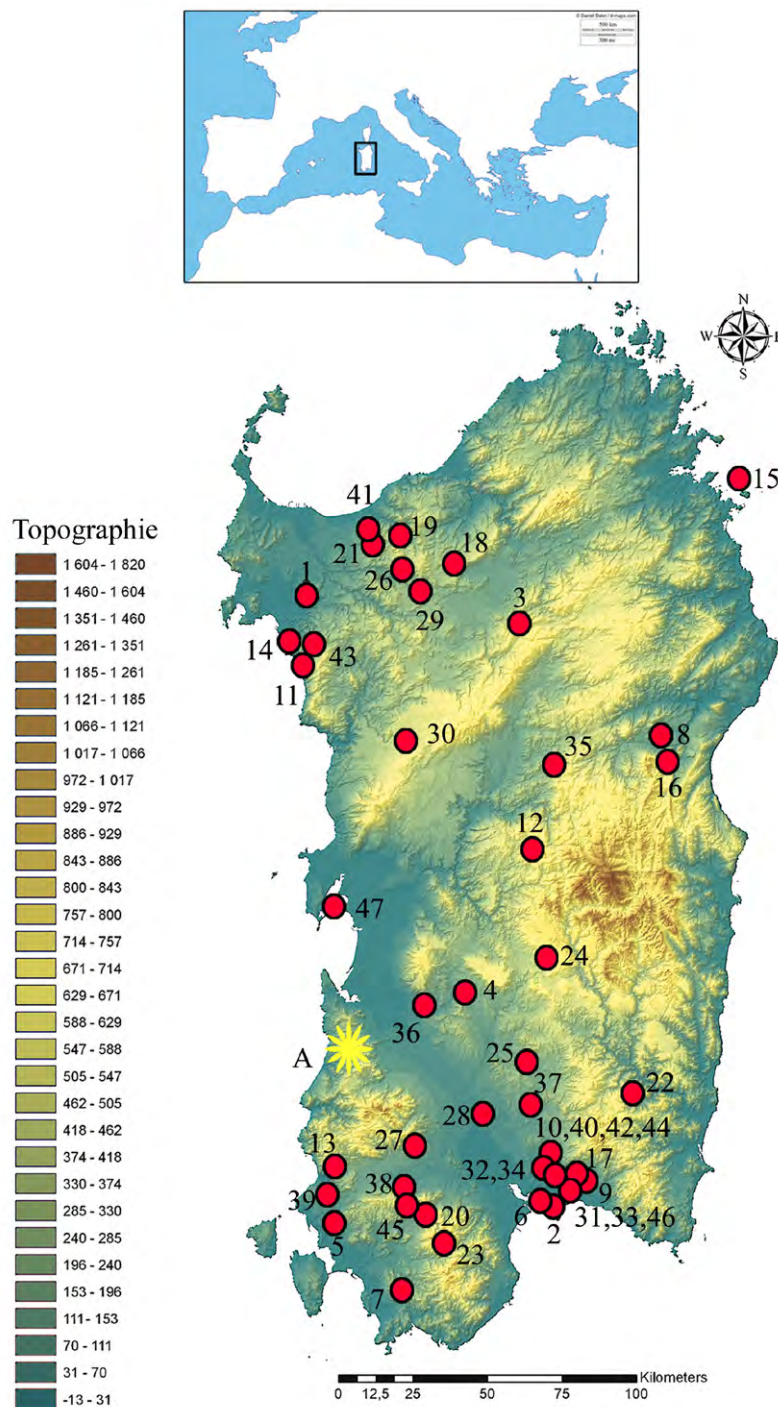
#### Sites concernés et chronologie

Les industries en matières dures d'origine animale des sites de Su Coddu (Selargius, Cagliari) et de Cuccuru s'Arriu (Cabras, Oristano) ont déjà bénéficié de publications de synthèse (Manca, 2013). Ces deux sites, parmi les plus importants et riches de l'île pour la Préhistoire, fournissent le corpus d'étude archéologique pour ce nouveau travail.

L'habitat préhistorique de Su Coddu se situe dans la périphérie septentrionale et nord-occidentale de la zone urbaine de Selargius (cf. fig. 1, site n<sup>o</sup> 40). À la suite des travaux réalisés pour la construction d'un lotissement, un certain nombre de structures en creux a été mis en évidence. Dès la fin des années soixante, Enrico Atzeni confirme la présence de structures d'habitat creusées dans le substrat argileux et d'importantes quantités de matériel archéologique (Atzeni, 1967, p. 176-177). Les fouilles de Giovanni Ugas et de ses collaborateurs débutent seulement une vingtaine d'années plus tard, en 1981 (Ugas *et al.*, 1989a et 1989b). À cette occasion, une partie du village préhistorique a été fouillée (210 × 120 m), et des sépultures en fosse, creusées sous le sol des structures d'habitation ont été découvertes dans quatre zones. À partir de 1994, les travaux dirigés par Maria Rosaria Manunza (Soprintendenza per le province di Cagliari e Oristano) ont permis de mettre en évidence l'étendue du village au sud : les structures se localisent entre la route Nenni et la route Palmas et couvrent plusieurs parcelles, en partie fouillées par la *Soprintendenza* et en partie par les universités de Cagliari et de Sassari.

Le site de Cuccuru s'Arriu est localisé à proximité de la côte centre-occidentale de l'île (cf. fig. 1, site n<sup>o</sup> 47). Situé à un point stratégique, entre les eaux intérieures et de pleine mer, ce site s'étend sur les rivages sud-occidentaux de l'étang de Cabras, sur un cordon littoral fossile, à proximité de la ligne de côte du golfe d'Oristano. L'habitat de Cuccuru S'Arriu était déjà connu au travers des prospections réalisées par Tito Zanardelli entre 1898 et 1899 (Zanardelli, 1899, p. 161 ; Santoni, 1977). Les connaissances relatives à ce site se sont améliorées grandement grâce aux recherches successives (Atzeni, 1962, p. 192, 1975, p. 1-51 et 1978, p. 83). La fouille du site a été conduite pendant les années soixante-dix sous la direction de Vincenzo Santoni, après une campagne de prospection intensive de toute la zone occupée par le site archéologique. Actuellement, le site archéologique est presque complètement submergé, à l'exception d'une petite partie où se trouvent des sépultures du Néolithique moyen et un puits nuragique.

L'analyse techno-morphologique des vestiges céramiques et lithiques a permis d'encadrer chronologiquement les occupations humaines de ces deux sites. Le site de Cuccuru s'Arriu est associé à diverses phases de fréquentation qui correspondent à plusieurs contextes culturels distincts : Néolithique moyen de Bonu Ighinu, San Ciriaco, Ozieri I, Ozieri II et Monte Claro (Santoni, 1982, p. 70 ; 1989, p. 170-171 ; 1991, p. 15 et 1992, p. 157). Les phases d'occupation de l'habitat de Su Coddu sont



**Fig. 1** – Emplacement des sites mésolithiques (A), néolithiques et chalcolithiques (1-47) sardes dans lesquels ont été retrouvés des vestiges d’industrie sur coquille. A : Sa domu ’e S’orku, Arbus (VS); 1 : Anghelu Ruiu, Alghero (SS); 2 : Bagno Penale, Cagliari (CA); 3 : Bariles, Ozieri (SS); 4 : Bingia ’e Monti, Gonnostramatz (OR); 5 : Cannas di Sotto, Carbonia (CI); 6 : Capo S. Elia, Cagliari (CA); 7 : Carbonia, Cagliari (CI); 8 : Corbeddu, Oliena (NU); 9 : Cuccuru Craboni, Maracalagonis (CA); 10 : Cuccuru Nuraxi, Settimo San Pietro (CA); 11 : Cuguttu, Alghero (SS); 12 : Gavoi, Nuoro (NU); 13 : Grotta della Volpe, Iglesias (CI); 14 : Grotta Verde, Alghero (SS); 15 : Grottone della Mandria, Tavolara (OT); 16 : Grotta del Guano, Oliena (NU); 17 : Is Calitas, Soleminis (CA); 18 : Littoslongos, Ossi (SS); 19 : Marinaru, Porto Torres (SS); 20 : Monte Crastu, Serrenti (VS); 21 : Monte d’Accoddi, Porto Torres (SS); 22 : Monte Luna, Senorbì (CA); 23 : Monte Miana, Santadi (CI); 24 : Murisiddi, Isili (CA); 25 : Padru Jossu, Sanluri (VS); 26 : Ponte Secco, Sassari (SS); 27 : S. Iroxi, Decimoputzu (CA); 28 : Sa Korona, Villagrecia (CA); 29 : Sa Turricola, Muros (SS); 30 : S’Adde, Macomer (NU); 31 : San Bartolomeo, Cagliari (CA); 32 : San Gemigliano, Sestu (CA); 33 : Sant’Elia, Cagliari (CA); 34 : S’Arenargiu, Dolianova (CA); 35 : Sas Concas, Oniferi (NU); 36 : Scaba ’e Arriu, Siddi (VS); 37 : Serra Cannigas, Villagrecia (CA); 38 : Serramanna, Medio Campidano (VS); 39 : Su Carroppu di Sirri, Carbonia (CI); 40 : Su Coddu, Selargius (CA); 41 : Su Crocifissu Mannu, Porto Torres (SS); 42 : Su Pirastru, Ussana (CA); 43 : Taulera, Alghero (SS); 44 : Terramaini, Pirri (CA); 45 : Tomba dei Guerrieri, Decimoputzu (CA); 46 : Via Basilicata, Cagliari (CA); 47 : Cuccuru s’Arriu, Oristano (OR).

**Fig. 1** – Location of the Mesolithic (A), Neolithic and Chalcolithic sites (1-47) of Sardinia that yielded pieces of shell industry.



beaucoup plus restreintes, et sont comprises entre le Néolithique final Ozieri I et le premier âge du Cuivre Ozieri II (Ugas *et al.*, 1989a, p. 7). Aucune datation absolue pour le Néolithique final ne provient des deux sites étudiés ; celles disponibles (entre 4100 et 3500 av. J.-C.) sont issues d'autres sites insulaires, tels que Contraguda, Filiestru, San Benedetto, Monte d'Accoddi, Sa Ucca de su Tinriolu, Grotta del Guano et Su Coddu (Boschian *et al.*, 2001, p. 256; Trump, 1983 et 2002, p. 430; Lai, 2012, p. 318; Tanda, 2012, p. 60; Castaldi, 1980, p. 150; Tiné et Traverso, 1992). Une datation absolue de Su Coddu (structure 134, couche 1206) définit le moment de passage entre les cultures d'Ozieri I et d'Ozieri II vers la moitié du IV<sup>e</sup> millénaire av. J.-C. (Melis et Piras, 2010, tabl. 4). À Su Coddu, lot Badas, d'autres datations provenant de différentes structures (silos et habitat) sont cohérentes

avec le cadre chronologique de la culture d'Ozieri II, ce qui fut confirmé par l'analyse des formes vasculaires, qui sont culturellement homogènes – LTL1104A : 3364-3029 av. J.-C. (cal. 2  $\sigma$ ); LTL2932A : 3098-2887 av. J.-C. (cal. 2  $\sigma$ ); LTL1105A : 30302892 av. J.-C. (cal. 2  $\sigma$ ); Melis *et al.*, 2007. Ces datations permettent de caler le Chalcolithique ancien, dans cette région, entre 3700 et 2900 av. J.-C.

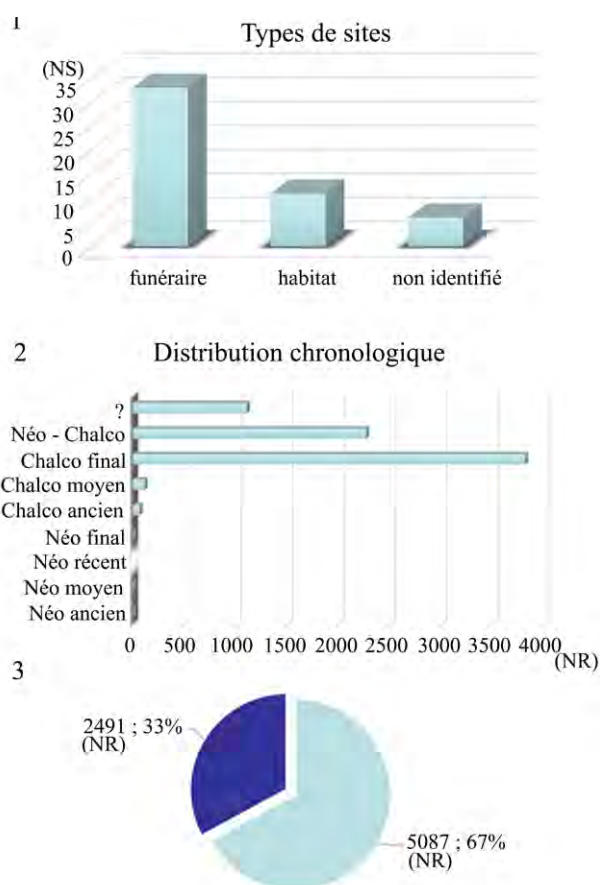
### Corpus d'étude et problématiques spécifiques

Nous avons pris en considération l'industrie sur coquille relative au Néolithique final et au Chalcolithique ancien. Le corpus étudié a été sélectionné parmi les vestiges fauniques de Su Coddu exhumés à l'occasion des fouilles effectuées sous la direction de Maria Rosaria Manunza (jusqu'aux interventions préventives de 2011), de Giovanni Ugas et de Maria Grazia Melis. Les pièces proviennent de différents types de structures (puits, structures de stockage, habitations) situées dans les lots Badas, Impresa Putzu, Siddi, V<sup>e</sup> et strada D.

L'industrie sur coquilles de Su Coddu compte 202 vestiges (tabl. 1). Il s'agit d'une part, de valves collectées à l'état frais et d'autre part, de valves collectées sur les plages<sup>(6)</sup>, comme en témoigne l'intense degré d'émoussé de certaines surfaces. Les coquillages collectés à l'état frais sont très nombreux et dominant largement l'industrie, avec 155 vestiges, soit 76,73 % du total. En revanche, les coquilles collectées *post-mortem* sur les plages ne constituent que 26,23 % de l'industrie (47 pièces).

Les quatre grandes catégories de produits de la chaîne technique de transformation (les objets finis, les ébauches, les supports et les déchets) sont inégalement représentées. Les objets finis dominent l'industrie sur coquille avec 85,64 % (173 pièces). En revanche, les ébauches et les supports sont très peu attestés, soit respectivement : 1,48 % (3 pièces) et 1,98 % (4 pièces) du total. À cet ensemble, il est nécessaire d'ajouter 10,89 % des coquilles (22 pièces) dont les caractéristiques morphologiques témoignent de leur collecte dans un but non alimentaire, mais qui ne présentent pourtant ni traces techniques ni d'utilisation.

Pour le site de Cuccuru s'Arriu, 195 vestiges ont été sélectionnés (tabl. 1). Ils proviennent des secteurs de fouille A, B, C et F, caractérisés par la présence des mêmes types de structures que celles retrouvées à Su Coddu. Il s'agit essentiellement de coquilles collectées sur les plages (179 pièces, soit 91,79 % du total), tandis que seule une faible partie de l'industrie a été aménagée sur des valves de coquillages collectées à l'état frais (16 vestiges, soit 8,20 %). Au total, 125 objets finis (64,10 %) ont été identifiés parmi les 195 coquilles du corpus. Les autres produits techniques sont représentés uniquement par deux ébauches (1 % de l'industrie). Les vestiges restants ne présentent ni stigmates techniques, ni traces d'utilisation et ont donc été classés dans l'ensemble réunissant les supports potentiels ou blocs de matière première (fig. 2, n° 1); il s'agit de 68 vestiges, soit 34,87 % du corpus. La majorité des objets finis sont produits sur des supports plats<sup>(7)</sup>



**Fig. 2** – Données quantitatives (nombre de sites) sur les vestiges en coquille de Sardaigne du Néolithique ancien à la fin du Chalcolithique. 1 : types de sites concernés (NS = nombre de sites); 2 : distribution chronologique des pièces (NR = nombre de restes); 3 : indications bibliographiques sur les espèces exploitées (2 491 vestiges avec l'indication de la famille ou de l'espèce de coquilles attestées; NR = nombre de restes).

**Fig. 2** – Quantitative data (number of sites) on the shell artefacts attested in Sardinia from the early Neolithic to the end of the Chalcolithic. 1: types of sites taken into account (NS = number of sites); 2: chronological distribution of the pieces (NR = number of remains); 3: Bibliographical indications about the exploited species (2.491 remains with the indication of the family or the species of shells attested; NR = number of remains).

(120 vestiges, soit 96% des objets finis). Les supports en volume, correspondant aux tronçons de coquille de gastéropodes, sont au nombre de cinq (4% des objets finis).

La grande majorité des coquilles du corpus a été transformée par façonnage direct et seul un faible nombre atteste potentiellement une volonté de fracturer les blocs par percussion. Il s'agit de 66 vestiges, 31 provenant du site de Cuccuru s'Arriu et 35 provenant du site de Su Coddu (tabl. 1), qui présentent des pans de fracture. Ces stigmates sont localisés en périphérie de la valve ou dans la zone centrale. C'est justement leur localisation qui pourrait fournir des indices pour comprendre l'intention technique sous-jacente à leur transformation :

- produire un support, dans ce cas, nous serions bien en présence d'un débitage par fracturation. Cela pourrait concorder avec la présence de pans de fracture localisés dans la partie centrale de la coquille ;

- éliminer de petites portions de la coquille au cours d'un façonnage direct sur une coquille presque entière et dans ce cas, les pans de fracture sont localisés en périphérie, à distance de la charnière.

Malheureusement, la réalité est bien plus complexe et l'intention technique ne semble pouvoir être précisée qu'à partir de la localisation des pans de fracture. En effet, nos connaissances sur la fracturation des coquilles sont tellement pauvres qu'il serait imprudent de parvenir à cette conclusion sans avoir testé au préalable de quelle manière les espèces concernées se comportent suite à la mise en œuvre d'une percussion directe diffuse. Cet état de fait tient en premier lieu au manque de connaissances sur les conséquences de la percussion directe diffuse sur ce type de vestiges (Manca, ce volume a), ce qui limite nos observations sur le matériel archéologique. Parmi les espèces

majoritairement attestées, *Ostrea edulis* et *Glycymeris* sp., nous disposons d'informations utiles à l'identification et à la caractérisation des pans de fracture pour les huîtres (Manca, 2014), tandis que pour les *Glycymeris* nos connaissances sont très réduites. En second lieu, si pour les *Ostrea* nous disposons des divers produits de transformation (ébauches, supports et objets finis), pour les *Glycymeris* nous n'avons qu'un petit nombre d'objets finis (lissoirs-racloirs). Ces vestiges présentent des pans de fracture qui doivent être en premier lieu identifiés comme résultant d'une intention technique. Dans un second temps, l'étude des autres produits techniques, nous permettra de relier ces vestiges à une production déterminée. Il pourrait s'agir effectivement d'une production de supports par fracturation, relative à une phase de débitage, ou à une activité de réduction du bloc, liée à un façonnage direct.

Pour répondre à ces questions relatives aux modalités de transformation et au rôle que la percussion a pu jouer dans cette industrie, nous avons mis en place une méthodologie impliquant l'emploi de l'archéologie expérimentale en étroite association avec l'analyse technologique et fonctionnelle.

### La matière première et les espèces exploitées

Les espèces présentant des pans de fracture ne sont pas très nombreuses sur chacun des sites : quatre pour Cuccuru s'Arriu et trois pour Su Coddu (tabl. 2). Pour le site de Cuccuru s'Arriu, les espèces identifiées sont *Hexaplex trunculus* Linné 1758, *Spondylus gaederopus* Linné 1758, *Glycymeris* (da Costa) 1778 et *Charonia lampas* Linné 1758. À ces deux dernières espèces, également attestées à Su Coddu, s'ajoutent des exemplaires d'*Ostrea edulis* Linné 1758.

Site	Repartition chronologique des vestiges	Coquilles composant l'industrie sur coquille					Coquilles présentant des pans de fracture			
		Ozieri I	Ozieri II	Ozieri I/Ozieri II	Indét.	Total	Ozieri I	Ozieri II	Ozieri I/Ozieri II	Total
Su Coddu		2	167	33	0	202	0	30	5	35
Cuccuru S'Arriu		83	95	13	4	195	15	16	0	31
Total		85	262	46	4	397	15	46	5	66

**Tabl. 1** – 1 : Vestiges en coquille présentant des stigmates techniques potentiellement liés à la fracturation.

**Table 1** – 1: *Shell pieces exhibiting technical stigmata potentially connected to fracturing.*

Espèces	Su Coddu	Cuccuru S'Arriu	Sous-total
<i>Spondylus gaederopus</i> (Linnaeus) 1758	0	7	7
<i>Glycymeris glycymeris/pilosa</i> (da Costa) 1778	3	22	25
<i>Ostrea edulis</i> (Linnaeus) 1758	30	0	30
<i>Charonia lampas</i> (Linnaeus) 1758	1	1	2
<i>Hexaplex trunculus</i> (Linnaeus) 1758	1	0	1
Indéterminé	0	1	1
TOTAL	35	31	66

**Tabl. 2** – Détermination taxinomique des vestiges présentant des pans de fracture.

**Table 2** – *Taxinomic identification of remains exhibiting fracture planes.*

### État de conservation des vestiges

Pour une partie des pièces (13 exemplaires, soit 19,69 % de l'ensemble), nous avons identifié des modifications récentes et accidentelles, produites au cours de la fouille ou pendant l'enfouissement, et consistant en des pans de fracture aux bords anguleux, pour lesquels la couleur est plus claire que sur le reste de la surface de la coquille. La présence de concrétions a été enregistrée sur une grande partie du corpus (61 vestiges sur 66). Elles sont pour la plupart localisées à la fois sur les deux faces (55,73 %), sur la face interne (36,06 %) ou sur la face externe (6,55 %). Si ces altérations sont susceptibles de nuire à l'observation globale des vestiges (fig. 3, n° 1), elles sont souvent partielles (43,93 %) et sont localisées occasionnellement sur l'umbo ou sur la charnière, plus rarement sur les bords. Dans la plupart des cas, la face externe est concrétionnée seulement sur de petites superficies alors que la face interne est affectée par des concrétions plus intenses. L'observation des parties non concrétionnées a souvent été suffisante pour permettre l'estimation du degré de modification taphonomique relevant de la biocénose et de la thanatocénose (Thiébaud *et al.*, 2010; Zuschin *et al.*, 2003). De plus, des plages de dissolution de la surface ont été observées sur moins de la moitié des vestiges et dans la majorité des cas avec une faible étendue (fig. 3, n°s 1, 4 et 5). Des vermiculations, c'est-à-dire les empreintes occasionnées par l'action des racines ou des agents biologiques, ayant une morphologie irrégulière et une section en U, ont été observées sur 62,12 % du corpus (41 vestiges; fig. 3, n°s 2 et 4). Enfin, d'autres modifications, telles que de petits trous sur la surface, causés par des agents biologiques (fig. 3, n° 3), des altérations chromatiques et la dessiccation des surfaces sont rarement attestées (fig. 3, n° 2).

Ainsi malgré un état de conservation assez moyen, étant donné qu'une grande partie du corpus est affectée par la présence de concrétions et de vermiculations, la lecture des surfaces modifiées dans un objectif technique ou fonctionnel a été possible; l'extension de ces altérations étant réduite dans la majorité des cas.

### UNE CONTRIBUTION À LA CARACTÉRISATION DES PANS DE FRACTURE ASSOCIÉS À L'EMPLOI DE TECHNIQUES DE PERCUSSION

Dans l'objectif de caractériser les déchets, les supports et les objets finis découlant des techniques de percussion, il est avant tout nécessaire de prendre en considération les caractéristiques mécaniques, structurales et morphologiques de la matière première (Szabó, 2008). Dans le cas des coquilles, ces caractéristiques peuvent varier de façon considérable selon la famille ou l'espèce d'appartenance, mais aussi de l'état de la matière lors de sa transformation.

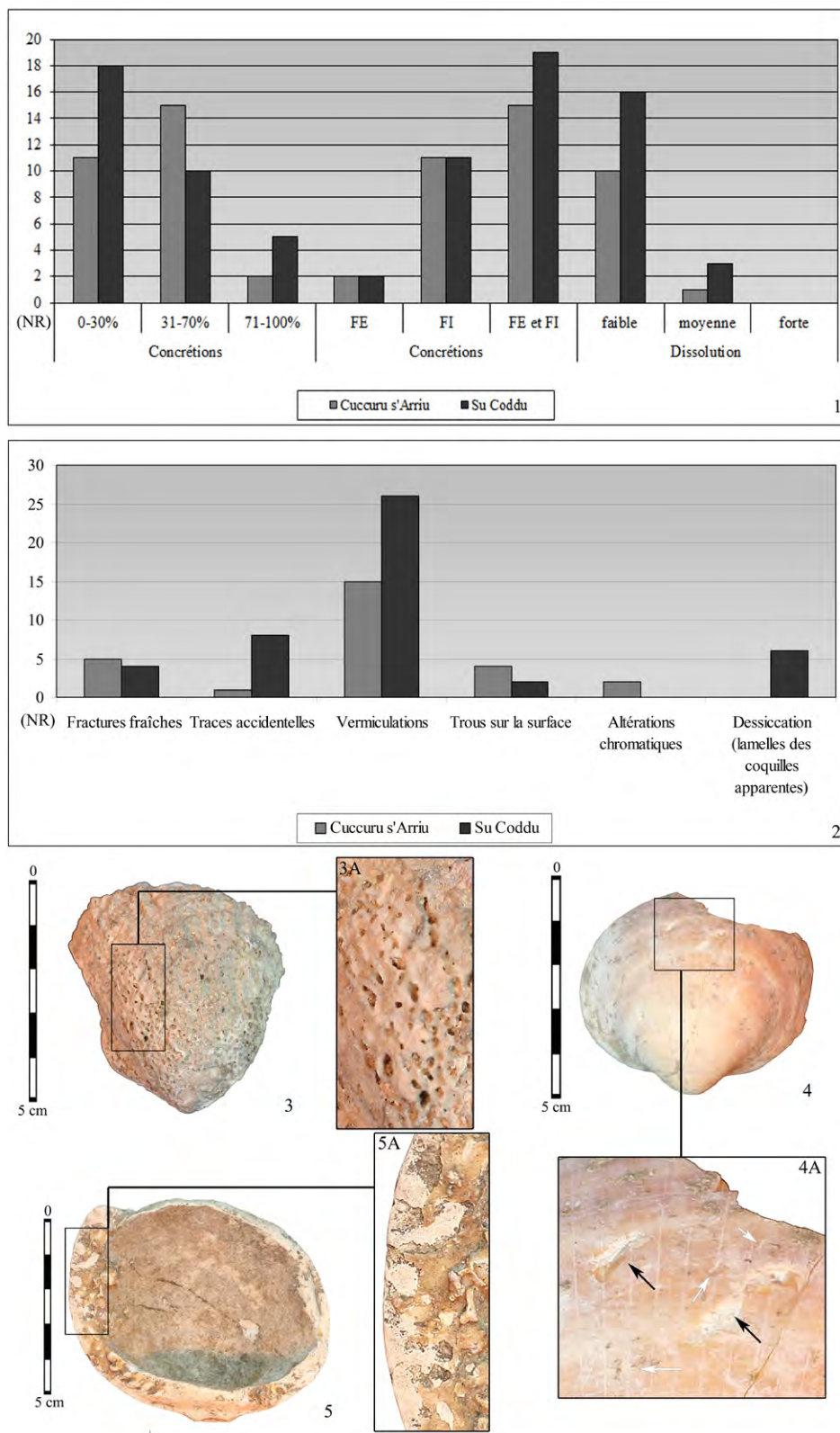
### Caractéristiques de la matière première

Les coquilles de mollusques se composent de trois parties : le *periostracum* qui recouvre la partie extérieure du test d'une substance organique composée de protéines; l'*ostracum* qui est la partie centrale composée de carbonate de calcium et de substances organiques; et enfin l'*hy-postracum*, la partie structurale des coquilles de certains mollusques, est constituée d'une substance porcellanée ou de nacre (Negro et Liparini, 2006; Lindner, 2015).

Le *periostracum* est organisé différemment selon les espèces, mais sa présence est fréquente. L'*ostracum* est constitué d'une série de couches, parfois elles-mêmes formées de sous-couches (Chenorkian, 1990). Il se compose d'aragonite et de calcite, organisés selon des schémas divers en fonction des familles de coquillages, et dont la variabilité est très grande. Cette organisation est à l'origine des textures, des structures et des microstructures différentes des coquillages. On distingue quatre types structuraux principaux (prismatique, feuilleté, entrecroisé et entrecroisé complexe) selon l'organisation des différentes composantes. Les structures prismatiques peuvent avoir une organisation simple, fibrillaire ou complexe; les structures entrecroisées sont formées de cristaux d'aragonite – de structure lamellaire entrecroisée – ou de calcite – de structure feuilletée entrecroisée (Bøggild, 1930; Chenorkian, 1990); la structure feuilletée, la nacre, est formée par des lames disposées parallèlement à la surface interne (Chenorkian, 1990). Les différentes espèces de bivalves, de gastéropodes et de scaphopodes possèdent chacune des particularités physiques et mécaniques qui changent leur densité, leur résistance à la déformation, leur rigidité et leur dureté<sup>(8)</sup>.

Ceci a été confirmé par des tests effectués pour identifier ces caractéristiques physiques et mécaniques propres à différentes espèces de bivalves (Taylor et Layman, 1972)<sup>(9)</sup>. Le test de la compression définit le module d'élasticité, en calculant la résistance à la fracture. Les espèces les plus résistantes sont celles possédant une structure feuilletée nacreuse alors que les moins résistantes sont les valves possédant une structure simplement feuilletée, comme les *Ostrea*. Cette même espèce a aussi un comportement moins élastique que les autres, ce qui signifie qu'elle répond positivement à une percussion en se cassant avec facilité. Les autres valves, comme les *Glycymeris* sp., à structure lamellaire entrecroisée, offrent une réaction mécanique intermédiaire.

Le test de la micro-dureté a mis en évidence que les valves possédant une structure prismatique complexe sont les plus dures, suivies par celles qui possèdent une structure lamellaire entrecroisée (*Glycymeris* sp.) et homogène. La structure la moins dure reste celle feuilletée. Calculée à la fois sur des individus frais et secs, la micro-dureté est légèrement plus importante sur des valves fraîches. Le test de densité montre des résultats semblables à ceux obtenus par le test de la compression : les valves à structure feuilletée nacreuse sont les plus denses et, encore une fois, la structure simplement feuilletée reste la moins dense. Ces recherches mettent en évidence



**Fig. 3** – État de conservation des coquilles par site. 1 : quantité et localisation des concrétions et degré de dissolution des surfaces (FI : face interne ; FE : face externe) ; 2 : présence et valeurs quantitatives d’autres modifications taphonomiques ; 3-5 : quelques exemples de modifications taphonomiques sur les vestiges en coquille : petits trous sur la surface (3), petits aplats de dissolution – flèches noires – et vermiculations – flèches blanches (4), portions étendues de surface affectées par la dissolution (5).

**Fig. 3** – State of preservation of the shells by site. 1: number and location of the concretions and degree of dissolution of the surfaces (FI: internal face, FE: external face); 2: presence and quantitative values of other taphonomic modifications; 3-5: some examples of taphonomic modifications on the shell artefacts: small holes on the surface (3), small areas of dissolution—black arrows—and vermiculation—white arrows(4)—, extended surface portions affected by dissolution (5).

une liaison entre la résistance à la compression et à la flexion de certaines structures et les dimensions des unités microstructurales : les structures les plus résistantes s'organisent en cristallites plus larges – structure feuilletée nacreuse et lamellaire simple – alors que les structures plus fragiles sont formées par des cristaux moins larges – structure lamellaire entrecroisée et prismatique (Taylor et Layman, 1972, p. 83-84).

Parallèlement à ces composants structuraux, les éléments morphologiques jouent un rôle non négligeable dans les résultats escomptés lors d'une opération technique, en raison des dimensions des coquilles mais surtout de leur épaisseur, de leur poids et de l'apparence générale de la surface (lisse, esquillée, épineuse, côtelée ou tubéreuse). De plus, les valves de *Glycymeris*, objet de notre expérimentation, se caractérisent par des valeurs moyennes en ce qui concerne la résistance à la fracture et la micro-dureté, cette dernière étant plus importante sur des valves fraîches. L'autre espèce majoritairement exploitée, l'*Ostrea*, se distingue en revanche par une très faible résistance à la fracture et une basse micro-dureté. Ces variables affectent considérablement les résultats de la percussion, contribuant à déterminer à priori la forme des fragments obtenus, la morphologie des pans de fracture et des points d'impact. L'ensemble de ces observations démontre qu'il est nécessaire de mener des expérimentations sur chaque famille ou espèce de coquille : pour un même geste, un même mode d'action sur la matière et un même outil, le résultat est susceptible de varier.

### L'application de la percussion directe diffuse aux valves de *Glycymeris* sp.

Les valves utilisées sur les sites étudiés ont été collectées sur les plages environnant le site. Nous avons visité les plages dans les alentours du site de Cuccuru s'Arriu afin de confirmer la présence des espèces de coquilles retrouvées sur le gisement archéologique et nous avons collecté diverses valves. Bien que le littoral ait subi des changements, tout particulièrement par la forte anthropisation (changement de la ligne de côte, nettoyage des plages, collecte des coquillages), nous avons pu retrouver sans difficulté les espèces de coquillages recherchées (fig. 4, n° 1), afin de conduire nos expérimentations. Les plages sont caractérisées par la présence de sable à granulométrie moyenne; les grains de sable possèdent des bords arrondis (fig. 4, n° 2). Les fonds marins sont à la fois sableux et rocheux.

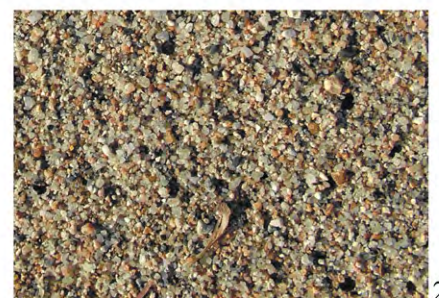
L'observation macroscopique des surfaces a permis de confirmer les altérations naturelles précédemment décrites par plusieurs auteurs (Driscoll et Weltin, 1973; Parsons et Brett, 1991, voir ici fig. 4, n° 3) et attestées sur le matériel archéologique des deux sites étudiés :

- bords des valves arrondis;
- présence d'un trou dans l'*umbo*, avec des marges convexes;
- impacts signalés par l'absence de certaines parties de la valve, dont les bords de fracture sont arrondis, ou par des lignes de fracture encore visibles;

- surface brillante;
- dans certains cas, présence d'une patine blanche opaque due à l'exposition des valves aux conditions atmosphériques.

Les valves ont été mesurées (longueur, largeur, épaisseur et épaisseur corticale) et pesées pour pouvoir faire la relation entre ces données et le résultat de la fracturation (nombre de fragments obtenus; présence/absence de pans de fracture, localisation, etc.).

Rappelons notre objectif : caractériser les pans de fracture des coquilles de *Glycymeris* sp. Bien que l'analyse ait concerné l'ensemble des surfaces et des bords, la documentation photographique et descriptive des macrotraces a été principalement orientée sur les pans de fracture et les points d'impact générés lors de la percussion.



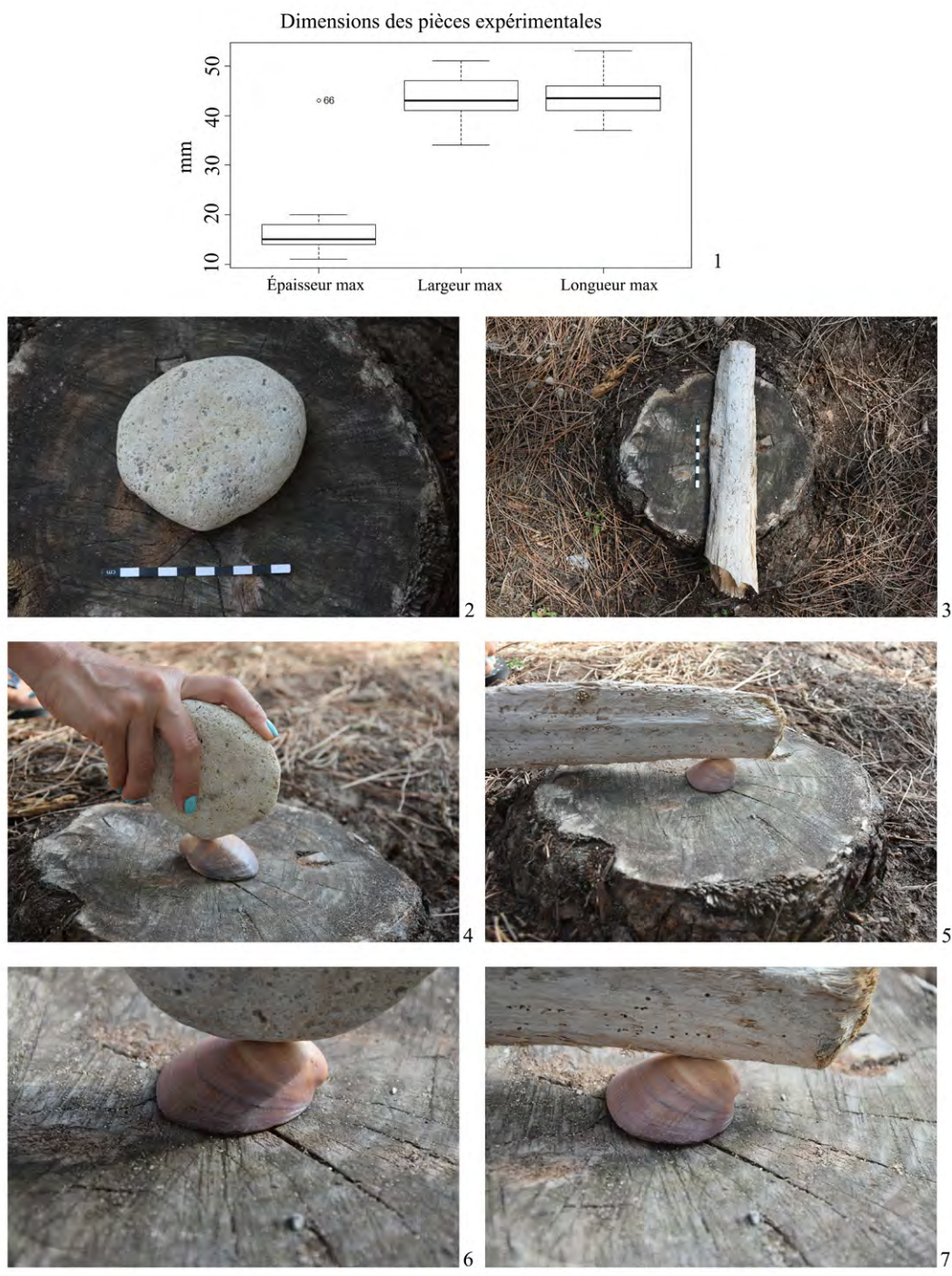
**Fig. 4 – 1 :** plage située dans le golfe d'Oristano, à proximité du site de Cuccuru s'Arriu, Cabras; **2 :** granulométrie du sable de la même plage; **3 :** valve de *Glycymeridae* avec traces d'érosion naturelle (échelle 10 cm).

**Fig. 4 – 1 :** beach located in the golf of Oristano, near the site of Cuccuru s'Arriu, Cabras; **2 :** grain sizes of the sand of this beach; **3 :** *Glycymeridae* valve with traces of natural erosion (scale 10 cm).

*Le protocole expérimental : modalités de mise en œuvre et critères descriptifs*

Trente valves collectées sur les plages ont été employées. Leurs dimensions sont comprises entre 37 et 53 mm de longueur, 37 et 51 mm de largeur, 13 et 20 mm d'épaisseur (fig. 5, n° 1). Deux percuteurs ont été utilisés : le premier en pierre, un galet en calcaire, de forme sub-

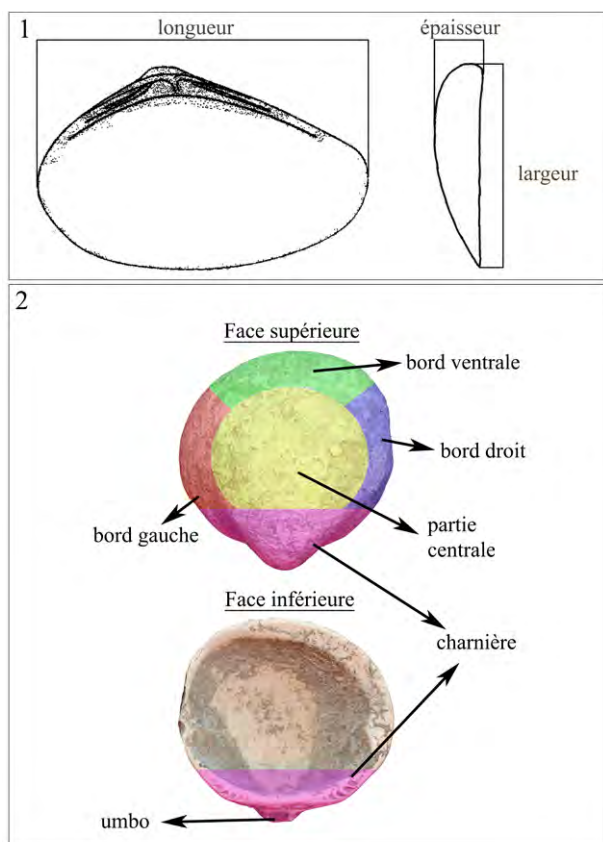
circulaire et à section elliptique, mesure 96 mm de long, 106 mm de largeur et 33 mm d'épaisseur pour un poids de 442 g (fig. 5, n° 2); le deuxième percuteur est en bois de buis<sup>(10)</sup>, de forme sub-rectangulaire à bords rectilignes convergents et à section sub-rectangulaire, mesure 363 mm de long, 71 mm de largeur et 24 mm d'épaisseur pour un poids de 152 g (fig. 5, n° 3). La même partie active du percuteur dur en pierre, de morphologie convexe, a été



**Fig. 5** – Expérimentation, percussion directe sur valves de *Glycymeridae* (échelle 10 cm). 1 : dimensions des valves transformées expérimentalement; 2-7 : percuteurs utilisés au cours des expérimentations (2-3) et localisation du point de percussion (4-7).  
**Fig. 5** – Experimentation, direct percussion on *Glycymeridae* valves (scale 10 cm). 1: Dimensions of experimentally transformed valves; 2-7: Hammers used during the experiments (2-3) and location of the percussion impact (4-7).

utilisée pour la fracturation de quinze blocs (fig. 5, n<sup>os</sup> 4 et 6). Les blocs restants ont été fracturés avec le percuteur tendre, en utilisant le bord droit à proximité de l'extrémité distale (fig. 5, n<sup>os</sup> 5 et 7). La percussion a été réalisée à une main ; les valves ont été percutees sur une enclume en bois (section de tronc de pin) et tenues fermement en position horizontale avec l'autre main. Les coups ont été assenés avec un angle d'impact de 90°, l'opérateur se situant derrière l'enclume.

Pour les 150 fragments résultants de la fracturation des valves de *Glycymeris*, nous avons effectué leur description morphologique générale, et enregistré leurs dimensions (fig. 6, n<sup>o</sup> 1), leur localisation anatomique (bord droit, gauche, ventral, partie centrale; voir fig. 6, n<sup>o</sup> 2), ainsi que la présence de point d'impact et de contre-coups. Ces derniers se matérialisent par des traces évidentes de percussion (cônes d'impact, encoches, feuilletage). La présence de ces stigmates, leur relation avec la percussion directe diffuse (Bunn, 1989; Capaldo et Blumenschine, 1994) et leurs spécificités comparées à celle des stigmates d'origine taphonomique (Capaldo et Blumenschine, 1994) ont été décrites pour l'industrie osseuse (voir Christensen, Goutas *et al.*, ce volume; Goutas et Christensen, ce volume). Ce type d'approche reste



**Fig. 6 – 1 :** Localisation des mesures effectuées sur les valves de *Glycymeris*; **2 :** Localisation anatomique des fragments résultants de la fracturation.

**Fig. 6 – 1:** Location of the measures made on the valves of *Glycymeris* valves; **2:** Anatomic position of fragments stemming from fracturing.

encore rare et de caractère très général pour l'industrie sur coquille (Cristiani *et al.*, 2005; Manca, 2013 et 2014; Mas, 2015). Le remontage physique des fragments pour reconstituer les blocs a permis d'obtenir de nouvelles informations jusqu'alors rarement associées à un geste de percussion. Il s'agit principalement de la présence d'une texture particulière des pans de fracture, la présence de fissures et d'enlèvements à la surface.

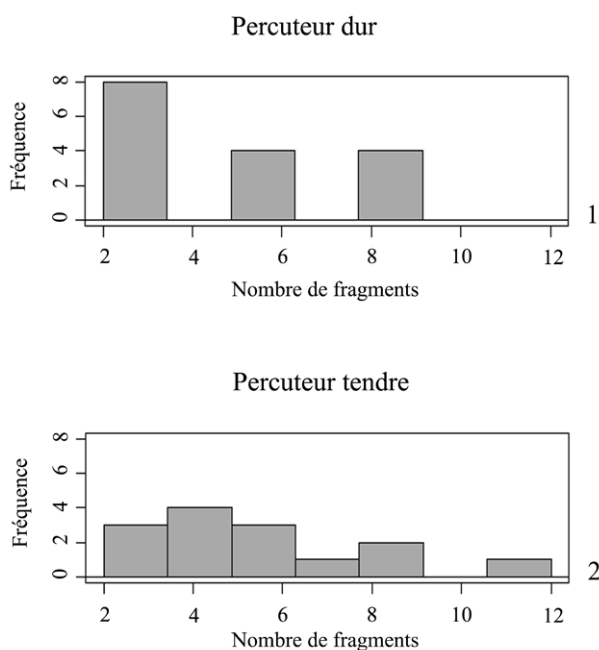
La caractérisation morphométrique de chaque pan de fracture présent sur les fragments et sa relation avec le point d'impact a ainsi été décrite. Cela a permis de définir le nombre et la morphologie des pans de fractures associés au point d'impact et leur relation avec les autres pans de fractures. Les critères pris en considération sont : les dimensions des pans (longueur, largeur, hauteur), la morphologie (convexe, concave, segmentée), la texture et le profil des bords de la fracture (rectiligne, oblique intérieur et oblique extérieur, en V, en languette, en charnière). La texture des pans de fracture concerne l'aspect de surface des fractures; elle a été déterminée selon quatre regroupements : des pans à texture lisse, lorsqu'aucune rugosité n'est décelable sur la surface; lisse-esquillé quand la surface est plutôt lisse mais présente de petits esquillements; pseudo-irrégulière quand la surface est lisse mais se caractérise par des crêtes ou ondulations très lâches et irrégulière lorsque la surface est fortement rugueuse.

### Résultats expérimentaux

L'éclatement sur enclume par percussion directe diffuse des quinze valves à l'aide d'un percuteur dur et des quinze valves avec le percuteur tendre a entraîné leur morcellement en 150 fragments (75 pour chaque type de percuteur). Les points d'impact se localisent sur la face externe, dans une partie plutôt centrale de la valve ou à proximité du bord.

La quantité de fragments produits avec les deux types de percuteurs se distribue de façon plutôt hétérogène malgré des statistiques globalement similaires. On remarque, en effet, que les valves percutees avec le galet sont plus fortement susceptibles de produire très peu de fragments (dans notre cas, six valves ainsi percutees n'ont produit que deux fragments chacune, voir fig. 7, n<sup>o</sup> 1). En revanche, les valves percutees avec le percuteur en bois sont plus fortement susceptibles de produire un nombre de fragments plus variable (fig. 7, n<sup>o</sup> 2). Cela traduit un contrôle plus important de la percussion effectuée avec le percuteur dur, étant donné que notre objectif de transformation était de diviser les blocs *a minima* pour obtenir des portions de grandes dimensions, à l'image de ce qui a été observé sur les pièces archéologiques.

Quel que soit le percuteur utilisé, une bonne partie des fragments sont de grande taille (portions de coquilles dont la longueur de l'axe principal est supérieur à 3 cm; fig. 8, n<sup>o</sup> 2); on remarque toutefois que les fragments de petites dimensions (esquilles dont la longueur de l'axe principal est inférieure à 1 cm) et de moyennes dimensions (esquilles dont la longueur de l'axe principal est



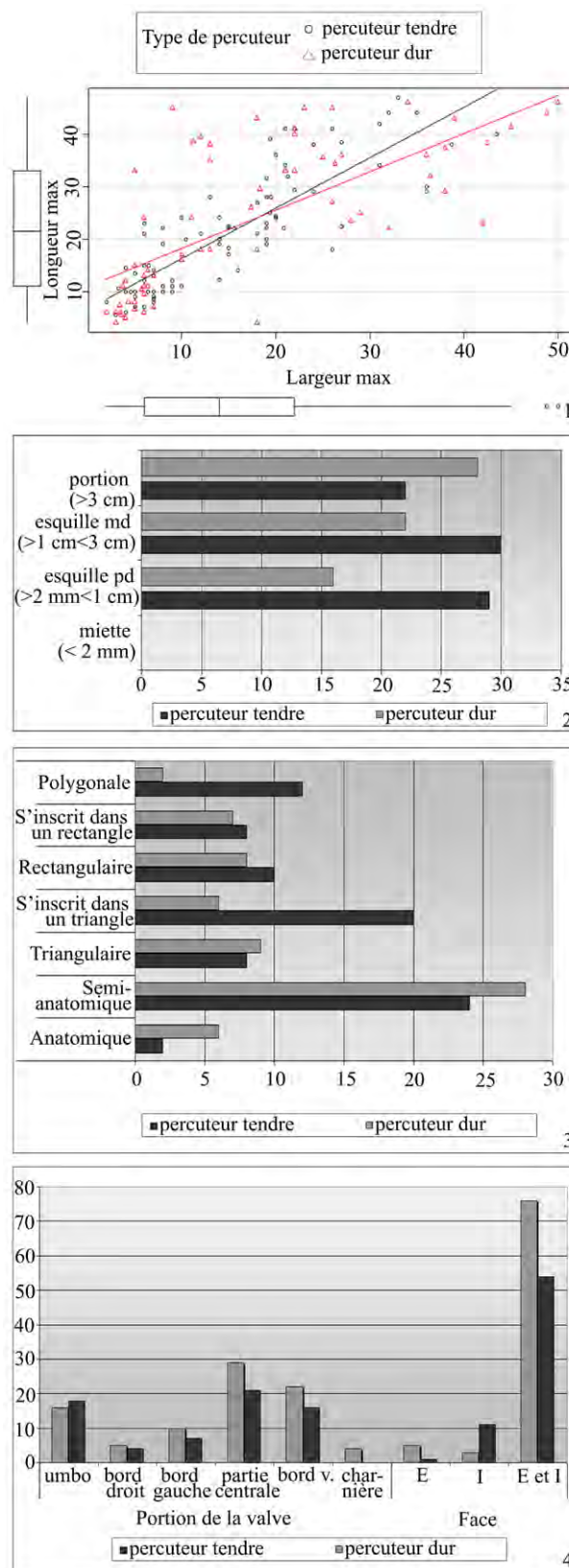
**Fig. 7** – Nombre de fragments obtenus par la fracturation des valves avec un percuteur dur (1) et avec un percuteur tendre (2).  
**Fig. 7** – Number of fragments obtained by fracturing of the valves with a hard (1) and a soft hammer (2).

comprise entre 1 et 3 cm) se produisent plus fréquemment avec l'emploi d'un percuteur tendre (fig. 8, n° 2). Dans l'ensemble, la morphologie générale des fragments, montre une forte hétérogénéité. Plusieurs formes sont observées, et seront désignées comme (fig. 8, n° 3) : anatomique (quand le fragment conserve environ un tiers du contour naturel de la valve); semi-anatomique (quand la moitié du contour naturel de la valve est conservé); artificielle (triangulaire; rectangulaire; sub-triangulaire; sub-rectangulaire ou polygonale, cette dernière étant la moins fréquente). Les morphologies anatomique et semi-anatomique sont plus fréquentes parmi les produits obtenus avec le percuteur dur tandis que les formes artificielles – par exemple : triangulaire et sub-triangulaire – sont plus souvent attestées parmi les produits obtenus avec le percuteur tendre.

La localisation anatomique des fragments, définie selon les parties et les faces du bloc, atteste une présence

**Fig. 8** – 1 : Rapport entre longueur et largeur (en mm) des fragments obtenus par la fracturation des valves avec un percuteur dur et avec un percuteur tendre; 2-3 : dimensions (2), et morphologie (3) des fragments; 4 : parties anatomiques des fragments et faces naturelles visibles sur les valves traitées expérimentalement (bord v = bord ventral; E = face externe; I = face interne).  
**Fig. 8** – 1: Length/width ratio (in mm) of fragments obtained by fracturing of the valves with a hard and a soft hammer; 2-3: dimensions (2) and morphology (3) of the fragments; 4: anatomical parts of the fragments and natural faces visible on the valves processed experimentally (bord v = ventral edge; E = external face; I = internal face).

majoritaire des parties anatomiques correspondantes à l'umbo, à la partie centrale et aux bords des valves, ainsi qu'aux faces externes et internes (fig. 8, n° 4). Les fragments les plus petits proviennent majoritairement des points d'impact situés sur la partie centrale de la face

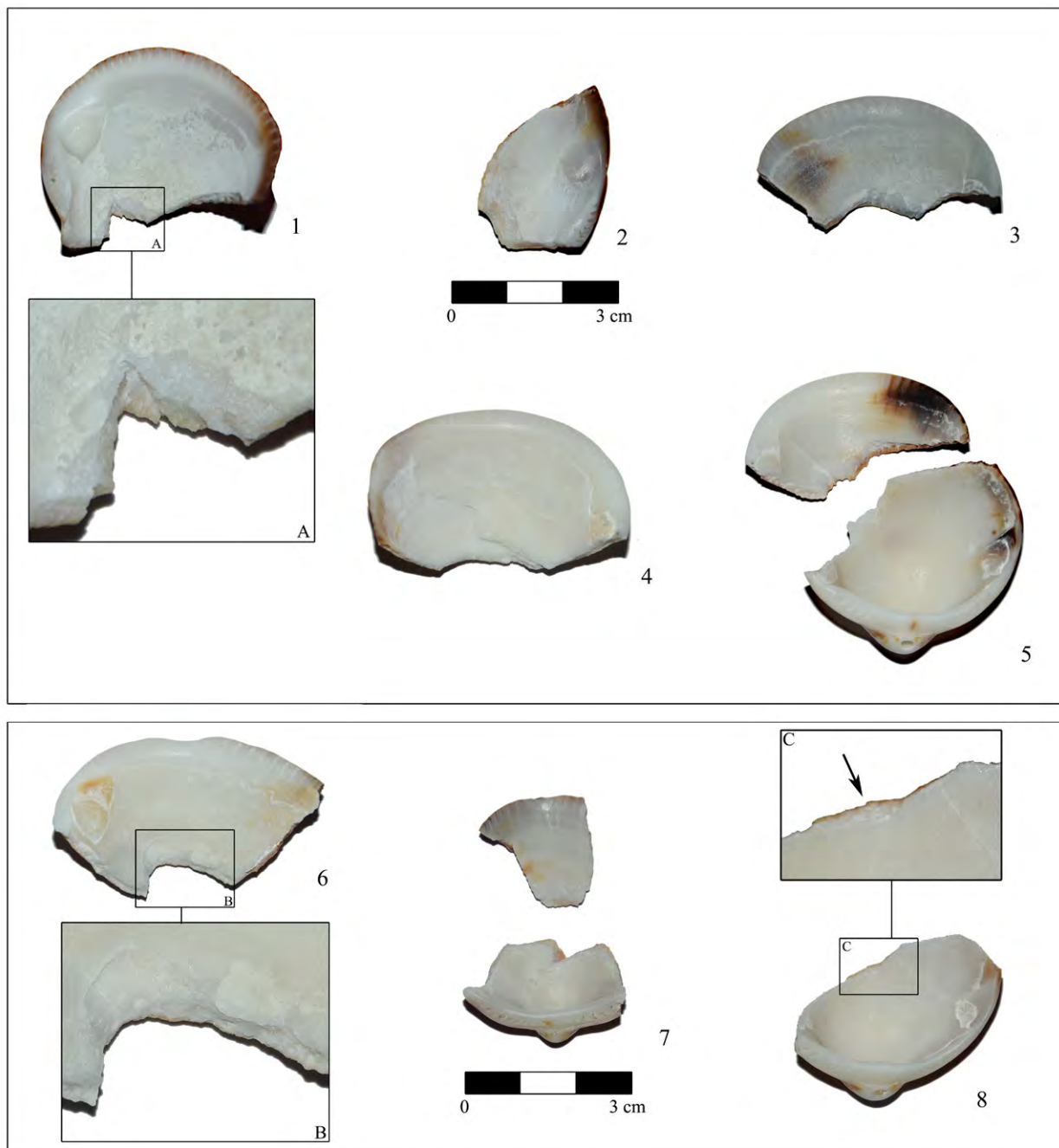




interne de la valve. Il est intéressant de noter que 18% des fragments obtenus présentent des fissurations.

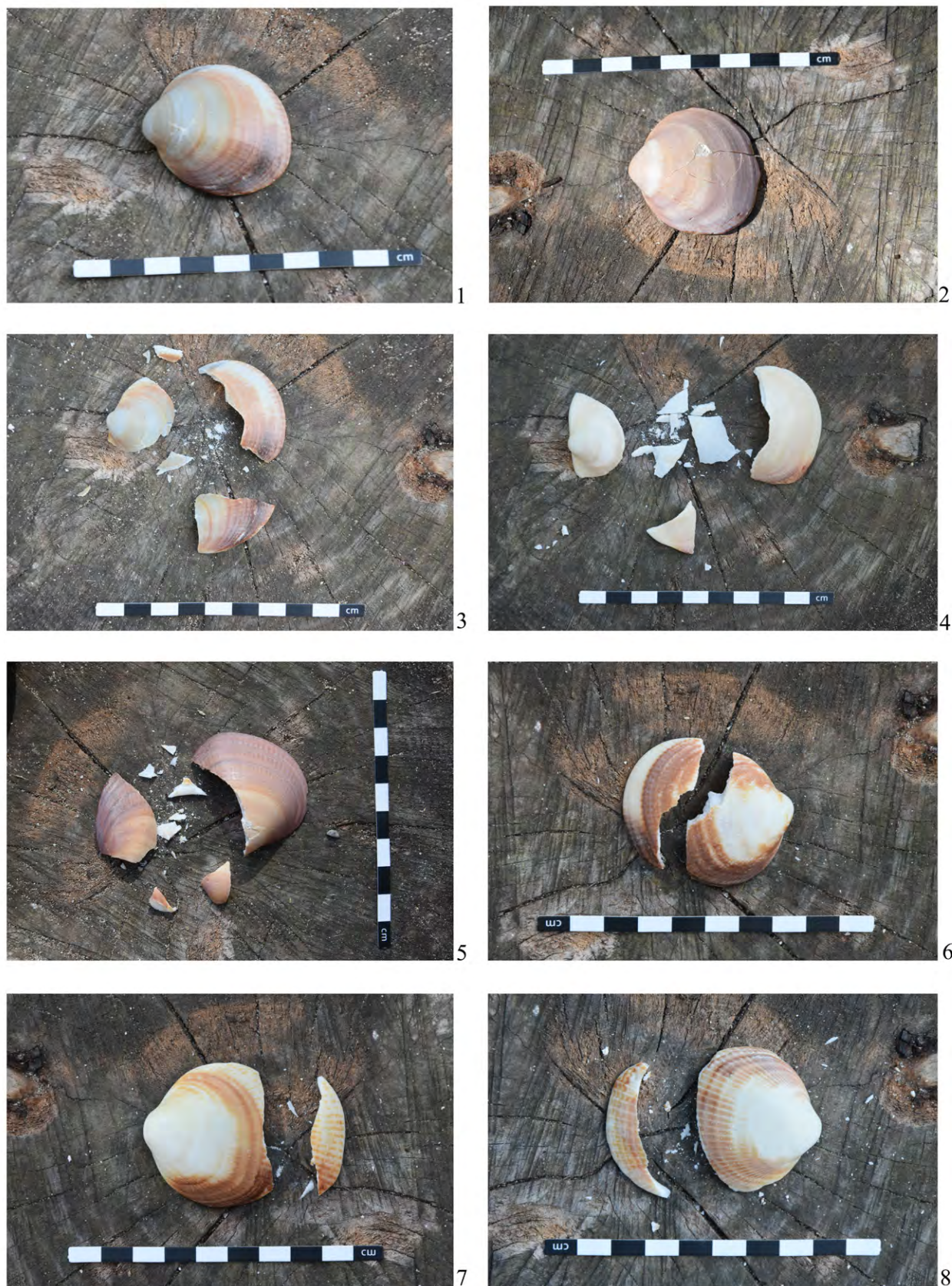
Sur les 150 fragments obtenus par percussion directe diffuse, seuls vingt-trois (15,33%) ont conservé des stigmates dont les points d'impact (attestés sur 21 fragments) sont parfois accompagnés de micro esquillements (dans un peu moins de 50% des cas), et de micro-esquillements (identifiés sur deux fragments). Ces stigmates sont majoritairement associés à l'utilisation du percuteur dur (16 fragments) et plus rarement avec le percuteur tendre (7

portions de valves éclatées). Dans les cas où les points d'impact sont accompagnés de micro-esquillements, ils sont toujours localisés sur la face opposée à la face percutée (face interne; fig. 9, n<sup>os</sup> 1A et 6B). Dans les autres cas, le cône de percussion se termine par une petite languette (fig. 9, n<sup>o</sup> 8C). Les pans de fracture en relation avec les points d'impact présentent une morphologie très variée : segmentés (fig. 10, n<sup>o</sup> 6), convexes (surtout en ce qui concerne les parties situées à proximité de l'umbo; fig. 10, n<sup>os</sup> 3, 4 et 8), concaves (parties correspondantes



**Fig. 9** – Fragments de valves obtenus par percussion diffuse avec un percuteur dur (1-5) et un percuteur tendre (6-8) et caractéristiques morphologiques des points d'impact identifiés.

*Fig. 9* – Fragments of valves obtained by diffuse percussion with a hard (1-5) and a soft (6-8) hammer and morphological characteristics of the impact points.



**Fig. 10** – 1 et 2 : points d'impact sur les valves avant la fracture (échelle 10 cm); 3-8 : morphologie des pans de fracture en relation avec les points d'impact : en escalier (6), convexes (parties correspondantes à l'umbo : 3-4, 8), concaves (parties correspondantes aux bords; 3-4, 8) ou rectilignes (7).

**Fig. 10** – 1 and 2: impact points on the valves prior to fracturing (scale 10 cm); 3-8 : morphology of the fracture planes related to the impact points : scalariform (6), convex (parts corresponding to the umbo; 3-4, 8), concave (parts corresponding to the edges, 3-4, 8) or rectilinear (7).

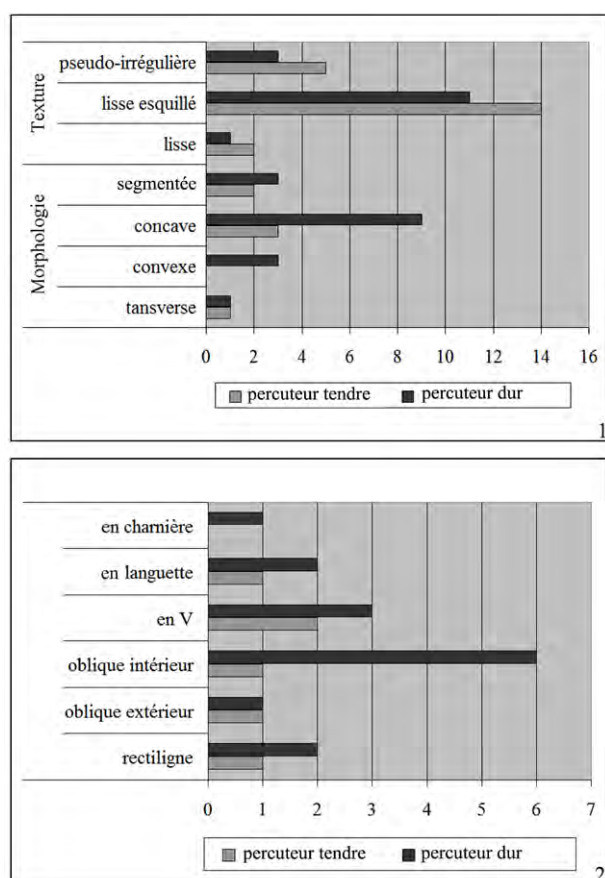
aux bords ; fig. 10, n<sup>os</sup> 3, 5 et 8) ou rectilignes (fig. 10, n<sup>o</sup> 7). On ne remarque pas, en revanche, de grandes différences entre les pans de fracture produits avec le percuteur tendre et ceux liés à un percuteur dur (fig. 11, n<sup>o</sup> 1). La texture est le plus souvent lisse-esquillée avec quelques cas de texture lisse ou pseudo irrégulière (fig. 11, n<sup>o</sup> 1). La morphologie du profil des bords de fracture est en revanche très variée avec une prépondérance d'angulation oblique interne ou en V (fig. 11, n<sup>o</sup> 2).

### La retouche par percussion directe appliquée aux valves de *Glycymeris* sp.

Cinquante-trois valves ont été retouchées pour modifier le bord du futur outil (fig. 12, n<sup>o</sup> 1), tel que cela a été observé dans les séries de Su Coddu et de Cuccuru s'Arriu. L'action de retouche lorsque la valve de coquille est mal tenue ou la force du geste technique n'est pas bien maîtrisée peut produire des pans de fracture accidentels. Ainsi, quatorze valves sur les cinquante-trois se sont cassées lors de la retouche par façonnage direct et permettent de caractériser des pans de fracture produits non volontairement. Ils sont pour la plupart localisés sur les bords des valves et pré-

sentent deux types morphologiques différents. Le premier en « L », constitué d'un pan longitudinal et d'un autre pan transversal par rapport à l'axe principal de la valve (fig. 12, n<sup>os</sup> 2 et 4), dans lequel la face interne et la face externe présentent de longues fissures orientées de la même manière (fig. 12, n<sup>os</sup> 3 et 5). Le second type est transversal et peut occuper la totalité ou seulement une partie du bord (fig. 12, n<sup>os</sup> 6 et 7). Il n'est pas accompagné de fissurations.

Ces pans de fracture, bien que très similaires à ceux produits expérimentalement lors d'opération de débitage par éclatement en percussion directe diffuse, présentent des différences mineures qui permettent néanmoins de les en distinguer : il s'agit des fissurations qui caractérisent le premier type de fracture en « L » (fig. 12, n<sup>os</sup> 2 et 4), alors que sur les fragments obtenus par fracturation, ces fissures conservent une orientation généralement oblique par rapport à l'axe principal de la valve. Le problème reste toutefois que les valves ayant un pan de fracture transversal situé à proximité du bord ont une morphologie très similaire dans l'une et l'autre expérimentation (cf. fig. 10, n<sup>o</sup> 7 et fig. 12, n<sup>os</sup> 6 et 7). Ainsi, en prenant en considération les autres critères descriptifs que nous avons enregistré (texture et profils des bords), aucune différence formelle n'a pu être mise en évidence.



**Fig. 11 – 1 :** morphologie et texture des pans produits avec le percuteur végétal et celui en pierre; **2 :** morphologie du profil des bords de fracture.

**Fig. 11 – 1:** morphology and texture of the fractures planes produced with the wooden and the stone hammer; **2:** morphology of the section of the fracturing edges.

## IMPLICATIONS DES EXPÉRIMENTATIONS ET DISCUSSION

Les résultats des expérimentations visant la compréhension du comportement des valves de *Glycymeris* face à la percussion directe diffuse ont des implications à diverses échelles. Elles permettent d'enrichir nos réflexions sur trois sujets principaux : les éléments caractéristiques des pans de fracture obtenus à la suite d'une fracturation ; l'identification des produits de la percussion directe diffuse dans les vestiges archéologiques ; un nouveau regard sur le rôle joué par le débitage par fracturation dans le cadre de l'industrie en coquille des sociétés sardes du Néolithique final et du Chalcolithique ancien.

### Éléments de diagnose pour l'identification d'une fracturation

Plusieurs éléments participent de l'identification d'une fracturation intégrant un objectif artisanal. D'un point de vue général, une évaluation du degré de fragmentation et une étude des modifications taphonomiques des espèces concernées par la présence des pans de fracture peuvent contribuer à orienter l'interprétation des stigmates techniques observés. C'est particulièrement le cas des coquilles ramassées sur les plages présentant des indices de forte ou moyenne abrasion naturelle des surfaces. Ces coquilles, collectées alors qu'elles étaient dépourvues de la chair du mollusque, ont été transportées sur le site et exploitées en tant que matière première. L'identification de pans de fracture sur ces vestiges indique, à elle seule, une plus forte probabilité de fracturation anthro-

pique. Elles peuvent aussi présenter des cassures dues au ressac de la mer qui peuvent être facilement distinguées des pans de fracture anthropiques à travers l'analyse des bords de fracture : ceux d'origine taphonomique sont plus arrondis que ceux d'origine anthropique.

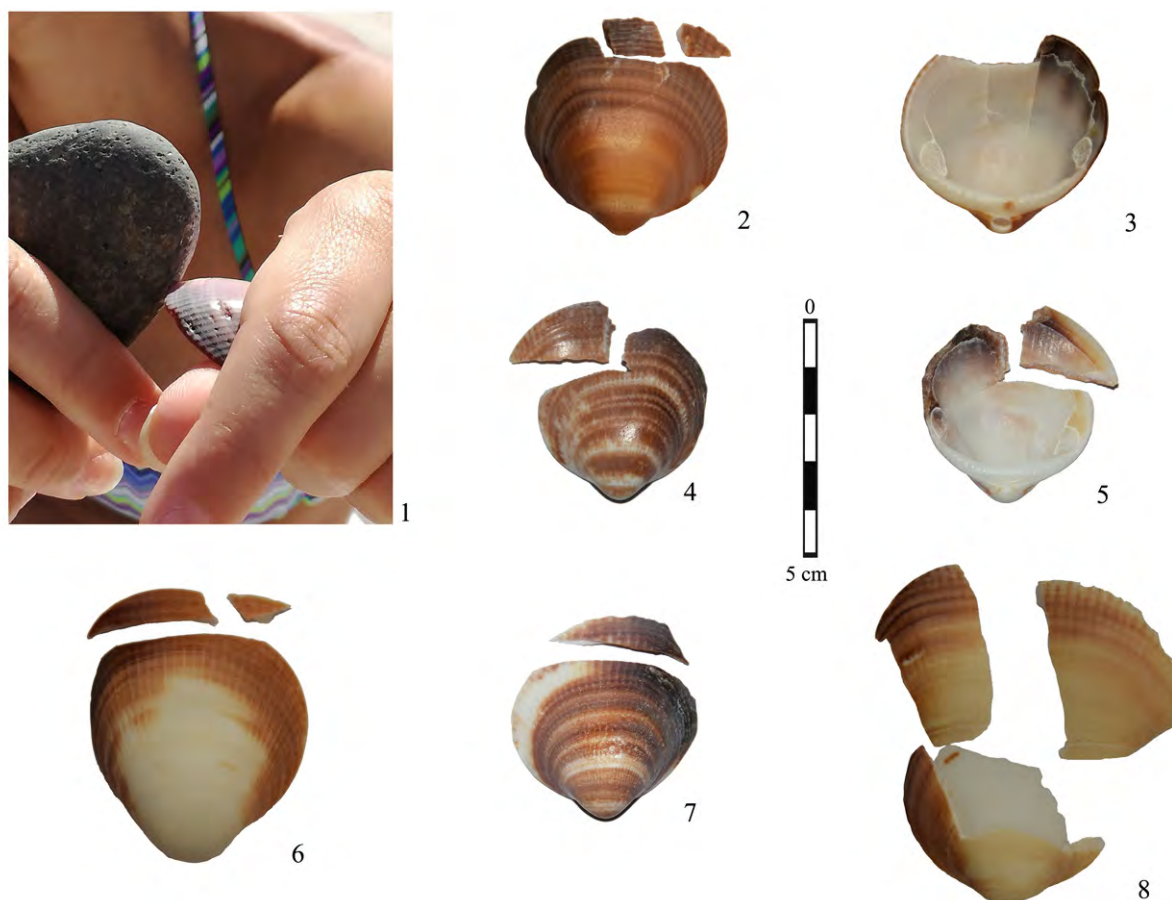
Cela dit, un ensemble d'autres caractères contribue à une identification plus poussée, comme la morphologie des pans de fracture, la présence de points d'impact, de fissurations et de micro-esquillements. Les expérimentations sur *Glycymeris* montrent que les pans de fracture ont une morphologie très variée, qu'ils soient obtenus avec un percuteur dur ou avec un percuteur tendre. Toutefois, une morphologie en V, convexe ou plano-convexe des pans de fracture en association (ou pas) aux micro-esquillements et aux fissurations témoigne de l'usage de la percussion directe diffuse. La texture des pans de fracture est souvent lisse esquillée et la face sur laquelle a été infligé le coup est indiquée par la localisation des points d'impact, des micro-esquillements, des fissures et, parfois, par la section des pans de fracture. Concernant la différenciation des résultats selon la nature du percuteur employé (dur et tendre), nous avons pu mettre en évi-

dence des tendances mais pas de morphologies de pans de fracture ou de points d'impact qui puissent être exclusives de l'un ou l'autre type de percuteur. Toutefois, nous l'avons vu, ces éléments ne sont pas systématiquement présents lors d'une fracturation intervenue dans un objectif artisanal.

### Identification des points d'impact et des caractéristiques techniques de la fracturation sur le matériel archéologique

Les conditions de conservation, très variables sur les vestiges en coquille, limitent généralement les possibilités de retrouver les stigmates relatifs à une fracturation anthropique des blocs. Dans notre corpus, nous avons pu identifier des stigmates techniques sans trop de difficulté car les coquilles n'étaient que partiellement affectées par les concrétions et vermiculations.

Pour l'identification et la description des pans de fracture sur le matériel archéologique, nous nous sommes appuyée sur les expérimentations exposées ci-dessus sur les *Glycymeris* mais aussi sur les résultats expérimentaux



**Fig. 12** – Pans de fracture produits accidentellement au cours des expérimentations visant la production d'outils retouchés. 1 : geste effectué ; 2-8 : morphologie des pans de fracture obtenus et présence d'autres éléments caractéristiques, notamment les points d'impact et les fissurations qui peuvent les accompagner.

**Fig. 12** – Fracture planes produced accidentally during experiments aiming at the production of retouched tools. 1: action made; 2-8: morphology of the obtained fracture planes and presence of other characteristic elements, in particular the impact points and the cracks they can be associated with.

obtenus précédemment sur les *Ostrea edulis* (Manca, 2014)<sup>(11)</sup>.

Les vestiges sur *Ostrea edulis*<sup>(12)</sup> présentent des pans de fracture auxquels ne correspondent pas systématiquement des points d'impact. Sur les trente valves composant notre corpus, quatre vestiges n'ont pas de points d'impact. En revanche, pour dix-sept d'entre elles, un point d'impact est visible et pour neuf valves, on observe deux points d'impact. Leur morphologie est toujours concave, déterminée par un écrasement de la surface accompagné par le détachement de nombreuses feuilles de nacre formant la valve. La confrontation de la morphologie et de la dimension des points d'impact archéologique avec celle des points d'impact expérimentaux (les deux mesurent 8 mm en moyenne) a permis de reconnaître la taille probable des percuteurs et la morphologie de leur partie active. Il s'agit de galets de dimensions moyennes dont la partie active, convexe, est presque punctiforme (dimensions de la partie active du percuteur utilisé au cours des expérimentations : 4 × 6 mm). Les pans de fracture sont au nombre de cinquante-quatre. Leur orientation par rapport à l'axe principal des pièces (en position anatomique) est variable : transversale (24 pans), longitudinale (11 pans) et oblique (19 pans). L'inclinaison du pan de fracture, légèrement oblique vers la face externe de la valve, indique que la percussion a été réalisée sur la face interne de la valve.

Sur les vingt-cinq valves de *Glycymeris*, nous avons pu identifier vingt-sept pans de fracture pour seulement sept points d'impact. Ces pans ont une morphologie convexe (4 pièces ; fig. 13, n<sup>os</sup> 7 et 9), concave (11 pièces ; fig. 13, n<sup>os</sup> 10, 12 et 13), rectiligne (11 pièces ; fig. 13, n<sup>o</sup> 6) et convexe-concave (1 pièce ; fig. 13, n<sup>o</sup> 8). Leur orientation par rapport à l'axe principal des valves (en position anatomique) peut être transversale (14 pans), oblique (8 pans) et longitudinale (5 pans), et leur section peut être rectiligne (19 pans), oblique vers la face externe de la valve (3 pans), en languette (4 pans) ou en charnière (1 pan). Les points d'impact, quant à eux, sont associés à des bords en V ou à la présence de languette ; dans trois cas, ils sont accompagnés de micro-esquillements. Leur position indique que la fracturation des valves a été réalisée depuis la face externe. La taille des valves identifiées est très variable ce qui suggère un manque de standardisation dans le choix des blocs de matière première.

La presque totalité des valves de *Spondylus gaederopus* présente des pans de fracture localisés sur le bord de la valve (fig. 14, n<sup>os</sup> 1 et 2). Néanmoins, sur deux d'entre elles ces stigmates sont localisés dans la partie centrale et présentent une morphologie segmentée (fig. 14, n<sup>os</sup> 3) et hélicoïdale (fig. 14, n<sup>os</sup> 4). L'observation générale des surfaces a permis d'identifier trois points d'impact, caractérisés par des profils concaves plus ou moins larges, une texture des pans de fracture lisse-esquillée (fig. 14, n<sup>os</sup> 1, 2 et 4). Il n'a été possible d'identifier une fracturation intervenue depuis la face externe que sur un seul vestige (fig. 14, n<sup>o</sup> 4).

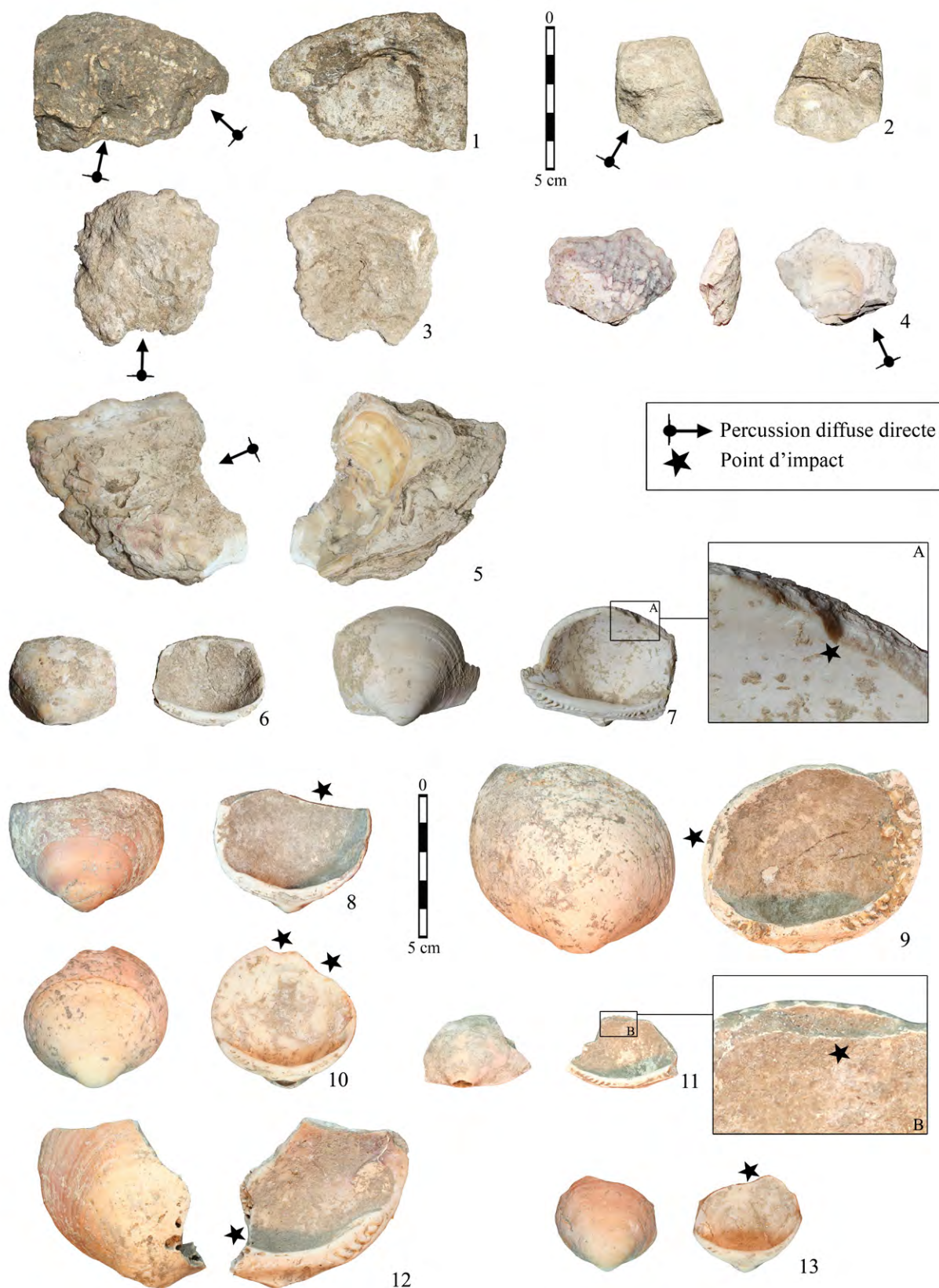
Enfin, sur les fragments de valves issues de *Charonia lampas* (deux vestiges) et sur une grande coquille indé-

terminée, dont les dimensions et l'épaisseur sont compatibles avec cette espèce de grand gastéropode, nous n'avons pas pu clairement identifier de points d'impact (fig. 14, n<sup>os</sup> 5, 6 et 8). Si l'intentionnalité strictement technique de cette fracturation ne peut être démontrée (des portions de labre peuvent se trouver échouées sur la plage), ces trois vestiges sont homogènes du point de vue de leur origine anatomique (labre du gastéropode), les stigmates identifiés et leur localisation. Les pans de fracture, orientés longitudinalement et transversalement par rapport à l'axe principal de la pièce, présentent des bords très frais mais déjà légèrement arrondis, en contraste avec le fort émoussé naturel du labre de la coquille. De plus, on doit noter la présence d'irrégularités sur les pans de fracture transversaux, notamment des encoches et des enlèvements (fig. 14, n<sup>os</sup> 5, 6 et 8). Pour ces raisons, nous avons raisonnablement supposé que les fractures peuvent être intentionnelles et successives à la collecte et précéder une éventuelle utilisation.

### L'exploitation techno-économique des ressources en coquille et le rôle de la fracturation

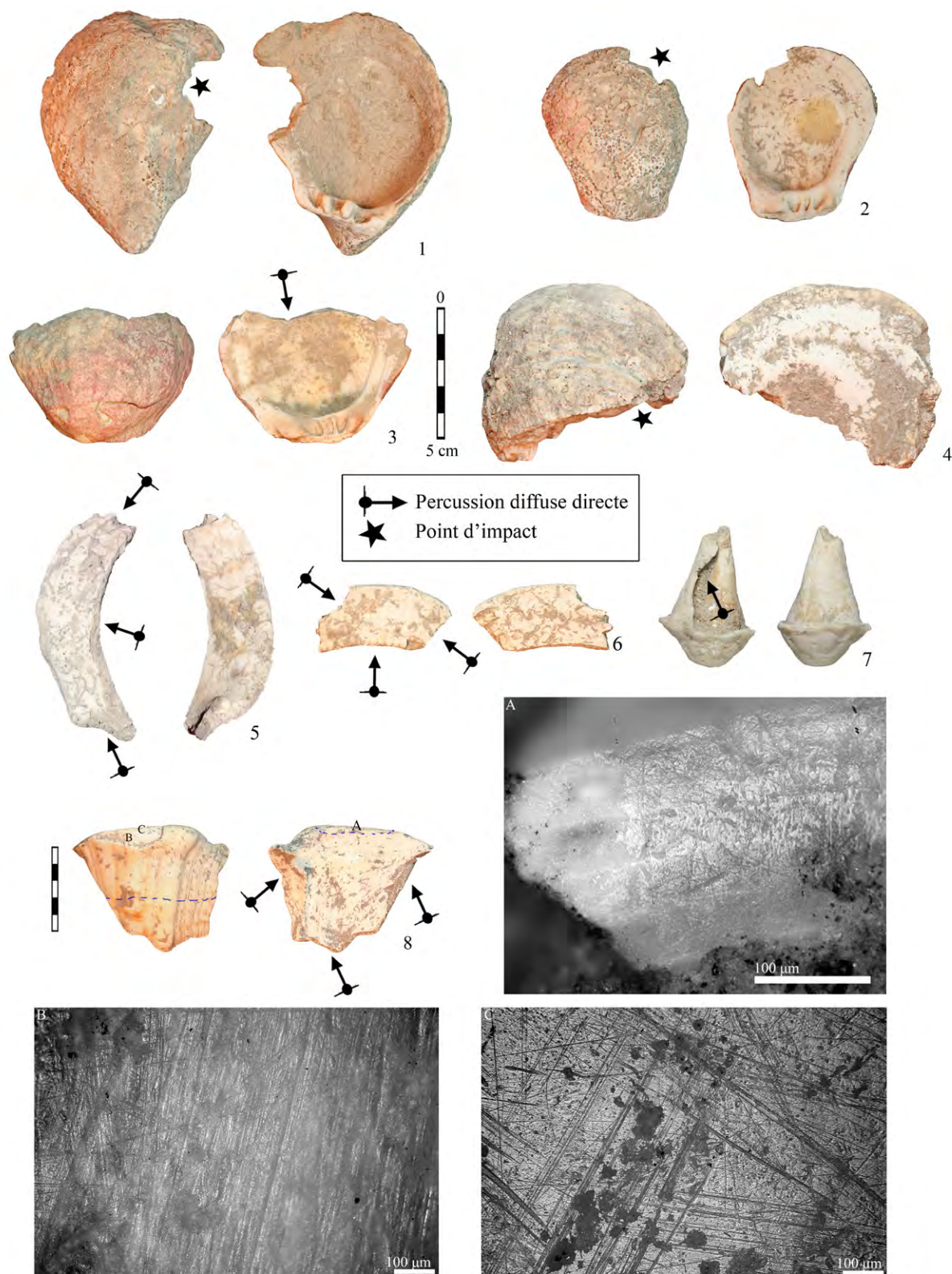
L'industrie sur coquille des sites néolithiques et chalcolithiques de Su Coddu et de Cuccuru s'Arriu se caractérise par l'exploitation de deux ensembles de coquilles : l'un composé de coquillages, collectés dans un but alimentaire et qui fournissent de la matière première pour la fabrication d'outils biseautés (*Ostrea edulis*), et l'autre constitué de coquilles ramassées sur les plages dans le seul but artisanal pour la production d'objets de parure et d'instruments (lissoirs et racloirs, aménagés sur *Glycymeris pilosa/nummaria*, *Spondylus gaederopus*, *Hexaplex trunculus* et *Charonia lampas*).

Les modalités d'acquisition sont variables selon le biotope des coquilles. La plupart des espèces qui composent nos corpus peuvent vivre dans des eaux peu profondes, ce qui en facilite le ramassage à pied. La récolte des huîtres pouvait être effectuée à la main ou à l'aide d'un outil lorsque l'*Ostrea* était solidement fixée à la roche (Melis *et al.*, 2004). Les probables lieux d'approvisionnement en espèces vivantes, notamment l'*Ostrea*, sont situés à proximité du site de Su Coddu : l'étang de Molentargius et la lagune de S. Gilla<sup>(13)</sup>. La collecte des espèces ramassées mortes a pu être effectuée sur les mêmes lieux et sur diverses plages du littoral. En particulier, les côtes de Pesaria (Oristano sud), Tharros ouest, San Giovanni di Sinis et Is Aruttas, proches du site de Cuccuru s'Arriu, pouvaient constituer un lieu de récolte favorable car on y retrouve de nos jours un grand nombre des espèces de bivalves et des gastéropodes attestées sur le site, notamment des *Glycymeris*, des *Spondylus* et *Hexaplex trunculus*. La localisation des lieux potentiels d'approvisionnement permet d'identifier les points du territoire fréquentés par les habitants de Su Coddu et de Cuccuru s'Arriu. Toutefois, il n'est pas exclu que l'introduction de ces matières premières dans les sites soit le fruit d'échanges avec d'autres communautés. En ce qui concerne le site de Cuccuru s'Arriu, par exemple,



**Fig. 13** – Vestiges archéologiques présentant des pans de fracture et des points d’impact relevant de la percussion directe. 1-5 : industrie sur *Ostrea edulis*, Ozieri II, site de Su Coddu (Selargius); 6-13 : industrie sur *Glycymeris pilosa/nummaria*. 6-7 : Ozieri II, site de Su Coddu; 8, 13 : Ozieri I, Cuccuru s’Arriu; 9-12 Ozieri II, Cuccuru s’Arriu.

**Fig. 13** – Archaeological pieces with fracture planes and impact points caused by direct percussion. 1-5: *Ostrea edulis* industry, Ozieri II, site of Su Coddu (Selargius); 6-13: *Glycymeris pilosa / nummaria* industry. 6-7: Ozieri II, site of Su Coddu; 8, 13 Ozieri I, Cuccuru s’Arriu; 9-12 Ozieri II, Cuccuru s’Arriu.



**Fig. 14** – Vestiges archéologiques présentant des pans de fracture et des points d’impact relevant de la percussion directe. 1-4 : industrie sur *Spondylus gaederopus*, Ozieri II, site de Su Coddu (Selargius); 1, 3-4 : Ozieri I, Cuccuru s’Arriu; 2 : Ozieri II, Cuccuru s’Arriu. 5-7 : Industrie sur *Charonia lampas* (5, 7) et grand gastéropode indéterminé (6). 5 : Ozieri II, site de Su Coddu; 6 : Ozieri I, Cuccuru s’Arriu; 7 : Ozieri II, Cuccuru s’Arriu.

**Fig. 14** – Archaeological pieces with fracture planes and impact points caused by direct percussion. 1-4: *Spondylus gaederopus* industry, Ozieri II, site of Su Coddu (Selargius); 1, 3-4: Ozieri I, Cuccuru s’Arriu; 2: Ozieri II, Cuccuru s’Arriu. 5-7: *Charonia lampas* industry (5, 7) and large indeterminate gastropod (6). 5: Ozieri II, site of Su Coddu; 6: Ozieri I, Cuccuru s’Arriu; 7: Ozieri II, Cuccuru s’Arriu.

la péninsule du Sinis présente de nombreux indices archéologiques indiquant une intense fréquentation des lieux pendant l'Ozieri I. Des indices d'habitat sont connus à proximité de certains lieux potentiels d'approvisionnement localisés sur la côte, à l'ouest du site de Cuccuru (Stiglitz, 1998, p. 30 ; Melis, 2011). En supposant que l'occupation de ces sites d'habitat soit le fruit de groupes différents de celui de Cuccuru et qu'ils soient contemporains, il est possible que certains blocs de matière première (ou leur totalité ?) aient été introduits à Cuccuru s'Arriu par le biais d'échanges et non par une collecte directe. Néanmoins, en l'absence d'informations plus précises sur les sites localisés dans ce territoire, il est également possible que ces indices d'habitat soient le résultat d'une gestion particulière de l'espace : il pourrait s'agir du témoignage de déplacements du groupe de Cuccuru s'Arriu et donc d'une gestion semi-sédentaire d'un territoire relativement vaste.

Sur ces coquilles, nous avons mis en évidence la présence des pans de fracture potentiellement liés à un schéma de transformation par fracturation. Pour l'industrie sur coquille de Cuccuru s'Arriu et Su Coddu, les données à notre disposition sont pour l'instant très rares car nous n'avons pu identifier que quelques éléments techniques et très peu d'objets finis.

D'un point de vue technique, la présence de pans de fracture et de points d'impact sur le matériel archéologique ne suffit pas à la compréhension de l'intention de production. En effet, en l'absence de tous les éléments de la production et surtout en l'absence des objets finis pour l'industrie sur *Glycymeris* (cf. *supra*), la reconstitution d'un remontage par défaut est impossible à réaliser. Il existe néanmoins un grand nombre d'éléments pouvant fournir une argumentation valide quant à l'intentionnalité du geste : la récurrence d'un même type de bloc exploité, d'une même technique employée, de la localisation des stigmates issus de la percussion et de la localisation des points d'impact. Toutefois, si ces arguments renforcent nos hypothèses, ils ne suffisent pas à cerner l'intention ultime de cette transformation.

C'est le cas de l'industrie sur *Glycymeris*, dont une faible partie de l'industrie atteste de la volonté d'éclater les blocs au sein de la séquence de débitage, au cours de l'Ozieri I (un seul vestige) et de l'Ozieri II (quatre vestiges). Nous n'avons pu identifier que cinq supports ou déchets potentiels présentant des pans de fracture (fig. 13, n<sup>os</sup> 6, 8, 11 et 12). Ces derniers peuvent être considérés comme anthropiques de par leur localisation et leur morphologie, mais également du point de vue du taux d'usure différentielle des marges des valves et de l'absence ou quasi absence de modifications attribuables aux agents taphonomiques. Toutefois, l'absence de traces d'utilisation ne permet pas de confirmer nos hypothèses concernant l'emploi d'un débitage par fracturation pour la production de ces supports. Une grande partie des valves de *Glycymeris* sélectionnées témoigne, en revanche, de l'emploi de la percussion directe au cours de la phase de façonnage pour la production de racloirs. En effet, deux indices confirment cette interprétation : d'une part, les

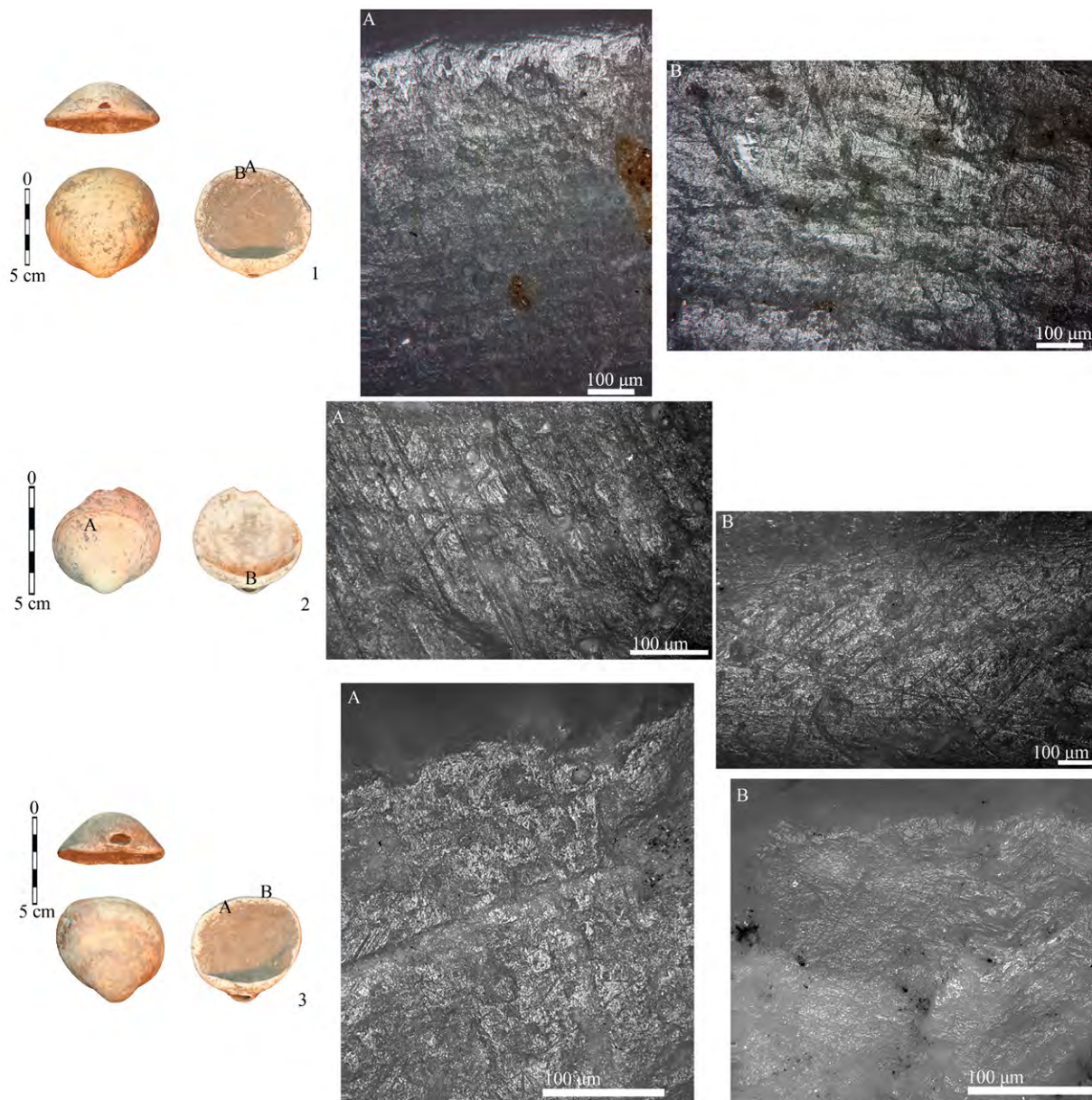
stigmates identifiés correspondent morphologiquement à ceux obtenus accidentellement lors des opérations de retouche des valves ; d'autre part, trois vestiges conservent des traces d'utilisation relatives au raclage de matériaux d'origine végétale (fig. 15, n<sup>os</sup> 1 et 3) et minérale (fig. 15, n<sup>o</sup> 2 ; Manca, 2016).

L'identification de divers points d'impact sur les valves de *Spondylus gaederopus* laisse supposer qu'il pourrait s'agir de valves en cours de façonnage. La localisation des stigmates techniques, l'inclinaison des pans de fracture, leur distribution et leur morphologie générale correspondent à ce qui a été observé sur les outils retouchés en *Spondylus*. Les deux valves que nous supposons être des ébauches de ces outils présentent cependant des pans de fractures très profonds, à bords vifs et irréguliers, localisés sur le bord ventral. La régularité habituelle des bords des valves retouchées contraste ici avec la suppression excessive de matière interrompant la continuité du bord. Il pourrait s'agir de la cause de l'abandon de ces valves au stade d'ébauche.

En ce qui concerne l'industrie sur *Ostrea edulis*, destinée à la production d'objets biseautés au cours de l'Ozieri II, la percussion directe diffuse est employée dans le cadre d'une phase de débitage : l'opération vise à diviser transversalement la matière et à éliminer des parties non utiles de la valve, comme la charnière ou le bord. Les supports, bien que conservant la section complète du bloc d'origine, offrent pour autant une morphologie fine et plate. Selon la forme du support recherché, le sectionnement peut être unipolaire (supports sur partie distale et proximale) ou bipolaire (support sur partie mésiale). Les expérimentations ont démontré que lorsque la valve est travaillée à l'état frais et le percuteur de dimensions adaptées, il est possible de contrôler la morphologie de la fracture et les dimensions du support qui en résulte (Manca, 2014). Les résultats du sectionnement par percussion directe diffuse sont très réguliers grâce aux propriétés mécaniques du bloc de matière. Néanmoins, en ce qui concerne la morphologie du bloc, ce sont les valves plates (ou inférieures) qui sont presque exclusivement modifiées. Ce choix est explicable par une plus grande facilité d'exécution et un contrôle encore plus important du sectionnement.

Les trois vestiges correspondant à des portions de grand gastéropode (*Charonia lampas*) ou, pour une pièce, d'une espèce morphologiquement proche, ont été vraisemblablement percutés dans le cadre d'une opération de débitage. Les portions allongées de coquille pouvaient être employées comme lissoir ou racloir. Dans un cas, le support a été utilisé tel quel, sans transformation ultérieure. La localisation des traces d'utilisation, distribuées sur le labre, sur la face supérieure et sur la partie centrale du fragment, mais absentes des parties périphériques, confirme cette hypothèse (fig. 14, n<sup>o</sup> 8A-C). La partie sélectionnée est très épaisse et résistante dans la partie active et moins épaisse vers les parties mésiale et proximale de l'outil. Il s'agit d'une portion du labre, dont le contour est trapézoïdal et les bords droit et gauche sont courbes. La distribution des traces d'utilisation, absentes de la partie proximale, a permis de supposer la présence





**Fig. 15** – Raclours et lissoir obtenus sur des valves de *Glycymeridae* présentant des traces d'utilisation liées au contact avec une matière végétale (1, 3) et minérale (2). 1 : Ozieri I, Cuccuru s'Arriu ; 2 : Ozieri II, Cuccuru s'Arriu.

**Fig. 15** – Scrapers and smoothing tool obtained from *Glycymeridae* valves with use-wear traces produced by contact with vegetal matter (1, 3) and mineral matter (2). 1: Ozieri I, Cuccuru s'Arriu; 2: Ozieri II, Cuccuru s'Arriu.

d'un système d'emmanchement. En effet, si la morphologie de la pièce la rend fonctionnelle, même en cas d'une utilisation sans emmanchement, la préhension à mains nues aurait dû laisser les traces correspondantes (Manca, 2013). L'identification de deux autres vestiges similaires laisse penser à une exploitation non occasionnelle de cette espèce. Toutefois, l'absence de déchets de débitage ou d'autres fragments de cette espèce sur le site laisse supposer que les opérations de débitage sont mises en œuvre sur les lieux d'approvisionnement.

Enfin, la phase de transformation relative à la fracturation de l'exemplaire d'*Hexaplex trunculus* reste inconnue en raison de l'absence d'autres éléments techniques (fig. 14, n° 7).

De nouvelles questions émergent de la révision de l'industrie sur coquille sarde à la lumière des résultats de l'expérimentation. D'un point de vue plus général, il serait intéressant de caractériser le comportement d'un plus grand nombre d'espèces de coquilles en réponse à la percussion directe diffuse. Cela pourrait faciliter l'identification des stigmates techniques sur les vestiges archéologiques, premier pas pour l'application du remontage par défaut et, à plus long terme, une meilleure définition du rôle joué par la fracturation. Les données obtenues jusqu'à maintenant concernent effectivement en plus grande partie des vestiges relatifs au Chalcolithique ancien (ou Ozieri II), alors que pour le Néolithique final (ou Ozieri I) les informations ne concernent que quelques

pièces. Bien que l'analyse des vestiges en coquille en soit encore à ses débuts en Sardaigne, il serait tout de même intéressant de mettre en exergue des tendances diachroniques entre les diverses séries et également d'exploiter les potentialités qu'offre le milieu insulaire pour la caractérisation des modalités d'exploitation des ressources marines (Dupont, 2006 ; Manca, 2013).

## CONCLUSIONS

La définition de certains aspects techno-économiques des groupes néolithiques et chalcolithiques issus de l'analyse de l'industrie sur coquille a été possible grâce à l'application d'une approche intégrée techno-fonctionnelle. La reconnaissance des objets finis, des déchets ou des supports potentiels a pu être réalisée dans plusieurs cas à partir des traces d'utilisation conservées sur les outils en coquilles ; ces derniers étant parfois utilisés brut de débitage. L'emploi de la percussion est attesté dans plusieurs phases de la séquence de transformation des coquilles. L'association de l'analyse technique des vestiges et la caractérisation et l'interprétation des stigmates techniques à la lumière des résultats expérimentaux ont permis d'identifier des produits techniques et de mieux comprendre les séquences de transformation. Nous avons également pu observer que le débitage par fracturation est très rarement employé dans le cadre de la transformation des coquilles. Si l'identification des supports potentiels obtenus par l'éclatement des blocs de matière première a été possible sur des blocs de grandes dimensions (*Charonia lampas*, gros individus de *Spondylus* et *Glycymeris*), leur identification comme objets finis n'est pas complètement certaine en raison de l'absence de traces d'utilisation. Néanmoins, sur les mêmes sites et au cours des mêmes périodes c'est le débitage par fracturation qui est majoritairement mis en œuvre pour la transformation des matières premières osseuses (Manca, 2013 ; Manca et Manunza, en cours). Bien que ces premières analyses techno-fonctionnelles aient permis de mieux caractériser certaines séquences de transformation de diverses espèces de coquille, il est encore nécessaire de mieux cerner les objectifs de production et éventuellement de connaître les variantes des méthodes employées pour le débitage et le façonnage. Une étude plus poussée des industries néolithiques et chalcolithiques de l'aire tyrrhénienne mais aussi d'autres zones de la Méditerranée occidentale et au-delà, pourra permettre de mieux définir le rôle que la fracturation a joué dans les séquences de transformation de l'industrie sur coquille des sociétés anciennes. Cela sera possible à travers l'application d'une démarche d'analyse adaptée à l'industrie sur coquille, c'est-à-dire apte à l'identification du plus grand nombre possible d'éléments de l'industrie et à leur classification morpho-technique. Pour ce faire, il est dans un premier temps fondamental de pouvoir trier le matériel faunique afin de sélectionner toutes les pièces non identifiées lors de la fouille et de pouvoir analyser à la fois des

objets et des restes fauniques, idéalement en collaboration avec un archéomalacologue. Dans un second temps, il semble désormais évident que l'application croisée des approches technologique, fonctionnelle et expérimentale est très précieuse, et même incontournable, pour la reconstitution des séquences techno-économiques de cette catégorie de vestiges.

**Remerciements :** Ce travail a été en partie réalisé dans le cadre d'une thèse conduite sous la direction d'Aline Averbouh à l'UMR 7269 LAMPEA, à l'université Aix-Marseille 1. Il a été financé par la région autonome de la Sardaigne « Programma Master and Back, Alta formazione, Anno 2007 ». Je remercie Patrizia Manca pour l'aide à la traduction en anglais de l'abstract et les rapporteurs pour leurs conseils avisés qui ont permis d'améliorer ce travail.

## NOTES

- (1) Le terme de coquillage a été utilisé pour indiquer les coquilles avec le mollusque tandis que le terme de coquille a été employé pour désigner les tests privés de la chair qu'ils renfermaient (Dupont, 2012).
- (2) Pour une définition des termes de méthodes, mais aussi de techniques ou de schéma de transformation, voir Averbouh, 2000 et Goutas et Christensen, ce volume.
- (3) Il a été possible de distinguer les pans de fracture relatifs à des phénomènes anthropiques de ceux potentiellement taphonomiques. Ces derniers se caractérisent par un adoucissement des superficies, altérées et érodées par l'action physique de la mer. Ces modifications peuvent être aisément reconnues lors d'une analyse macroscopique des superficies.
- (4) Nous avons utilisé l'indication taxinomique donnée par l'auteur (Mas, 2015), mais la consultation du site WoRMS (World Register of Marine Species, Editorial Board 2018, <http://www.marinespecies.org>, DOI : 10.14284/170 [en ligne]) indique que *Spondylus calcifer* a été acceptée comme *Spondylus limbatus* (G. B. Sowerby II) 1847 et que *Strombus galeatus* a été acceptée comme *Lobatus galeatus* (Swainson) 1823.
- (5) L'analyse fonctionnelle a été conduite sur l'ensemble des vestiges qui composent l'industrie sur coquille (Manca, 2013 et 2016). Nous ne détaillerons pas ici ni la méthode employée ni les résultats obtenus car ce n'est pas l'objectif de cet article. En revanche, nous ferons des ouvertures sur les aspects fonctionnels lorsque cela sera nécessaire pour la reconstitution des systèmes techniques de transformation.
- (6) Les coquilles à l'état frais conservent toutes les caractéristiques morphologiques des valves vivantes. Toutefois, dans cet ensemble peuvent être incluses des coquilles mortes depuis quelques jours, voire quelques mois. Il est impossible de distinguer ces dernières des coquillages vivants. Les coquilles identifiées comme ramassées post-mortem présentent des altérations intervenues avant leur dépôt sur des gisements archéologiques ; celles-ci indiquent leur introduction volontaire sur les sites d'habitat de la part des groupes humains. Leur aspect, transformé par rapport aux coquillages à l'état frais, se caractérise par des superficies altérées et érodées par l'action physique de la mer. Ces modifications peuvent être aisément reconnues lors d'une analyse macro-

- scopique des superficies : absence de certaines parties de la coquille, arrondi des surfaces, possible présence de l'action des prédateurs marins. Dans le cas des bivalves, l'umbo est fréquemment percé par l'érosion marine.
- (7) Comme pour les termes employés dans le cadre de l'étude des matières osseuses (Averbouh, 2000), les supports plats sont par définition des supports de faible épaisseur, conservant partiellement (par ex., esquille de gros gastéropode) ou en totalité (par ex., valve d'huître), la section du bloc d'origine exploité; à l'inverse, les supports dits « en volume » sont des supports épais qui conservent l'intégralité du volume du bloc d'origine (par ex., tronçon de scaphopodes ou de gastéropodes).
- (8) Directement proportionnelle à la quantité de matière minérale, la densité est le rapport entre la masse et le diamètre des atomes constituants. La résistance à la déformation se mesure par l'application d'une force sur une portion de matière jusqu'à sa rupture (module de Young; voir Albrecht, 1977). La rigidité dépend des liaisons atomiques qui peuvent être de nature forte ou faible. Mesurable à diverses échelles, la dureté est la propriété de résistance d'un corps à la compression, à l'écrasement, notamment à la production d'une empreinte par pression, à la rayure par une autre matière.
- (9) Les types de texture de microstructure de bivalves indiqués dans l'article de John D. Taylor et Martin Layman (Taylor et Layman, 1972, p. 75) sont au nombre de huit : prismatique simple, prismatique complexe, feuilletée, feuilletée nacreuse, lenticulaire nacreuse, lamellaire entrecroisée, lamellaire entrecroisée complexe, homogène. Les résultats de cette étude sont importants pour déterminer la diversité des propriétés physiques et mécaniques de certaines espèces de bivalves, notamment *Glycimeridae* et *Ostreidae*, retrouvées dans les sites archéologiques étudiés.
- (10) Le buis est une espèce qui réunit les propriétés de légèreté et de robustesse. Le *Buxus balearica* est une espèce endogène, localisée actuellement dans des régions limitées, dans le Sud de l'île. Le *Buxus sempervirens* est aussi attesté dans l'île mais, en l'état actuel de la recherche, il ne peut pas être considéré comme endogène (Martinoli, 1950; Camarda, 1982).
- (11) Il est important de rappeler que les expérimentations sur les huîtres, tout comme celles sur les *Glycymeris*, ont concerné l'application de la percussion directe diffuse pour la transformation de ces blocs de matière première (Manca, 2014).
- (12) Parmi les espèces présentant des stigmates issus de la percussion, seules les *Ostrea edulis* peuvent potentiellement être associées à la présence de pans de fracture liés à une exploitation alimentaire, parce qu'il s'agit des seules coquilles ramassées à l'état frais et vraisemblablement consommées avant leur transformation. À cet égard, il est donc essentiel de préciser qu'aucune trace relative à l'ouverture des valves pour la consommation du mollusque n'a été pour le moment identifiée sur les *Ostrea*. En revanche, cette pratique est attestée sur le même site par la présence de traces de désarticulation forcée sur des valves de *Mytilus galloprovincialis*, de *Ruditapes decussatus* et de *Solen marginatus* (Melis *et al.*, 2004, p. 44 et 2012). Ces stigmates de désarticulation sont produits par l'insertion d'un instrument pointu et robuste entre les deux valves (Melis *et al.*, sous presse). Ils ne peuvent pas être confondus avec les stigmates techniques liés aux activités de transformation en raison de leur localisation sur les marges des valves.
- (13) Selon les données actuelles concernant la salinité des eaux, l'endroit le plus favorable pour *Ostrea edulis* est la lagune de S. Gilla (Massoli-Novelli, 1976; Melis *et al.*, 2004 et 2012). Dans cette lagune, la présence de rares bancs naturels d'*Ostrea* a été identifiée à l'époque moderne. Cela était très vraisemblablement le cas pendant le Chalcolithique car l'apport d'eaux douces par les fleuves qui se jettent dans la lagune et la présence d'eaux salées devaient permettre de maintenir des caractéristiques environnementales similaires à celles d'aujourd'hui.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALBRECHT G. (1978) – Testing of Materials as Used for Bone Points of the Upper Palaeolithic, in H. Camps-Fabrer (dir.), *Méthodologie appliquée à l'industrie de l'os préhistorique*, actes du 2<sup>e</sup> Colloque international sur l'industrie de l'os dans la Préhistoire (abbaye de Sénanque, 9-12 juin 1976), Paris, CNRS (Colloques internationaux du CNRS, 568), p. 119-124.
- ALLEN M. J. (2017) – *Molluscs in Archaeology: Methods, Approaches and Applications*, Oxford, Oxbow (Studying Scientific Archaeology, 3), 448 p.
- ATZENI E. (1962) – I villaggi preistorici di San Gemiliano di Sestu e Monte Olladiri di Monastir presso Cagliari e le ceramiche della "facies" di Monte Claro, *Studi Sardi*, 17, p. 3-216.
- ATZENI E. (1967) – Tombe a forno di cultura Monte Claro nella via Basilicata di Cagliari, *Rivista di Scienze Preistoriche*, 22, p. 157-179.
- ATZENI E. (1975) – Nuovi idoli della Sardegna prenuragica (Nota preliminare), *Studi Sardi*, 23, p. 1-51.
- ATZENI E. (1978) – La Dea Madre nelle culture prenuragiche, *Studi Sardi*, 24, p. 1-61.
- AVERBOUH A., (2000) – *Technologie de la matière osseuse travaillée et implications paléolithiques : l'exemple des chaînes d'exploitation du bois de cervidé chez les Magdaléniens des Pyrénées*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 2 vol., 253 et 247 p.
- AVERBOUH A. (2001) – Methodological Specifics of the Techno-Economic Analysis of Worked Bone and Antler: Mental Refitting and Methods of Application, in A. M. Choyke et L. Bartosiewicz (dir.), *Crafting Bone: Skeletal Technologies through Time and Space*, actes du 2<sup>e</sup> colloque de l'ICAZ Worked Bone Research Group (Budapest, 31 août-5 septembre 1999), Oxford, Archaeopress (BAR, International Series 937), p. 111-121.
- BERNABÒ BREA L. (1946) – *Gli scavi nella caverna delle Arene Candide (Finale Ligure), Parte I, Gli strati con ceramiche*, Bordighera, Istituto di Studi Liguri, 296 p.
- BØGGILD O. B. (1930) – The Shell Structure of the Mollusks, *Mémoires de l'Académie royale des sciences et des lettres de Danemark, section des sciences*, 2, 2, p. 232-325.
- BONOMO M., AGUIRRE M. L. (2009) – Holocene Molluscs from Archaeological Sites of the Pampean Region of Argentina: Approaches to Past Human Uses, *Geoarchaeology*, 24, p. 59-85.

- BORRELLI M. A., ROSSI G. (2006) – La lavorazione di ornamenti in *Spondylus gaederopus* nel Neolitico della caverna delle Arene Candide (Savona, Italia). Nota preliminare, in M. A. Borrello (dir.), *Conchiglie e Archeologia: contributi scientifici in occasione della mostra Dentro la Conchiglia: sezione archeologica*, Trento, Museo Tridentino di Scienze Naturali (supplément 1 à *Preistoria Alpina*, 40), p. 83-90.
- BOSCHIAN G., BRILLI P., FALCHI P., FENU P., MARTINI F., PITZALIS G., SARTI L., TOZZI C. (2001) – Prime ricerche nell'abitato neolitico di Contraguda (Perfugas, Sassari), *Rivista di Scienze Preistoriche*, 51, p. 235-287.
- BUNN H. T. (1989) – Diagnosing Plio-Pleistocene Hominid Activity with Bone Fracture Evidence. in R. Bonnichsen et M. H. Sorg (dir.), *Bone modification*, Orono (Maine), Center for the Study of the First Americans, p. 299-315.
- CAMARDA I. (1982) – Note su alberi e arbusti della Sardegna, *Bollettino della Società Sarda di Scienze Naturali*, 21, p. 323-331.
- CAPALDO S. D., BLUMENSCHINE R. J. (1994) – A Quantitative Diagnosis of Notches Made by Hammerstone Percussion and Carnivore Gnawing on Bovid Long Bones, *American Antiquity*, 59, p. 724-748.
- CASTALDI E. (1980) – Relazione preliminare sullo scavo della grotta del Guano o Gonagòsula (Oliena-Nuoro), in *Atti della XXII Riunione Scientifica nella Sardegna centro-settentrionale*, actes du colloque (Florence, 21-27 octobre 1978), Florence, Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, p. 149-160.
- CHENORKIAN R. (1990) – Conservation en milieu coquillier et reconstitution des diètes préhistoriques, *Travaux du Laboratoire d'anthropologie et de Préhistoire des pays de la Méditerranée occidentale*, 1990, p. 133-146.
- CHOI K., DRIWANTORO D. (2007) – Shell Tool Use by Early Members of *Homo erectus* in Sangiran, Central Java, Indonesia: Cut Mark Evidence, *Journal of Archaeological Science*, 34, p. 48-58.
- CHRISTENSEN M., GOUTAS N., BEMLI C., CHEVALLIER A., LACARRIÈRE J., LEDUC C., BIGNON-LAU O., BODU P., CHICA-LEFORT T., KHAN B., LÉGLISE S., MALGARINI R., TARTAR É., TEJERO J. -M., TREUILLOT J., SCHWAB C. (ce volume) – La fracturation *lato sensu* de l'os et du bois de cervidé : un bref historique des recherches, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 23-42.
- CLEMENTE-CONTE I., CUENCA-SOLANA D. (2011) – Instrumentos de trabajo de concha, in A. Bosch, J. Chinchilla et J. Tarrús (dir.), *El poblado lacustre del Neolítico Antic de La Draga. excavacions 2000-2005*, Gérone, Museu d'Arqueologia de Catalunya et CASC (Monografies del CASC, 9), p. 137-145.
- COURTIN J., VIGIÉ B. (1987) – Le problème des coquillages à bords dentelés dans la Préhistoire du Midi de la France, *Mésogée*, 47, p. 93-98.
- CRISTIANI E., LEMORINI C., MARTINI F., SARTI L. (2005) – Scrappers of *Callista chione* from Grotta del Cavallo (Middle Paleolithic Cave in Apulia): Evaluating Use-Wear Potential, in H. Luik, A. Choyke, C. Batey et L. Lougos (dir.), *From Hooves to Horns, from Mollusc, to Mammoth. Manufacture and Use of Bone Artefacts from Prehistoric Times to the Present*, actes du 14<sup>e</sup> colloque de l'ICAZ Worked Bone Research Group (Tallin, 26-31 août 2003), Tallin, Tallin Book Printers, p. 319-324.
- CRISTIANI E., SPINAPOLICE E. (2009) – Approccio tecnologico sperimentale all'industria su *Callista chione*. Nuovi risultati da Grotta dei Giganti (Lecce), in A. Tagliacozzo, I. Fiore, S. Marconi et U. Tecchiati (dir.), *Atti del 5<sup>o</sup> Convegno Nazionale di Zooarcheologia*, actes du colloque (Rovereto, 10-12 novembre 2006), Rovereto, Osiride, p. 85-88.
- CUENCA-SOLANA D. (2013) – *Utilización de instrumentos de concha para la realización de actividades productivas en las formaciones económico-sociales de los cazadores-recolectores-pescadores y primeras sociedades tribales de la fachada atlántica europea*, Santander, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cantabria (Serie Tesis Doctorales, 4), 445 p.
- CUENCA-SOLANA D., CLEMENTE-CONTE I., GUTIÉRREZ-ZUGASTI F. I. (2010) – Utilización de instrumentos de concha durante el Mesolítico y Neolítico inicial en contextos litorales de la región cantábrica: programa experimental para el análisis de huellas de uso en materiales malacológicos, *Trabajos de Prehistoria*, 67, 1, p. 211-225.
- CUENCA-SOLANA D., GUTIÉRREZ-ZUGASTI F. I., CLEMENTE-CONTE I. (2011) – The Use of Molluscs as Tools by Coastal Human Groups: Contribution of Ethnographical Studies to Research on Mesolithic and Early Neolithic Contexts in Northern Spain, *Journal of Anthropological Research*, 67, 1, p. 77-102.
- CUENCA-SOLANA D., CANTILLO DUARTE J., VIJANDE VILA E., MONTAÑÉS CABALLERO M., CLEMENTE-CONTE I., VILLAPANDO MORENO A. (2013) – Utilización de instrumentos de concha para la realización de actividades productivas en sociedades tribales comunitarias del sur de la Península Ibérica. El ejemplo de Campo de Hockey (San Fernando, Cádiz) et SET Parralejos (Vejer de la Frontera, Cádiz), *Zephyrus*, 72, p. 95-111.
- CUENCA-SOLANA D., GUTIÉRREZ-ZUGASTI F. I., CLEMENTE-CONTE I. (2014) – Shell Tools in an Early Neolithic Coastal Site in the Cantabrian region (Northern Spain): Experimental Program for Use-Wear Analysis at Santimamiñe Cave, in K. Szabó, C. Dupont, S. Dimitrijevic, L. Gómez-Gastélun et N. Serrand (dir.), *Archaeomalacology: Shells in the Archaeological Record*, Oxford, Archaeopress (BAR, International Series 266), p. 101-110.
- CUENCA-SOLANA D., GUTIÉRREZ-ZUGASTI F. I., GONZÁLEZ-MORALES M. R. (2015) – Use-Wear Analysis: an Optimal Methodology for the Study of Shell Tools, *Quaternary International*, 427, p. 192-200.
- DOUKA K. (2011) – An Upper Palaeolithic Shell Scraper from Ksar Akil (Lebanon), *Journal of Archaeological Science*, 38, 2, p. 429-437.
- DOUKA K., SPINAPOLICE E. E. (2012) – Neanderthal Shell Tool Production: Evidence from Middle Palaeolithic Italy and Greece, *Journal of World Prehistory*, 25, p. 45-79.
- DRISCOLL E. G., WELTIN T. P. (1973) – Sedimentary Parameters as Factors in Abrasive Shell Reduction, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 13, p. 275-288.
- DUPONT C. (2006) – *La malacofaune de sites mésolithiques et néolithiques de la façade atlantique de la France : contri-*

- bution à l'économie et à l'identité culturelle des groupes concernés, Archaeopress, Oxford, (BAR, International Series 1571), 438 p.
- DUPONT C. (2011) – The Dog Whelk *Nucella lapillus* and Dye Extraction Activities from the Iron Age to the Middle Ages along the Atlantic Coast of France, *Journal of Island & Coastal Archaeology*, 6, p. 3-23.
- DUPONT C. (2012) – Ne confondons pas coquilles et coquillages. Vision diachronique de l'archéologie des mollusques le long de la façade atlantique, in E. Faugère et I. Sénépart (dir.), *Techniques et Culture*, 59, 2 (Itinéraires de coquillages), p. 242-259.
- DUPONT C. (2013) – Teinture et exploitation du pourpre *Nucella lapillus* le long du littoral atlantique français, in M.-Y. Daire, C. Dupont, A. Baudry, C. Billard, J.-M. Large, L. Lespez, E. Normand et C. Scarre (dir.), *Anciens peuplements littoraux et relations homme-milieu sur les côtes de l'Europe atlantique = Ancient Maritime Communities and the Relationship between People and Environment along the European Atlantic Coasts*, actes du colloque HOMER (Vannes, 27 septembre-1<sup>er</sup> octobre 2011), Oxford, Archaeopress (BAR, International Series 2570), p. 459-467.
- DUPONT C., DOYEN D. (2017) – La couleur pourpre de la mer : l'extraction de colorant à Saint-Michel-Chef-Chef au I<sup>er</sup> s. apr. J.-C., (Loire-Atlantique), in R. González Villaescusa, K. Schörle, F. Gayet et F. Rechin (dir.), *L'exploitation des ressources maritimes de l'Antiquité. Activités productives et organisation des territoires*, actes du colloque international (Antibes, 11-14 octobre 2016), Antibes, APDCA, p. 53-66.
- GIROD A. (2015) – *Appunti di Archeomalacologia*, Florence, All'Insegna del Giglio, 216 p.
- GOUTAS N. (2004) – *Caractérisation et évolution du Gravettien en France par l'approche techno-économique des industries en matières dures animales (étude de six gisements du Sud-Ouest)*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 2 vol., 680 p.
- GOUTAS N., CHRISTENSEN M. avec la collaboration de TARTAR E., MALGARINI R., TEJERO J.-M., TREUILLOT J. (ce volume) – Extraction, partition, réduction ou fracturation ? De quoi parlons-nous ? Discussion sur la production de supports allongés (bague, éclat baguettaire vs éclat), in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 55-97.
- GRUET Y. (1993) – Les coquillages marins : objets archéologiques à ne pas négliger. Quelques exemples d'exploitation et d'utilisation dans l'Ouest de la France, *Revue archéologique de l'Ouest*, 10, p. 157-161.
- GUTIÉRREZ-ZUGASTI I., CUENCA-SOLANA D. (2015) – Ornaments from the Magdalenian Burial Area in El Mirón Cave (Cantabria, Northern Spain). Were They Grave Goods?, *Journal of Archaeological Science*, 60, p. 112-124.
- HENSHILWOOD C. S., D'ERRICO F., VAN NIEKERK K. L., COQUINOT Y., JACOBS Z., LAURITZEN S. E., MENU M., GARCIA-MORENO R. (2011) – A 100,000 Year-old Ochre Processing Workshop at Blombos Cave, South Africa, *Science*, 334, 6053, p. 219.
- LAI L. (2012) – Il clima nella Sardegna preistorica e protostorica: problemi e nuove prospettive, in *La Preistoria e la protostoria della Sardegna*, actes de la XLIV<sup>e</sup> Riunione Scientifica (Cagliari, Barumini, Sassari 23-28 novembre 2009), Florence, Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, vol. I, p. 313-324.
- LAMMERS-KEISERS Y. (2007) – *Tracing Traces from Present to Past: A Functional Analysis of Pre-Columbian Shell and Stone Artefacts from Anse à la Gourde and Morel. Guadeloupe, FWI*, Leyde, Leiden University Press (Archaeological Studies Leiden University, 15), 182 p.
- LAPORTE L., GRUET Y., DUPONT C., RICOU C., ESNARD T., QUERRE G., REICHE I. (2009) – La Parure. Approches stylistiques, technologiques et fonctionnelles du mobilier, in L. Laporte (dir.), *Des premiers paysans aux premiers métallurgistes sur la façade atlantique de la France (3500-2000 av. J.-C.)*, Chauvigny, Association des publications chauvignaises (Mémoires de la Société de recherche archéologique de Chauvigny, 33), p. 449-549.
- LE DOSSEUR G. (2006) – *La néolithisation au Levant sud à travers l'exploitation des matières osseuses : étude techno-économique de onze séries d'industries osseuses du Natoufien au Néolithique précéramique B récent*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 884 p.
- LINDNER G. (2015) – *Guide des coquillages marins : plus de 1000 espèces des mers du monde*, Paris, Delachaux et Niestlé, 320 p.
- LUCERO J. M., DONALD J. S. (2005) – Shell Tool in Early Holocene Contexts: Studies of Early Settlements in America Pacific Coast of Chile, *Current Research in the Pleistocene*, 22, p. 23-25.
- MAIGROT Y. (2003) – *Étude technologique et fonctionnelle de l'outillage en matières dures animales : La station 4 de Chalain (Néolithique final, Jura, France)*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 284 p.
- MANCA L. (2010) – Gli oggetti d'ornamento in conchiglia, in M. G. Melis (dir.), *Usini. Ricostruire il passato. Una ricerca internazionale a S'Elighe Entosu*, Sassari, Carlo Delfino, p. 237-248.
- MANCA L. (2013) – *Fonctionnement des sociétés de la fin du Néolithique au début de l'âge du cuivre en Sardaigne. Une approche inédite à partir de l'étude des productions en matières dures animales*, thèse de doctorat, université de Provence, Aix-en-Provence, 2 vol., 764 p.
- MANCA L. (2014) – The Individuation of a New Type of Shell Tools during Early Chalcolithic in Sardinia: The Bevelled Tools on Oyster Valves. An Experimental Approach to Reconstruct the Operational Sequences, in A. Averbouh, M. Margarit et G. Le Dosseur (dir.), *Prehistoric Exploitation of Hard Animal Material. An Overview of the Exploitation of Hard Animal Materials during the Neolithic and Chalcolithic*, Targoviste, Cetatea de Scaun, p. 153-180.
- MANCA L. (2016) – The Shell Industry in Final Neolithic Societies in Sardinia: Characterizing the Production and Utilization of *Glycymeris da Costa*, 1778 Valves, *Anthropozoologica*, 51, 2, p. 149-171.
- MANCA L. (ce volume a) – La fracturation et la fragmentation des coquilles : une problématique partagée entre archéozoologie, taphonomie et technologie, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des*

- matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 43-53.
- MANCA L., MANUNZA M. R. (en cours) – Blank Production by Fracturation ('Débitage' by Fracturation) at the Beginning of the Copper Age in Sardinia (Italy) : the Case of Hard Animal Materials at the Su Coddu Site (Selargius, Cagliari).
- MANSUR M. E., CLEMENTE-CONTE I. (2009) – ¿Tecnologías invisibles? Confección, uso y conservación de instrumentos de valva en Tierra del Fuego, in F. Oliva, N. De Grandis et J. Rodríguez (dir.), *Arqueología Argentina en los inicios de un nuevo siglo*, 2, actes du 14<sup>e</sup> Congrès national (Rosario, 17-21 septembre 2001), Rosario, Laborde, p. 359-367.
- MARTINOLI G. (1950) – *Buxus Balearica* Willd., elemento mediterraneo-occidentale della Sardegna, *Giornale botanico italiano*, 56, 4, p. 557-575.
- MAS E. (2015) – *La parure en coquille à Sayula (Occident du Mexique). Approche techno-stylistique et rôle dans la dynamique socioculturelle entre 450 et 1000 apr. J.-C.*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 764 p.
- MASSOLI-NOVELLI R. (1976) – *Lo stagno di Molentargius tra Cagliari e Quartu Sant'Elena*, Cagliari, GIA, 75 p.
- MELIS M. G. (2011) – Considerazioni sull'età del rame nella Sardegna centro-occidentale, in G. Spanu et R. Zucca (dir.), *Oristano e il suo territorio. Dalla preistoria all'alto Medioevo*, 1, Rome, Carocci, p. 125-142.
- MELIS M. G., CELANT A., ZEDDA M. (sous presse) – L'impatto di un ambiente umido nella paleoeconomia e nella paleonutrizione tra il Neolitico e l'Eneolitico. Nuovi contributi dalla Sardegna, in *La Preistoria del cibo. L'alimentazione nella preistoria e nella protostoria*, actes de la L<sup>e</sup> Riunione Scientifica dell'Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria (Rome, 5-9 octobre 2015).
- MELIS M. G., PIRAS S. (2010) – Les productions céramiques en Sardaigne au IV<sup>e</sup> millénaire av. J.-C. Nouvelles données sur le village de Su Coddu-Canelles (Selargius, Cagliari), *Préhistoires méditerranéennes*, 2010, 1, p. 101-118.
- MELIS M. G., QUARTA G., CALCAGNILE L., D'ELIA M. (2007) – L'inizio dell'età del Rame in Sardegna. Nuovi contributi cronologici, *Rivista di Scienze Preistoriche*, 57, p. 185-200.
- MELIS M. G., ZEDDA M., MANCA L. (2012) – Marine and Inland Water Resources in Eneolithic Communities. New Data from Sardinia (Italy), *Journal of Life Sciences*, 6, p. 679-693.
- MELIS M. G., ZEDDA M., PIRAS E. (2004) – Le rôle de la malacofaune dans la Préhistoire de la Sardaigne. Nouvelles données du village de Su Coddu-Canelles (Selargius, Cagliari), in J.-P. Brugal et J. Desse (dir.), *Petits animaux et sociétés humaines. Du complément alimentaire aux ressources utilitaires*, actes des 24<sup>es</sup> Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire (Antibes, 23-25 octobre 2003), Antibes, APDCA, p. 37-46.
- NEGRA O., LIPPARINI G. Z. (2006) – Gasteropodi, Bivalvi, Scafopodi, in M. A. Borrello (dir.), *Conchiglie e Archeologia. Contributi scientifici in occasione della mostra Dentro la Conchiglia: sezione archeologica*, Trento, Museo Tridentino di Scienze Naturali (supplément 1 à *Preistoria Alpina*, 40), p. 9-14.
- PARSONS K. M., BRETT C. E. (1991) – Taphonomic Processes and Biases in Modern Marine Environments: An Actualistic Perspective on Fossil Assemblage Preservation, in S. K. Donovan (dir.), *The Processes of Fossilization*, Londres, Belhaven Press, p. 22-65.
- PASCUAL BENITO J. (2008) – Instrumentos neolíticos sobre soporte malacológico de las comarcas centrales valencianas, in M. S. Hernández Pérez, J. A. Soler Díaz et J. A. López Padilla (dir.), *IV Congreso del Neolítico Peninsular*, actes du colloque (Alicante, 27-30 novembre 2006), Alicante, MARQ et Museo Arqueológico de Alicante, vol. 2, p. 290-297.
- PROVENZANO N. (2001) – *Les industries en os et bois de cervidés des Terramares émiliennes*, thèse de doctorat, université de Provence, Aix-en-Provence, 2 vol., 615 p.
- RICOU C., ESNARD T. (2000) – Étude expérimentale concernant la fabrication de perles en coquillage de deux sites arténiens oléronais, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 97, 1, p. 83-93.
- ROMAGNOLI F., MARTINI F., SARTI L. (2016) – Neanderthal Use of *Callista chione* Shells as Raw Material for Retouched Tools in South-East Italy: Analysis of Grotta del Cavallo Layer L Assemblage with a New Methodology, *Journal of Archaeological Method and Theory*, 22, 4, p. 1007-1031.
- ROMAGNOLI F., BAENA J., PARDO NARANJO A. I., SARTI L. (2017) – Evaluating the Performance of the Cutting Edge of Neanderthal Shell Tools: A New Experimental Approach. Use, Mode of Operation, and Strength of *Callista chione* from a Behavioural, Quina Perspective, *Quaternary International*, 427, p. 216-228.
- SANTONI V. (1977) – Cuccuru S'Arriu Cabras, *Rivista di Scienze Preistoriche*, 32, 1-2, p. 350-353.
- SANTONI V. (1982) – Cabras: Cuccuru S'Arriu. Nota preliminare di scavo (1978, 1979, 1980), *Rivista di Studi Fenici*, 1, p. 103-110.
- SANTONI V. (1989) – Cuccuru S'Arriu: Cabras. Il sito di cultura San Michele di Ozieri. Dati preliminari, in L. Campus (dir.), *La Cultura di Ozieri. Problematiche e nuove acquisizioni*, actes du 1<sup>er</sup> Convegno di studio (Ozieri, janvier 1986-avril 1987), Ozieri, Il Torchietto, p. 169-200.
- SANTONI V. (1991) – Cabras-Cuccuru S'Arriu : l'orizzonte eneolitico sub-Ozieri, *Quaderni della Soprintendenza archeologica per le province di Cagliari e Oristano* 4, 1, p. 15-47.
- SANTONI V. (1992) – Cuccuru S'Arriu (Cabras). L'orizzonte eneolitico sub-Ozieri, in M. S. Balmuth, R. H. Tykot et T. K. Andrews (dir.), *Sardinia in the Mediterranean: A Footprint in the Sea*, Sheffield, Sheffield Academic Press (Monographs in Mediterranean archaeology, 3), p. 157-174.
- SERRAND N. (2011) – Autres espaces, autres matériaux. Les « outils avec tranchant » en coquille des Petites Antilles précolombiennes : haches, herminettes, outils multifonctions?, in C. Servelle (dir.), *Haches de pierre : au Néolithique, les premiers paysans du Tarn*, Castres, Comité départemental d'archéologie du Tarn, p. 601-610.
- SERRAND N., VIGNE J.-D. (2011) – La malacofaune et les crustacés : subsistance et matières premières, in J. Guilaine, F. Briois et J.-D. Vigne (dir.), *Shillourokambos. Un établissement néolithique pré-céramique à Chypre. Les fouilles du secteur 1*, Paris, Errance et École Française d'Athènes, p. 807-833.

- STIGLITZ A. (1998) – Archeologia di un paesaggio: il Sinis (Sardegna centro-occidentale), in C. Cossu et R. Melis (dir.), *La ceramica nel Sinis dal Neolitico ai giorni nostri*, actes du 2° colloque “La ceramica racconta la storia” (Cabras et Oristano, 25-26 octobre 1996), Cagliari, Condaghes, p. 23-55.
- SZABÓ K. (2008) – Shell as a Raw Material: Mechanical Properties and Working Techniques in the Tropical Indo-West Pacific, *Archaeofauna*, 17, p. 125-138.
- SZABÓ K., BRUMM A., BELLWOOD P. (2007) – Shell Artefact Production at 32,000–28,000 BP in Island Southeast Asia: Thinking Across Media?, *Current Anthropology*, 48, p. 701-723.
- SZABÓ K., KOPPEL B. (2015) – Limpet Shells as Unmodified Tools in Pleistocene Southeast Asia: An Experimental Approach to Assessing Fracture and Modification, *Journal of Archaeological Science*, 54, p. 64-76.
- TABORIN Y. (2004) – *Langage sans parole. La parure aux temps préhistoriques*, Paris, La Maison des Roches, 216 p.
- TANDA G. (2012) – Il Neolitico Recente, in *La Preistoria e la Protostoria della Sardegna*, actes de la XLIV<sup>e</sup> Riunione Scientifica (Cagliari, Barumini, Sassari 23-28 novembre 2009), Florence, Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, vol. I, p. 59-71.
- TARTAR É. (2009) – *De l’os à l’outil : caractérisation technique, économique et sociale de l’utilisation de l’os à l’Aurignacien ancien. Étude de trois sites : l’abri Castanet (secteurs nord et sud), Brassempouy (grotte des Hyènes et abri Dubalen) et Gatzarrria*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 2 vol., 300 p.
- TAYLOR J. D., LAYMAN M. (1972) – The Mechanical Properties of Bivalve (*Mollusca*) Shell Structures, *Palaeontology*, 15, 1, p. 73-87.
- THIÉBAUT C., COUMONT M.-P., AVERBOUH A. (2010) – L’approche taphonomique, une nécessité en archéologie = The Taphonomic Approach, an Archaeological Necessity, in C. Thiébaud, M.-P. Coumont et A. Averbough (dir.), *Mise en commun des approches en taphonomie = Sharing Taphonomic Approaches*, actes du 15<sup>e</sup> Congrès international de l’UISPP, session 16 (Lisbonne, 4-9 septembre 2006), Les Eyzies-de-Tayac, SAMRA (supplément à *Paléo*, 3), p. 13-28.
- TINÈ S., TRAVERSO A. (1992) – *Monte d’Accoddi. 10 anni di nuovi scavi*, Gênes, Istituto italiano di archeologia sperimentale, 170 p.
- TRUMP D. H. (1983) – La grotta di Filiestru a Bonu Ighinu, Mara, *Quaderni della Soprintendenza Archeologica per le Province di Sassari e Nuoro*, 13, p. 13-95.
- TRUMP D. H. (2002) – Grotta Filiestru: Sardegna, in M. A. Fugazzola Delpino, A. Pessina et V. Tiné (dir.), *Le ceramiche impresse del Neolitico antico: Italia e Mediterraneo*, Rome, Istituto poligrafico e Zecca dello stato (Collana di studi di Paleontologia italiana, 1), p. 425-431.
- TUMUNG L., BAZGIR B., AHMADI K., SHADMEHR A. (2015a) – Understanding the Use-Wears on Non-Retouched Shells *Mytilus galloprovincialis* and *Ruditapes decussatus* by Performing Woodworking Experiment: an Experimental Approach, in *International Conference on the Use of X-ray (and Related) Techniques in Arts and Cultural Heritage 2011 (XTACH II)*, actes du colloque international (Sharjah, 7–8 décembre 2011), Red Hook (NY), Curran (IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 37), p. 106-115.
- TUMUNG L., BAZGIR B., OLLE A. (2015b) – Applying SEM to the Study of Use-Wear on Unmodified Shell Tools: An Experimental Approach, *Journal of Archaeological Science*, 59, p. 179-196.
- UGAS G., LAI G., USAI L. (1989a) – L’insediamento prenuragico di Su Coddu (Selargius-Ca) Notizia preliminare sulle campagne di scavo 1981-1984, *Nuovo Bullettino Archeologico Sardo*, 2, 1985, p. 7-40.
- UGAS G., USAI L., NUVOLI M. P., LAI G., MARRAS M. G. (1989b) – Nuovi dati sull’insediamento di Su Coddu-Selargius, in L. Campus (dir.), *La cultura di Ozieri. Problematrice e nuove acquisizioni*, actes du 1<sup>er</sup> Convegno di studio (Ozieri, janvier 1986-avril 1987), Ozieri, Il Torchietto, p. 239-278.
- VAN GIJN A., LAMMERS-KEISERS Y. (2010) – Toolkits for Ceramic Production Informal Tools and the Importance of High Power Use-Wear Analysis, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 107, 4, p. 755-762.
- VIGIÉ B. (1987) – Essai d’étude méthodologique d’outils sur coquillages de la grotte de Camprafaud (Ferrieres-Poussarou, Hérault), *L’Anthropologie*, 91, p. 263-272.
- VIGIÉ B. (1995) – Du déchet alimentaire à l’objet coquillier : le statut des coquillages en milieu archéologique, in G. Camps (dir.), *L’homme préhistorique et la mer*, actes du 120<sup>e</sup> Congrès du CTHS (Aix-en Provence, 23-26 octobre 1995), Paris, CTHS, p. 351-354.
- VIGIÉ B., COURTIN J. (1986) – Les outils sur coquilles marines dans le Néolithique du Midi de la France, *Mesogée*, 46, 1, p. 51-61.
- VIGIÉ B., COURTIN J. (1987) – Le problème des coquillages à bord dentelé dans la Préhistoire du Midi de la France, *Mesogée*, 47, p. 93-98.
- ZANARDELLI T. (1899) – Le stazioni preistoriche e lacumarensi nel Campidano di Oristano, *Bollettino di Paleontologia Italiana*, 25, p. 3-117.
- ZILHÃO J., ANGELUCCI D. E., BADAL-GARCÍA E., D’ERICO F., DANIEL F., DAYET L., DOUKA K., HIGHAM T. F. G., MARTÍNEZ-SÁNCHEZ M. J., MONTES-BERNÁRDEZ R., MURCIA-MASCARÓS S., PÉREZ-SIRVENT C., ROLDÁN-GARCÍA C., VANHAEREN M., VILLAVARDE V., WOOD R., ZAPATA J. (2010) – Symbolic Use of Marine Shells and Mineral Pigments by Iberian Neanderthals, *PNAS*, 107, 3, p. 1023-1028.
- ZUSCHIN M., STACHOWITSCH M., ROBERT J. STANTON R. J. Jr. (2003) – Patterns and Processes of Shell Fragmentation in Modern and Ancient Marine Environments, *Earth-Science Reviews*, 63, 1-2, p. 33-82.
- WoRMS (2018) – *World Register of Marine Species*, <http://www.marinespecies.org>, doi:10.14284/170 [en ligne].

**Laura MANCA**

UMR 7209 Archéozoologie, Archéobotanique  
Sociétés, pratiques et environnements  
Muséum national d’histoire naturelle, CNRS  
CP55 ou 56, 55 rue Buffon  
75005 Paris  
laura.manca@mnhn.fr



« À coup d'éclats ! »

*La fracturation des matières osseuses en Préhistoire :*

*discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*

Actes de la séance de la Société préhistorique française de Paris (5 avril 2017)

Textes publiés sous la direction de Marianne CHRISTENSEN et Nejma GOUTAS

Paris, Société préhistorique française, 2018

(Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 311-322

www.prehistoire.org

ISSN : 2263-3847 – ISBN : 2-913745-74-1

# L'exploitation des métapodes d'artiodactyles par les nomades marins de Patagonie australe

## Le cas du site d'Offing

Marianne CHRISTENSEN, Dominique LEGOUPIL et Manuel SAN ROMÁN

**Résumé :** L'industrie osseuse des nomades marins de Patagonie et de Terre de Feu est d'une richesse exceptionnelle en raison de la variété et de la qualité des matières premières, mais aussi de leur exceptionnelle conservation dans les amas coquilliers.

L'exploitation technique des os longs d'artiodactyles est étudiée ici à partir des données provenant de la fouille du site d'Offing 2 (locus 1), daté entre 4218 ± 63 BP (Erl-10955) et 2550 ± 24 BP (UGAMS 9178/ULA-2532), et situé sur un îlot, au centre du détroit de Magellan. La reconstitution des chaînes opératoires partiellement publiée en espagnol (voir Christensen et Legoupil, 2016) permet de discuter, à la fois, des phases d'acquisition, de transformation et d'utilisation de ces os. La présente contribution insiste sur les spécificités des pans de fracture, les techniques et les procédés, mais elle est aussi centrée sur l'intégration de ces restes dans une approche globale, *sensu* Leduc (Leduc, 2010), en prenant en compte à la fois des données technologiques de l'industrie, mais aussi de celles de l'archéozoologie. Les observations sont enfin confrontées aux schémas opératoires observés chez les chasseurs-cueilleurs de l'Ancien Monde et permettent de percevoir certaines similarités entre les procédés de débitage.

**Mots-clés :** technologie, industrie osseuse, chaîne opératoire, débitage, Indiens *canoeros*, Patagonie australe.

**Abstract:** The osseous industry of marine nomads of Southern Patagonia and Tierra del Fuego is favoured by the availability of exceptional bone material from marine mammals (secondarily birds) and good preservation in shell middens. However, bones from terrestrial mammals, notably those of guanacos, were used in some areas, including islands, such as the Offing Island. The bones were brought to the site in canoes for technical purposes as well as for subsistence.

Mostly front and hind limbs were found at the site of Offing 2 (locus 1), dated between 4218 ± 63 BP (Erl-10955) and 2550 ± 24 BP (UGAMS 9178/ULA-2532), which were probably brought from the nearest guanaco territory in Tierra del Fuego. The reduced number of anatomical elements and the presence of small carpus and tarsus bones suggest that the whole legs were brought to the site to be processed.

Fragmentation of the irregular or curved long bones (femur, humerus) is poorly controlled without percussion patterns. This indicates that the aim was limited to the recovery of the marrow. On the other hand, the fracturing of straight bones (metapodials and tibiae) was carried out according to a double intention using specific percussion patterns for a controlled blank production by bipartition, or even quadripartition and transverse fracturing. This demonstrates a technical intention and it is confirmed by the fact that all bone implements are produced on corresponding blanks. These technical transformation schemes attest a clear cultural process for the fracturing of metapodials. In the late cultural context, this is done by grooving and fracturing or simply grooving as for post-Magellan sites.

The reconstruction of the operational sequences partly published in Spanish (see Christensen and Legoupil, 2016) makes it possible to discuss at the same time the phases of acquisition and transformation as well as the use of these bones. This paper focuses on the specificities of fracture planes, techniques and procedures, but above all it discusses the integration of these remains in the global operational sequence, *sensu* Leduc (Leduc, 2010), taking into account both the technological data of the industry and that of archaeozoology. Lastly, the observations are compared with some technical sequences observed in the Old World hunter-gatherers and make it possible to sketch some similarities between the procedures of blank production.

**Keywords:** technology, bone tools, global operational sequence, blank production, *Canoeros*, Southern Patagonia.



**L'**ÉQUIPEMENT TECHNIQUE des nomades marins des archipels de Patagonie et de Terre de Feu se caractérise depuis plus de six millénaires par la richesse de son industrie en os. Cette particularité, favorisée par l'exploitation des ossements de mammifères marins, souvent grands et faciles à travailler à l'instar du bois végétal, lui est commune avec les chasseurs du Grand-Nord-Américain. Cependant, on observe également, dans les deux contextes, une petite exploitation des mammifères terrestres, et notamment des artiodactyles, dont les os présentent des qualités spécifiques propres à la fabrication de certains outils (Scheinsohn et Ferretti, 1995). Ainsi, en Amérique septentrionale comme au Paléolithique supérieur en Europe, étaient exploités les ossements de caribou ou de renne (*Rangifer tarandus* Linné, 1758), et en Amérique australe, ceux d'un grand camélidé qui n'a jamais été domestiqué, le guanaco (*Lama guanicoe* [Müller] 1776), et d'un petit cervidé andin, le huémul (*Hippocamelus bisulcus* [Molina] 1782).

Dans la région du détroit de Magellan, entre 52° et 54° sud, ces deux espèces étaient autrefois bien représentées. Les huémuls, aujourd'hui rares, étaient chassés principalement dans les contreforts de la Cordillère, intermédiaires entre steppes et archipels (fig. 1). Leurs restes osseux ont été fréquemment retrouvés dans les sites côtiers tardifs de la péninsule de Brunswick, à Punta Carrera 2, Estancia Bulnes 1, Aonni 2, KM 47090, KM 46020, KM 44510 et KM 44 (San Román, 2012), à Punta Baja (Legoupil, 1989) et à Bachelor 1 (Morello *et al.*, 2008 ; Legoupil *et al.*, 2014), ainsi que dans de nombreux sites de la partie occidentale de la mer de Skyring (Legoupil, 2000). Et, lors de la découverte de la mer d'Otway en 1829, Robert Fitz-Roy avait baptisé « indios huémuls » les chasseurs maritimes de la région, en raison de l'importance de ce cervidé dans leur vie quotidienne (Fitz-Roy et Parker, 1839).

Les guanacos, qui peuvent constituer des troupeaux beaucoup plus importants, occupaient essentiellement les grandes steppes orientales et certains massifs forestiers proches. Gibier de prédilection des chasseurs terrestres, ils fréquentaient la côte continentale du détroit de Magellan, depuis l'Atlantique jusqu'au niveau médian de la péninsule de Brunswick, où leurs restes ont été découverts dans des sites maritimes pouvant dater de 6200 ans, à Punta Santa Ana et Bahia Buena (Ortiz-Troncoso 1977-1978 ; San Román 2004, 2007 et 2010). Ils étaient encore chassés dans cette zone intermédiaire au tout début de la colonisation, parfois par des chasseurs terrestres venus tout exprès, comme le raconte un voyageur faisant escale à Bahia Buena en 1845 : « Les Patagons laissent leurs tentes et leurs principaux bagages dans l'est, et viennent dans l'ouest faire la chasse au guanaco mais ils habitent peu cette partie de leur pays... » (Mériaux, 1847, p. 381).

Ces grands camélidés étaient également présents sur la plupart des grandes îles de la région : en Terre de Feu où ils sont attestés dans de très nombreux sites depuis le détroit de Magellan (Laming-Emperaire, 1972 ; Massone, 2004) jusqu'au canal Beagle (Orquera et Piana, 1999) ; sur l'île Navarino (Ocampo et Rivas, 2000) ou encore sur l'île Riesco (Lefèvre *et al.*, 2003 ; San Román *et al.*, 2002). Ils

auraient colonisé ces grandes îles avant qu'elles ne soient séparées du continent, vers le début de l'Holocène.

Il est plus étonnant de découvrir leurs traces sur des îles et îlots, trop petits pour permettre la survie de ces grands mammifères terrestres, et où les restes découverts ont donc nécessairement été transportés en canot (San Román *et al.*, 2014). C'est le cas dans les sites de l'île d'Englefield (Emperaire et Laming-Emperaire, 1961 ; Legoupil, 1997 ; San Román, 2013), mais aussi sur le petit îlot d'Offing, au centre du détroit de Magellan (Legoupil *et al.*, 2012), où un site a été fouillé récemment par la mission archéologique de Patagonie (Legoupil, en prép.).

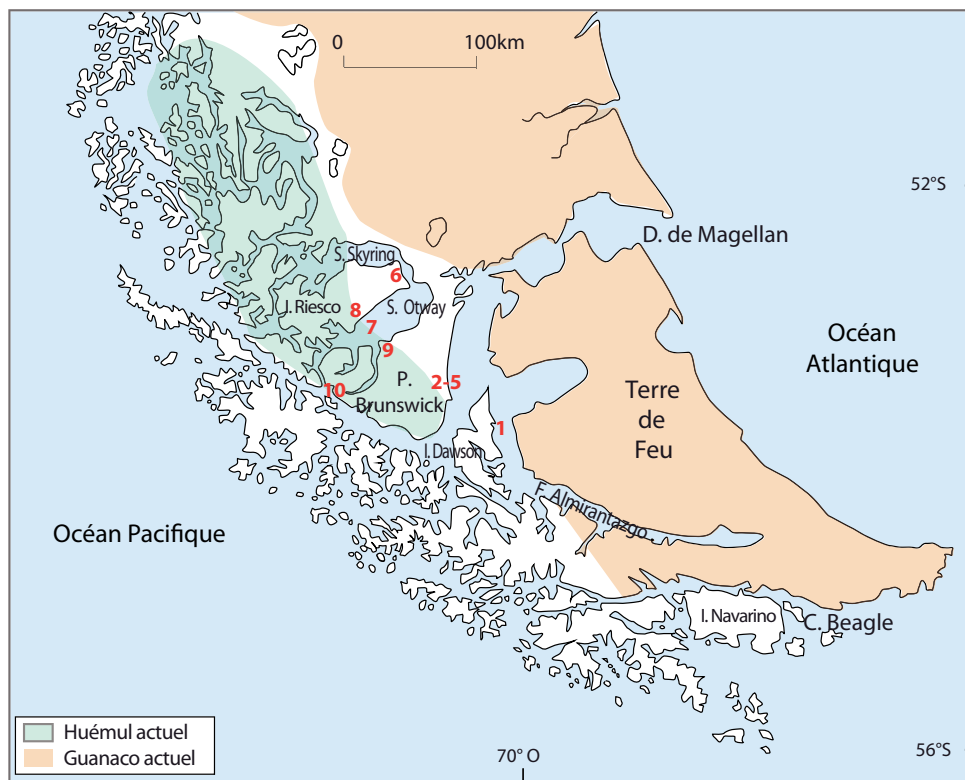
Ce petit îlot est situé à une douzaine de kilomètres de la côte ouest de la Terre de Feu où abondaient les guanacos (cf. fig. 1), et à moins de 4 kms de l'île Dawson qu'ils n'auraient jamais colonisé, comme en témoigne la rareté des restes osseux d'artiodactyles dans les sites découverts sur sa côte est (Legoupil *et al.*, 2011). Cette île, quoique très grande et donc capable de supporter une population de grands mammifères, n'aurait, à aucun moment du Tardiglaciaire et de l'Holocène été accessible aux guanacos, selon les données géomorphologiques de Chalmers Clapperton (Clapperton, 1992) ainsi que de Bentley *et al.* (Bentley *et al.*, 2005).

Les restes d'artiodactyles découverts dans le site d'Offing (très précisément Offing 2, locus 1), comme ceux, très rares, des sites de l'île Dawson, ont soulevé le problème de leur origine géographique : la Terre de Feu, toute proche, ou la côte continentale, plus lointaine ? Mais, surtout, on pouvait s'interroger sur les motivations qui ont poussé les occupants de ce campement occupé de manière répétée durant un millénaire et demi, à transporter par voie maritime des quartiers de guanaco jusque sur cet îlot où abondaient les ressources marines : souci alimentaire ou intérêt pour un matériau techniquement intéressant ?

Au-delà de la phase initiale de la chaîne opératoire liée à l'acquisition de ces restes d'artiodactyles, nous avons particulièrement cherché à identifier le schéma d'exploitation des os et, finalement à reconstituer l'ensemble du système d'acquisition-utilisation-abandon qu'ils représentaient, c'est-à-dire la chaîne opératoire globale, alimentaire et technique (*sensu* Leduc, 2010). Le système technique observé indique que la fracturation répondait à deux objectifs distincts : l'un orienté vers la récupération de la moelle, l'autre vers l'utilisation technique des os.

### UNE FAIBLE REPRÉSENTATION DES MAMMIFÈRES TERRESTRES ET L'ACQUISITION SÉLECTIVE DE CERTAINES PARTIES ANATOMIQUES

**L**e site d'Offing 2 (locus 1) est implanté sur une terrasse marine de 5 m au-dessus du niveau marin actuel, au fond d'une crique rocheuse, sur la côte sud du petit îlot éponyme. La partie fouillée (38 m<sup>2</sup>) ne représente qu'une partie d'un campement plus vaste. La stra-



**Fig. 1** – Répartition actuelle des artiodactyles (d'après Sierpe, 2016) et sites maritimes présentant des restes de guanaco et de huémul en Patagonie australe: 1 : Offing; 2 : Punta Santa Ana; 3 : Bahía Buena; 4 : l'ensemble Ruta 9 Sur (Punta Carrera 2, Estancia Bulnes 1, Aonni 2, KM 47090, KM 46020, KM 44510); 5 : KM 44; 6 : Ponsonby; 7 : île Englefield (Bahía Colorada, Pizzulic); 8 : Los Noruegos; 9 : Punta Baja; 10 : Batchelor.

**Fig. 1** – Modern distribution of *Artiodactyla* (after Sierpe, 2016) and coastal sites including remains of guanaco and huemul in Southern Patagonia: 1: Offing; 2: Punta Santa Ana; 3: Bahía Buena; 4: the group Ruta 9 Sur (Punta Carrera 2, Estancia Bulnes 1, Aonni 2, KM 47090, KM 46020, KM 44510); 5: KM 44; 6: Ponsonby; 7: Englefield island (Bahía Colorada, Pizzulic); 8: Los Noruegos; 9: Punta Baja; 10: Batchelor.

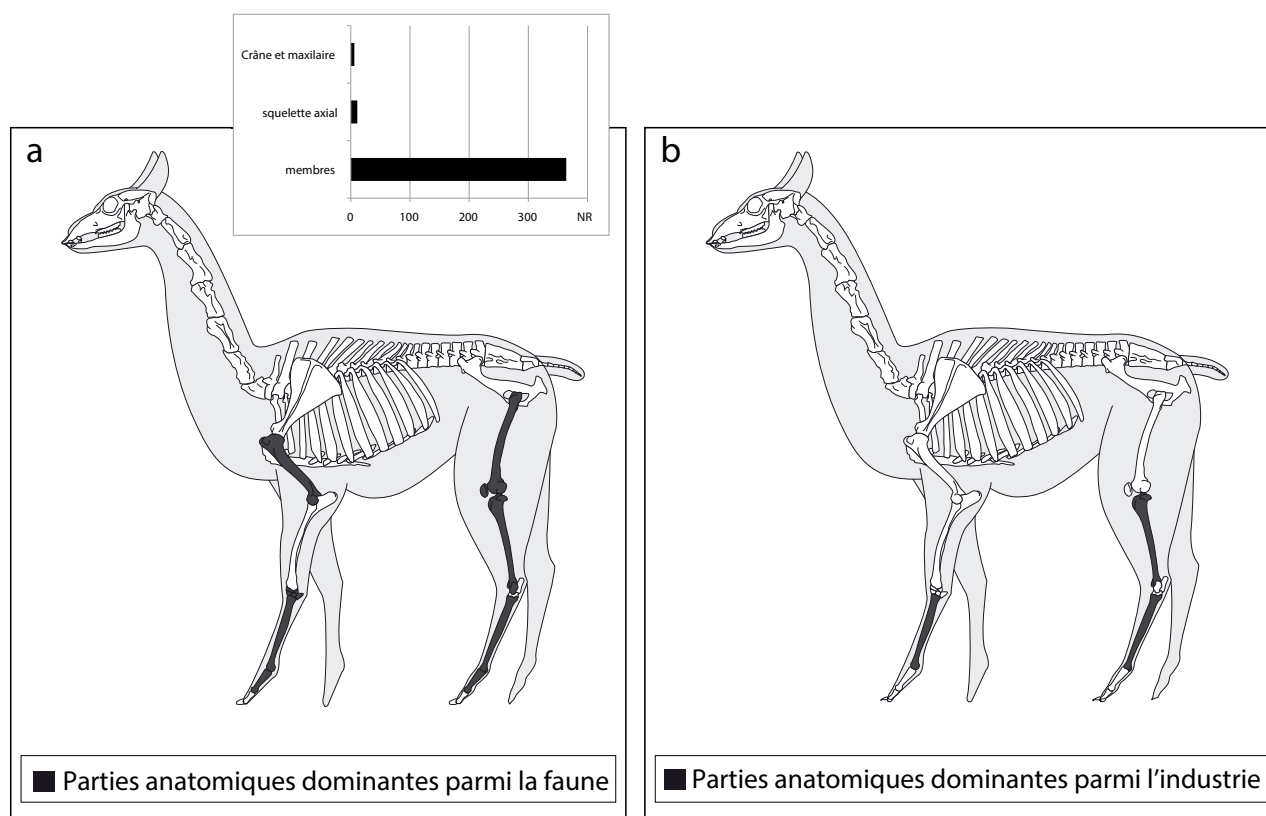
tigraphie est constituée de trois couches archéologiques datées de  $4218 \pm 63$  BP (Erl-10955) à  $2550 \pm 24$  BP (UGAMS 9178/ULA-2532)<sup>(1)</sup>. Les premières occupations se trouvent dans un limon de colluvions qui avait recouvert l'ensemble de la crique vers le milieu de l'Holocène. Puis, après une brève interruption, une superposition d'occupations lenticulaires, aux caractères économiques et techniques assez diversifiés, a entraîné le développement d'un amas coquillier pouvant atteindre par endroit un mètre d'épaisseur.

Parmi les 65 032 restes de faune identifiés (hors poissons et mollusques), 0,65% provenaient de mammifères terrestres, la majorité étant constituée d'os d'oiseaux (80%) et de mammifères marins (19,3%). Parmi les os de mammifères terrestres, 93% provenaient d'artiodactyles, soit 392 restes, dont 131 ont été attribués au guanaco, et aucun au huémul dont la distribution ne semble pas avoir atteint la grande île Dawson et son petit satellite, Offing, ni aujourd'hui, ni dans les temps passés. Les nombreux éclats d'artiodactyles d'Offing, non identifiés au niveau spécifique en raison de leur grande fragmentation, étaient donc très probablement des os de guanacos avec lesquels ils étaient parfaitement compatibles par leur épaisseur et leur morphologie. La présence de ces restes tout au long

de la séquence chronologique témoigne de la constance de cette petite exploitation durant près de 2000 ans.

La représentation des différentes parties anatomiques montre un choix différentiel entre viande, moelle et os; et, parmi ces derniers, de certains éléments dont la morphologie est particulièrement favorable à la réalisation d'artefacts. Ces choix pourraient expliquer l'effort de transport effectué.

L'écrasante majorité de ces vestiges, 341 (87%), correspond à des fragments d'os longs. Ils provenaient des membres antérieurs et postérieurs d'au moins quatre individus, dont témoignent quatre fémurs, deux tibias, quatre humérus et huit métapodes dont un de juvénile, et deux restes d'ulna (fig. 2). Malgré une forte fragmentation, des remontages physiques ont pu être réalisés permettant de reconstituer plusieurs os, soit partiellement, soit, dans un cas, presque totalement. Les patrons d'impact sont particulièrement réguliers pour les métapodes et les tibias et semblent témoigner d'un schéma de débitage par éclatement récurrent réalisé sur place. Les portions manquantes correspondent partiellement aux supports d'outils présents sur le site (demi ou quart de métapode, quart de tibia), ce qui constitue un indice supplémentaire en faveur d'une intention technique.



**Fig. 2** – Offing 2 (locus 1) : les os d'artiodactyles les plus représentés ; a : les principales parties anatomiques conservées ; b : les parties anatomiques utilisées pour l'industrie (sur fond de dessin de Sébastien Lepetz et Michel Coutureau).

**Fig. 2** – Offing 2 (locus 1): the best represented bones of Artiodactyla; a: the main skeletal parts preserved; b: the skeletal parts selected for technical purposes (drawings Sébastien Lepetz and Michel Coutureau).

La présence d'une douzaine de restes non fracturés provenant de l'autopode (os tarsiens, carpiens et phalanges), quoique déficitaires, indique que les membres (ou des portions de membres) étaient, au moins dans certains cas, rapportés entiers, probablement en connexion, et que les os longs n'ont pas été prélevés individuellement avant leur introduction sur le site. De même, la grande rareté de fragments de crâne (une hémimandibule de juvénile et trois fragments de maxillaire) et des os du squelette axial (une douzaine de fragments de scapulas, côtes, os coxaux et vertèbres) semble indiquer que le rôle alimentaire des guanacos est resté très anecdotique.

Ce schéma de prélèvement correspond à une acquisition sélective, presque entièrement orientée vers la recherche des os longs. L'abondance des métapodes, beaucoup sous forme de probables déchets de fabrication, accompagnés d'os de l'autopode, c'est-à-dire des bas de pattes, parties pratiquement dépourvues de viande, témoigne de l'intérêt particulier des occupants du site pour ces os. Rapportés probablement de Terre de Feu, territoire à guanacos le plus proche, leur dispersion dans l'ensemble des couches et dans les diverses parties occu-

pées du campement atteste la fréquence probable des contacts entre les deux régions.

### UNE INDUSTRIE SUR OS DE MAMMIFÈRES TERRESTRES PAUVRE, MAIS CARACTÉRISTIQUE

Le site a livré une industrie osseuse très riche basée sur de nombreuses espèces. Elle est composée de 662 pièces entières ou fragmentées : 11 sont des éléments d'armement, 249 proviennent d'outils quotidiens (dont de nombreuses pointes en os d'oiseau), 20 sont des restes décorés, auxquels s'ajoutent 382 déchets de fabrication, résultant des différentes phases des chaînes opératoires.

La majorité (49%) est sur os de mammifères marins, 42% sur os d'oiseaux et seulement 9%, soit 59 restes, sur os d'artiodactyle. Parmi eux figurent dix outils ou fragments d'outils et 49 fragments ou éclats interprétés, à la suite de l'analyse des remontages, comme des déchets (fig. 3). Toutes les pièces travaillées caractérisables par leurs spécificités anatomiques proviennent de guanacos,



**Fig. 3** – Offing 2 (locus 1) : industrie osseuse sur os d'artiodactyles; typologie et origine anatomique. Pièces appointées sur : a - os indéterminé ; b - métapode ; c : fragments de compresseur sur métapode. Fragments de biseau sur : d - tibia et e - métapode (photos Oboukoff et Barroche).

**Fig. 3** – Offing 2 (locus 1): osseous industry made from bones of Artiodactyla; typology and anatomical origin. Pointed tools made from : a - unspecified bone; b - from metapodials; c: fragments of pressure flakers made from metapodials. Fragments of bevelled tools made from : d - tibia and e - metapodials (photographs Oboukoff and Barroche).

et seulement quinze ne sont identifiées qu'au niveau de l'ordre des artiodactyles.

### L'équipement et la chaîne de production sur os d'artiodactyle

Parmi ces artefacts, trois catégories typologiques sont inégalement représentées : les pièces appointées, les pièces biseautées et les compresseurs à extrémité arrondie, objets ubiquistes qu'on trouve régulièrement dans l'équipement des Indiens *canoeros*. Ils sont fabriqués sur les os

longs les plus rectilignes. Certains sont très transformés comme une petite pointe (fig. 3a); d'autres ont conservé des portions anatomiques, facilitant l'identification spécifique et anatomique, métapodes ou tibias (fig. 3b à 3d). Lorsque les stigmates de débitage subsistent, il s'agit de pans de fracture témoignant d'une fabrication par éclatement (percussion diffuse directe). Dans un cas, une percussion punctiforme a laissé des plages de cupules d'enfoncements dans les fibres osseuses sur la face crâniale, dans la partie mésio-distale du métapode, le long de la ligne de soudure (fig. 3b).

Sur les outils, deux séquences de la chaîne technique de façonnage ont pu être identifiées.

Lors d'une première étape, certains pans de fracture ont été régularisés grossièrement sur un des bords par entaillage direct (percussion tranchante), laissant des pans de coupe sur les dièdres (pan de fracture/surface crâniale), tandis que d'autres ont été régularisés par retouche (percussion diffuse) comme en attestent les pans d'enlèvement un peu tangentiels au bord.

Une deuxième séquence de façonnage est effectuée par raclage sur la majeure partie des pièces comme en attestent des plages de stries irrégulières, en faisceaux.

Une mise en forme par abrasion n'est observée que sur la seule petite pointe (fig. 3a) qui présente des plages de stries courtes, très régulières, parallèles entre elles et le plus souvent perpendiculaires à l'axe principal.

L'identification des procédés de débitage et de façonnage par la lecture des stigmates techniques, leur localisation/position/répartition, ainsi que la reconstitution de leur chronologie par leur superposition, ont permis d'attribuer les pièces biseautées sur métapode à un schéma de transformation par partition. Ce procédé consistait à morceler un bloc par éclatement en guidant la propagation des lignes de fracture de façon contrôlée. La pointe sur métapode correspond ainsi à un schéma de transformation par partition longitudinale divisant le bloc, selon son axe longitudinal, en deux moitiés à peu près égales. La percussion est portée sur la face crâniale et/ou caudale dans la partie distale de l'os, au niveau de la ligne de soudure ; l'outil utilisé présente une partie active punctiforme coupante qui a laissé les petites dépressions-compressions observées sur l'os. Cette bipartition permettait de partager le métapode en deux moitiés égales respectant l'anatomie de l'os, en séparant les deux doigts soudés. Un objet appointé témoigne de ce procédé de bipartition.

Pour ce qui concerne les compresseurs sur quart de métapode, nous ne disposons pas d'élément permettant de juger s'il s'agit d'une simple partition ou de deux bipartitions successives produisant d'abord un bloc secondaire qui est, à nouveau, subdivisé. Les outils biseautés découverts sur le site sont, pour l'instant, trop fragmentaires pour être attribués à un schéma de transformation particulier.

### **Les déchets en os d'artiodactyles Un complément d'information essentiel**

Le remontage « physique » systématique entre esquilles, éclats et fragments d'os longs d'artiodactyles a permis d'isoler quarante-neuf restes pouvant être des déchets de débitage provenant d'un métatarse reconstitué presque entièrement, deux portions proximales de métacarpes, quatre tronçons méso-proximaux (trois métatarses et un métacarpe), deux portions méso-distales de métapode et une partie mésiale de métapode (fig. 4). La position des points d'impacts, répartis, pour certains, le long d'une des faces du métapode, et l'observation des lignes de fracture qui en découlent, associées au type de support, ont permis

d'identifier différents procédés de débitage qui concordent avec les schémas de transformation par partition suggérés par les objets.

Ces remontages témoignent de procédés différents et quatre chaînes techniques ont été identifiées. Chacune est adaptée aux caractéristiques morpho-structurales des os utilisés : trois pour les métapodes et une pour le tibia ; toutes répondent à une production de supports à l'aide de techniques de fracture par percussion.

#### *Le schéma de débitage par partition*

Une des techniques, l'éclatement, consiste en une percussion ou une série de percussions portées sur le bord externe de l'os, notamment sur les métatarses. La ligne de fracture ainsi initiée se propage le long de la diaphyse et elle est ralentie, et assez systématiquement déviée vers l'extérieur, à proximité de l'extrémité distale, un peu avant l'épiphyse. Sa déviation est probablement due au rétrécissement de la diaphyse dans cette zone et à l'épaisseur du tissu compact à cet endroit. Cela provoque une cassure oblique qui produit un déchet caractéristique incluant l'épiphyse distale et un tiers de la diaphyse (fig. 4a1, en bas). Vers la partie proximale, la ligne de fracture se prolonge jusqu'au plateau articulaire et elle sépare l'os en deux entre les facettes articulaires crâniale et caudale (fig. 4a2 et a3). Le choix de fracturer le métatarse latéralement est probablement lié à l'existence d'un canal médullaire, qui se termine en ogive, et présente une zone de faible épaisseur se subdivisant beaucoup plus facilement que si l'os était travaillé à partir de ses faces crâniale ou caudale. Quatre métatarses ont été subdivisés de cette façon, par une partition en moitié (bipartition) produisant, soit un support sur héli-métapode, soit un bloc secondaire. Dans ce dernier cas, le bloc était destiné à être à nouveau débité par bipartition afin d'obtenir deux supports sur quart de métapode conservant ou non une portion de l'épiphyse. Ce type de support, sur quart arrière de diaphyse, semble avoir été utilisé pour la fabrication de compresseurs (avec ou sans épiphyse) à Offing.

#### *Le schéma de débitage par segmentation*

Un autre procédé est également attesté sur les métapodes. Il consiste à fracturer transversalement la diaphyse afin d'éliminer l'épiphyse proximale, tout en produisant un grand pan de fracture oblique sur lequel la partie active biseautée de l'outil sera installée. Seules les premières séquences de cette chaîne ont été partiellement reconstituées à partir des déchets identifiés : une des étapes, peut-être la première, consiste à supprimer les deux crêtes osseuses de la face caudale qui se trouvent sur la partie méso-proximale de l'os. Elles sont plus proéminentes sur les métacarpes que sur les métatarses. Cette suppression est obtenue par réduction progressive, à l'aide d'une action de retouches (percussion diffuse) détachant de petits éclats courts et larges. Une série

de six éclats de ce type a pu être remontée (fig. 4c3). Une autre étape, peut-être la deuxième, consiste en la suppression d'au moins un des bords latéraux de l'os, mais probablement les deux par entaillage (c'est essentiellement le bord externe qui est représenté à Offing), à l'aide d'un coup sec de percussion tranchante donné directement sur le plateau articulaire. Deux déchets témoignent de cette opération correspondant à l'élimination des « tubérosités » latérales (fig. 4c2); deux autres déchets (des extrémités proximales de métarpes) pourraient être rattachés à ce procédé (fig. 4c1). Cette préparation semble avoir pour but de mettre en place des conditions optimales pour la production de la grande fracture oblique en languette, sur laquelle sera installé le biseau de l'outil. Ce procédé de débitage par segmentation concordera ainsi avec la production d'outils biseautés sur support en volume (aussi nommés spatules-lissoirs) sur la partie mésio-distale de métcarpe. Quatre fragments témoignent de cette opération à Offing, mais aucun outil entier n'a été trouvé.

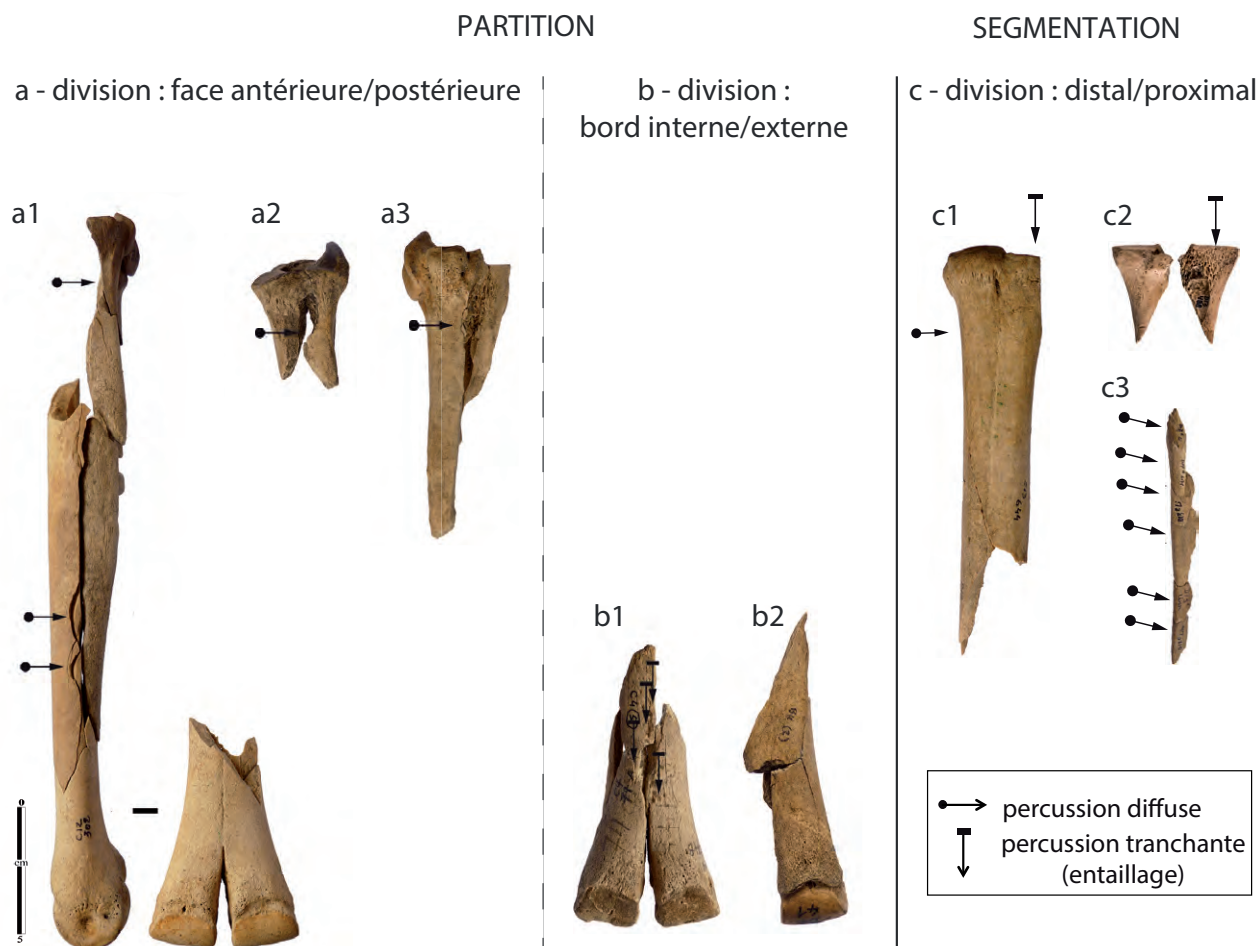
Enfin, un dernier procédé de fracturation, sur tibia, est bien moins représenté. Il consiste en un éclatement plus

ou moins contrôlé de l'os destiné à produire un support le long de la crête tibiale.

Ces différents procédés de débitage identifiés à partir des déchets sont compatibles avec la morphologie et l'origine anatomique des outils reconnus dans l'équipement. Cependant, on ne peut écarter l'hypothèse que ces débitages aient répondu à la fois à des besoins techniques et alimentaires des occupants d'Offing.

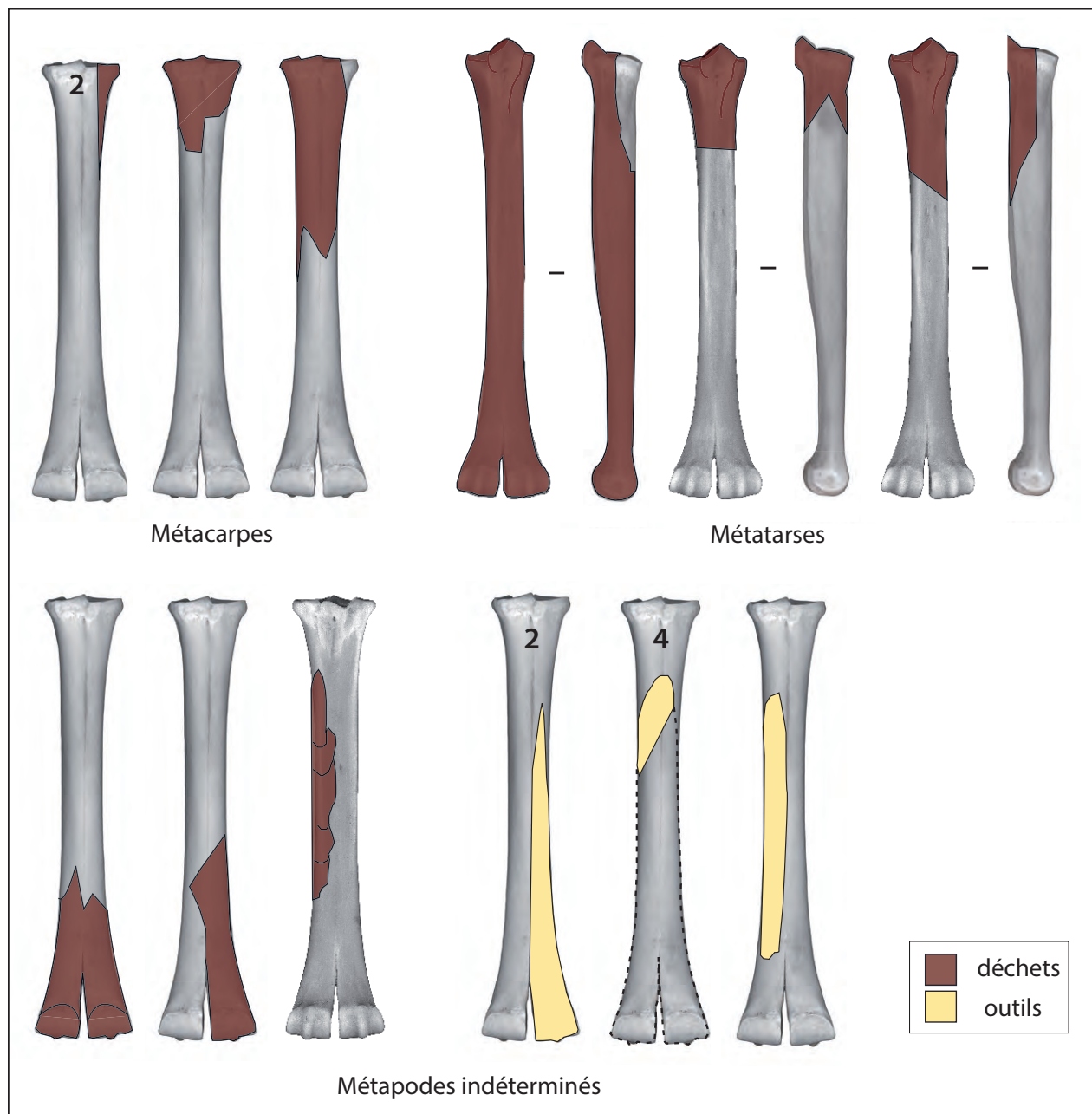
### LES REMONTAGES MENTAUX OU LA RECONSTITUTION DES CHÂÎNONS MANQUANTS

Outre les observations directes sur les restes, les remontages « mentaux » ont permis d'identifier les éléments, déchets, supports ou artefacts, parfois manquants. La méthode consiste à identifier à partir des déchets, le type de support recherché (et donc l'outil possible). Et, inversement, à partir des objets, elle permet d'imaginer les types de productions qui ont permis



**Fig. 4** – Offing 2 (locus 1) : remontages physiques d'os longs de guanaco (en position anatomique), montrant les deux schémas de débitage; a et b : par partition; c : par segmentation.

*Fig. 4* – Offing 2 (locus 1): physical refitting of long bones from guanaco (anatomical position), belonging to two different operational schemes; a and b: by partitioning; c: by segmentation.



**Fig. 5** – Offing 2 (locus 1) : localisation anatomique des remontages physiques des déchets et des outils sur os longs de guanaco. Les chiffres indiquent le nombre de pièces si supérieur à un (sur fond de photo de Sierpe, 2015).

**Fig. 5** – Offing 2 (locus 1): anatomical localisation of the physical refittings of waste and of tools made from long bones of guanaco. The numbers indicate the number of pieces if greater than one (background photograph from Sierpe, 2015).

d'obtenir les supports sur lesquels ils sont fabriqués (Averbouh, 2000 et 2001). Les deux analyses ont été ensuite comparées afin d'essayer de les corrélérer.

Nous avons ainsi classé les restes osseux d'artiodactyles adultes d'Offing en sous-ensembles homogènes selon leur provenance anatomique, leur dimension (section et épaisseur du tissu compact), et les techniques employées.

Une concordance principale apparaît entre les parties anatomiques des supports sur lesquels les outils sont fabriqués et les déchets (fig. 5). Les déchets techniques sur métapodes sont principalement des extrémités proximales et des portions de diaphyses, tandis que les objets finis sont, eux, constitués principalement de fragments de diaphyses, avec ou sans restes d'épiphyses distales. La partie proximale de l'os n'est jamais utilisée.

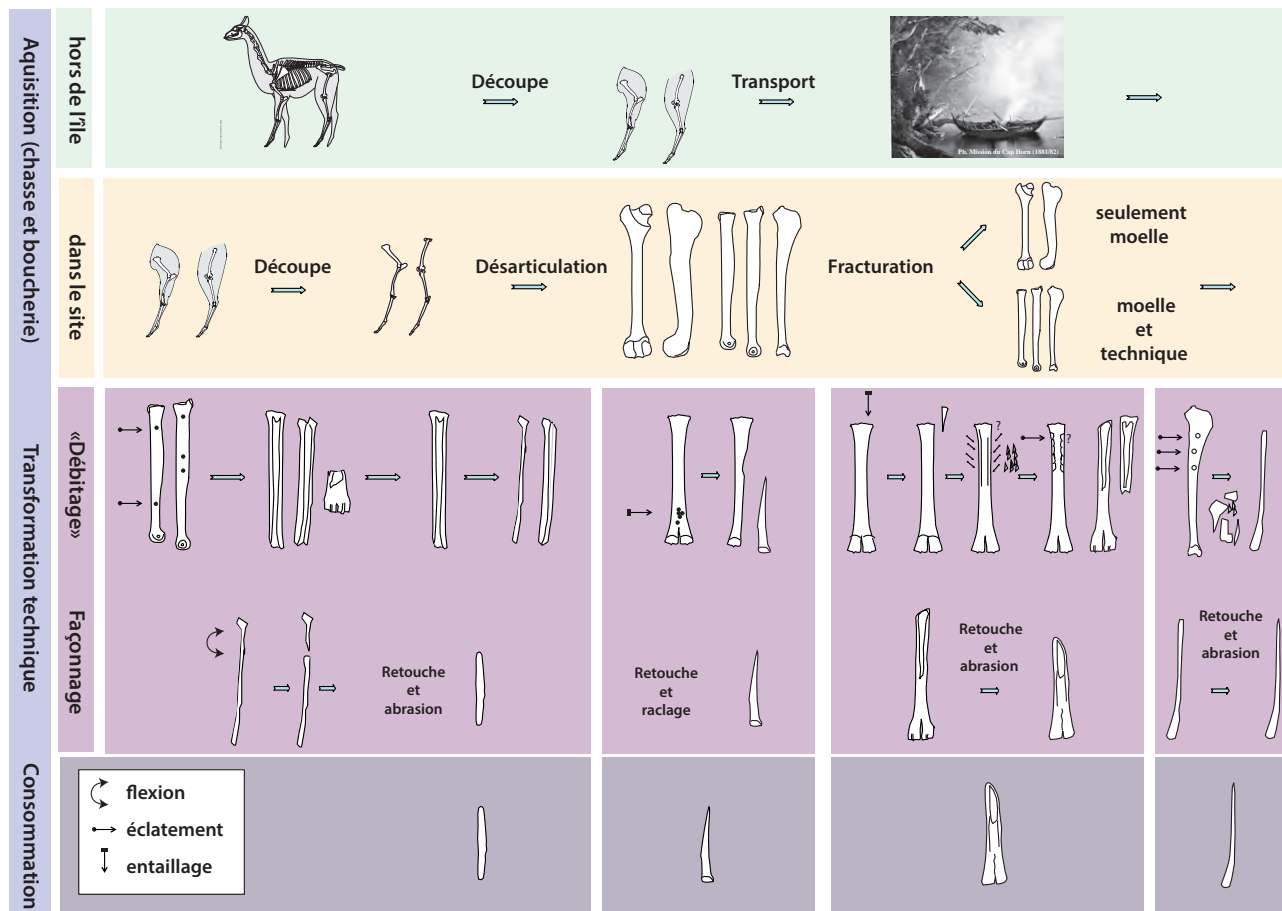


Fig. 6 – Offing 2 (locus 1) : reconstitution de la chaîne opératoire globale d’exploitation des guanacos, selon les vestiges de faune et d’industrie.

Fig. 6 – Offing 2 (locus 1): reconstruction of the global operational sequence for the guanaco exploitation, according to faunal and technical remains.

**CONCLUSION :  
VERS UNE PROPOSITION  
DE CHAÎNE OPÉRATOIRE GLOBALE**

L'ensemble de ces données permet de proposer une chaîne opératoire d'exploitation du guanaco par les chasseurs d'Offing qui synthétise les données depuis l'acquisition de l'animal jusqu'à sa consommation et son abandon (fig. 6).

D'une manière générale, chez les derniers chasseurs de guanacos de Terre de Feu, la chasse (poursuite et mise à mort) était suivie par le dépouillement, la découpe de l'animal et sa désarticulation, immédiatement sur le site d'abattage, ou un peu plus tard dans un camp résidentiel proche où l'animal pouvait être rapporté entier (Legoupil, 2011).

Sur le site d'Offing, la chaîne opératoire d'exploitation des guanacos a été marquée par une rupture temporelle et géographique. La première étape, la chasse a nécessairement été réalisée hors de l'îlot, sans doute en Terre de Feu, territoire à guanacos la plus proche, de l'autre côté du canal Whiteside (entre Offing et l'île de Terre de Feu).

Une partie du traitement de l'animal a été effectuée sur place, soit sur le site même de la chasse, soit dans un campement proche : le dépouillement, l'éviscération, la désarticulation en quart, et peut-être une partie de la découpe de la viande et de sa consommation.

Les membres, séparés du reste de l'animal, auraient ensuite été transportés sur l'îlot Offing, nécessairement en canot, avec quelques morceaux destinés à la consommation alimentaire, comme en témoignent les quelques fragments de vertèbres et de maxillaires mis au jour sur le site.

Lors d'une deuxième phase réalisée à Offing, les os longs ont été désarticulés de manière indépendante et nettoyés. Les plus rectilignes, métapodes et tibias, ont alors été travaillés, dans le double objectif d'obtenir des supports de morphologie spécifique, et, sans doute, de récupérer la moelle, produit très apprécié par les chasseurs de Patagonie et de Terre de Feu (Lothrop, 1928), comme ceux d'Arctique (Binford, 1978) ou du Paléolithique européen (Enloe et David, 2014). Il est à noter que ces os n'avaient pas été consommés immédiatement sur le lieu de chasse comme c'était le cas communément dans l'extrême Nord-Américain (Binford, 1978), ce qui souligne l'importance du premier objectif, technique, dans le cas des os rapportés sur l'îlot Offing.



Les os plus irréguliers de la partie proximale des membres (fémurs, humérus et les rares ulnas) présentent une valeur utilitaire en viande assez élevée, mais ils sont peu adaptés à la fabrication d'outils. De fait, ils étaient fracturés de façon plus anarchique, sans doute dans le simple but de récupérer la moelle. La difficile conservation de cette matière, une fois extraite, indique qu'il s'est passé peu de temps entre la chasse et l'exploitation des os retrouvés à Offing, en dépit d'un nécessaire transport nautique.

Dans le cas des métapodes et du tibia, l'intention technique a donc prévalu dans ce site. La complexité de certaines chaînes techniques, comme celle destinée à la fabrication des outils biseautés, mais aussi le caractère systématique des procédés observés indiquent que ce sont les objectifs techniques qui ont déterminé le choix des procédés de débitage. Les mêmes patrons de débitage par partition ont également été identifiés à Pizzulic 2 sur l'île Englefield, et à Ponsonby sur l'île Riesco. Cependant, dans ce dernier site, on n'a retrouvé qu'un faible pourcentage d'outils sur os longs, alors qu'un grand nombre de métapodes est fracturé, y compris par partition latérale ou faciale : on peut supposer que, dans ce site, les objectifs étaient mixtes, à la fois technique et alimentaire, en lien avec ce procédé ; et que, de plus, ses occupants ont pu partir en emportant avec eux une part importante de leur équipement.

N'oublions pas que la morphologie des métapodes, notamment des métatarses, est particulièrement bien adaptée à la fracturation contrôlée et à la production de supports allongés (Yesner et Bonnichsen, 1979). Force est de constater que ce choix préférentiel du métapode dans l'industrie, ainsi que son débitage par partition, sont communs à pratiquement tous les chasseurs d'artiodactyles, qu'il s'agisse de la bipartition, la plus commune, ou d'une quadri ou d'une multipartition. Ce choix a sans doute la même origine : il est motivé par la rectitude de l'os, favorable à la fabrication d'objets longilignes, et par la présence d'une gouttière centrale qui préfigure le rainurage et constitue une ligne de faiblesse naturelle. Les métapodes d'artiodactyles sont d'ailleurs exploités de manière similaire par les Indiens *canoeros* et les chasseurs terrestres de Patagonie et de Terre de Feu (Christensen, 2016), ainsi que par les chasseurs de cervidés d'Europe

et du nord de l'Amérique (Yesner et Bonnichsen, 1979), ou encore par les chasseurs de gazelles du Levant (Le Dosseur, 2006). La partition est souvent faciale, mais elle peut aussi être latérale, plus particulièrement sur les métatarses, qui présentent une section proximale plutôt quadrangulaire (celle du métacarpe est plano-convexe) et de belles surfaces planes sur les bords latéraux. Chez les Inuit du delta de Mackenzie, dans le Yukon, on observe les deux variantes d'exploitation des métapodes de caribous – par bipartition faciale et latérale (Morrison, 1986). Dans les groupes du Mésolithique récent, à Zamostje (Russie), la partition des métapodes d'élans est latérale (Treuil, 2016). D'autres similitudes, plus secondaires, mais néanmoins caractéristiques, sont également observées, comme la préparation par suppression des tubérosités latérales de l'extrémité proximale de cet os dans les niveaux mésolithiques de Zamostje, ou dans le Mésolithique de Scandinavie (David, 1999).

Enfin, il est intéressant de constater que dans d'autres sites maritimes tardifs (de notre ère) de Patagonie, comme Punta Baja, Punta Carrera 2, Estancia Bulnes 1, KM 44 - niveau récent, Yechkal, etc. les occupants utilisent d'autres procédés pour produire des supports sur quart ou demi métapodes d'artiodactyles, aussi bien de huémul que de guanaco, pour fabriquer essentiellement des pièces biseautées et des compresseurs. La partition par éclatement contrôlé de ces os est moins systématique et le recours à la technique du rainurage pour creuser profondément des lignes de faiblesse de l'os est plus fréquent, en préalable à la partition. Il en résulte un meilleur contrôle de prédétermination morphologique des supports. Ce procédé de rainurage/éclatement sera remplacé dans certains sites post-magellaniques (par exemple Punta Baja, Yechkal) par une partition multiple par rainurage que la présence d'outils en métal pourrait expliquer. Ainsi l'étude des procédés de débitage se montre un puissant révélateur des traits culturels, d'ordre chronologique et géographique de ces groupes de chasseurs-cueilleurs.

## NOTE

(1) Les dates de cet article sont non calibrées.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AVERBOUH A. (2000) – *Technologie de la matière osseuse travaillée et implications paléolithiques : l'exemple des chaînes d'exploitation du bois de cervidé chez les Magdaléniens des Pyrénées*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 253 et 247 p
- AVERBOUH A. (2001) – Methodological Specifics of the Techno-Economic Analysis of Worked Bone and Antler: Mental Refitting and Methods of Application, in A. M. Choyke et L. Bartosiewicz (dir.), *Crafting Bone: Skeletal Technologies through Time and Space*, actes du 2<sup>e</sup> Meeting of the ICAZ Worked Bone Research Group (Budapest 31 août-5 septembre 1999), Oxford, Archaeopress (BAR, International Series 937), p. 111-121.
- BINFORD L. R. (1978) – *Nunamiut Ethnoarchaeology*, New York, Academic Press (Studies in Archaeology), 509 p.
- CHRISTENSEN M. (2016) – *L'industrie osseuse des chasseurs-cueilleurs : le cas des nomades marins de Patagonie et Terre de Feu*, Punta Arenas, Universidad de Magallanes

- (Colección poblamiento humano de Fuego-Patagonia), 308 p.
- CHRISTENSEN M., LEGOUPIL D. (2016) – Tecnología ósea en Patagonia austral : la cadena operativa del trabajo sobre huesos de guanaco en el sitio Offing 2 (Estrecho de Magallanes), in F. Mena (dir.), *Arqueología de la Patagonia, de mar a mar*, actes des 9<sup>es</sup> Journées de Patagonie (Coihayque, 20-25 octobre 2014), Santiago, Ñire Negro, CIEP, p. 155-165.
- CLAPPERTON C. M. (1992) – La última glaciación y deglaciación en el estrecho de Magallanes: implicaciones para el poblamiento de Tierra del Fuego, *Anales del Instituto de la Patagonia*, 21, p. 113-128.
- DAVID É. (1999) – *L'industrie en matière dure animale du Mésolithique ancien et moyen en Europe du Nord. Contribution de l'analyse technologique à la définition du Maglémiosien*, thèse de doctorat, université Paris X, Nanterre, 2 vol., 770 p.
- EMPERAIRE J., LAMING-EMPERAIRE A. (1961) – Les gisements des îles Englefield et Vivian dans la mer d'Otway (Patagonie australe), *Journal de la Société des américanistes*, 50, p. 7-75.
- ENLOE J. G., DAVID F. (2014) – Les stratégies de chasse et le partage des animaux, in M. Julien et C. Karlin (dir.), *Un automne à Pincevent, Le campement magdalénien du niveau IV20*, Paris, Société préhistorique française (Mémoire, 57), p. 551-560.
- FITZ-ROY R., PARKER KING P. (1839) – *Narrative of the Surveying Voyages of His Majesty's Ships Adventure and Beagle between the years 1826 and 1836 Describing their Examination on the Southern Shores of South America, and the Beagle's Circumnavigation of the Globe*, Londres, H. Colburn, vol. I-III, 597 p., 694 p. et 615 p.
- LAMING-EMPERAIRE A. (1972) – Pêcheurs des archipels et chasseurs des pampa, *Objets et Monde*, 12, 2, p. 167-184.
- LE DOSSEUR G. (2006) – *La néolithisation au Levant sud à travers l'exploitation des matières osseuses. Étude technico-économique de onze séries d'industries osseuses du Natoufien au PPNB récent*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 843 p.
- LEDUC C. (2010) – *Acquisition et exploitation des ressources animales au Maglémiosien : essai de reconstitution des chaînes opératoires globales d'exploitation d'après l'analyse des vestiges osseux des sites de Mullerup et Lundby Mose (Sjælland - Danemark)*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, Paris, 670 p.
- LEFÈVRE C., LEPETZ S., LEGOUPIL D. (2003) – Chasseurs terrestres, chasseurs marins ? L'exploitation des ressources animales dans le locus 1 = ¿Cazadores terrestres, cazadores marítimos ? Explotación de los recursos animales en el locus 1, in D. Legoupil (dir.), *Cazadores-recolectores de Ponsonby (Patagonia austral) y su paleoambiente desde VI al III milenio A.C. = Les chasseurs-cueilleurs de Ponsonby (Patagonie australe) et leur environnement du VI<sup>e</sup> au III<sup>e</sup> mill. av. J.-C.*, Punta Arenas, Universidad de Magallanes (Magallania, tirada especial, 31), p. 63-115.
- LEGOUPIL D. (2000) – El sistema socioeconómico de los nomades del mar de Skyring (archipiélago de Patagonia), *Anales del Instituto de la Patagonia*, 28, p. 81-119.
- LEGOUPIL D. (2011) – La chasse aux guanacos chez les Selk'nam de Terre de Feu : faible traçabilité des haltes temporaires et polyvalence du site d'abattage, in F. Bon, S. Costamagno et N. Valdeyron (dir.), *Haltes de chasse en Préhistoire. Quelles réalités archéologiques ?*, actes du colloque international (Toulouse, 13-15 mai 2009), Toulouse, université Toulouse 2 (*P@lethnologie*, 3), p. 21-40.
- LEGOUPIL D. (1989) – *Ethno-archéologie dans les archipels de Patagonie : les nomades marins de Punta Baja*, Paris, Recherche sur les civilisations (Mémoire, 84), 262 p.
- LEGOUPIL D. (1997) – *Bahia Colorada (île d'Englefield) : les premiers chasseurs de mammifères marins de Patagonie australe*, Paris, Recherche sur les civilisations et ADPF, 258 p.
- LEGOUPIL D. (en prép.) – *Entre Patagonia y Tierra del Fuego, los nómades del mar de l'isote Offing (Isla Dawson-Estrecho de Magallanes) del tercer al primer milenio A.C.*, Punta Arenas, Universidad de Magallanes (Poblamiento Humano), 306 p.
- LEGOUPIL D., BÉAREZ P., LEFÈVRE C., SAN ROMÁN M., TORRES J. (2011) – Estrategias de aprovisionamiento de cazadores recolectores de isla Dawson (estrecho de Magallanes) durante la segunda mitad del Holoceno : primeras aproximaciones, *Magallania*, 39, 2, p. 153-165.
- LEGOUPIL D., CHRISTENSEN M., DEBUE K., LANGLAIS M., LAROULANDIE V., LEFÈVRE C. (2012) – *Le site archéologique d'Offing 2 (locus 1), détroit de Magellan*, ministère des Affaires étrangères, Paris, inédit, 44 p.
- LEGOUPIL D., CHRISTENSEN M., DE MIRANDA I., MORELLO F., PELLÉ E., SAN ROMÁN M., TEYSSANDIER J. (2014) – Le parc marin Coloane : prospection archéologique, Rapport, Ministère des Affaires Étrangères, inédit, 56 p.
- LOTHROP S. K. (1928) – *The Indians of Tierra del Fuego*, New York, Museum of the American Indian Heye Foundation, 225 p.
- MASSONE M. M. (2004) – *Los Cazadores después del Hielo*, Santiago, Centro de Investigaciones Barros Araña (Colección de Antropología), 173 p.
- MÉRIAIS P. (1847) – Traversée du détroit de Magellan et observation sur les Patagons et les Fuégiens, *Nouvelles annales des voyages et des sciences géographiques*, 113, p. 377-392.
- MORELLO F., SAN ROMÁN M., PRIETO A., REYES O. B., MILALIC G. B., TORRES J., LUEZ M. L. (2008) – *Línea de base de los recursos culturales y antecedentes históricos del área marina costera protegida Francisco Coloane*. Informe final, Levantamiento y Diagnóstico del Patrimonio Cultural del Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane. XII Región de Magallanes y Antártica Chilena, inédit, 124 p.
- MORRISON D. (1986) – Inuit and Kutchin Bone and Antler Industries in Northwestern Canada, *Canadian Journal of Archaeology*, 10, p. 107-125.
- OCAMPO C., RIVAS P. (2000) – Nuevos fechados <sup>14</sup>C de la costa norte de la isla Navarino, Costa Sur del Canal Beagle, Provincia Antártica Chilena, Región de Magallanes, *Anales del Instituto de la Patagonia*, 28, p. 197-214.
- ORQUERA L. A., PIANA E. L. (1999) – *Arqueología de la región del Canal Beagle (Tierra del Fuego, República Argentina)*,

- Buenos Aires, Sociedad Argentina de Antropología (Publicaciones de la Sociedad Argentina de Antropología), 147 p.
- ORTIZ-TRONCOSO O. R. (1977-1978) – Nuevas dataciones radiocarbónicas para Chile Austral (Patagonia y Tierra del Fuego), *Boletín del Museo Arqueológico de La Serena*, 16, p. 244-250.
- SAN ROMÁN M. (2004) – *L'exploitation des mammifères chez les chasseurs maritimes du site de Bahía Buena : économie des anciens canoeros de Patagonie (déroit de Magellan)*, mémoire de master 2, université Paris 1 – Pantheon-Sorbonne, Paris, 43 p.
- SAN ROMÁN M. (2007) – La explotación de mamíferos en el sitio de Bahía Buena: economía de canoeros tempranos de Patagonia (estrecho de Magallanes, Chile), in F. Morello, A. Prieto, M. Martinic et G. Bahamonde (dir.), *Arqueología de Fuego-Patagonia. Levantando piedras, desenterrando huesos... y develando arcanos...*, actes des 6<sup>es</sup> Journées de l'archéologie de la Patagonie (Punta Arenas, 24-28 octobre 2005), Punta Arenas, CEQUA, p. 295-310.
- SAN ROMÁN M. (2010) – La explotación de recursos faunísticos en el sitio Punta Santa Ana 1 : estrategias de subsistencia de grupos cazadores marinos tempranos de Patagonia meridional, *Magallania*, 38, 1, p. 183-198.
- SAN ROMÁN M. (2012) – *Informe final rescates arqueológicos. Proyecto: mejoramiento ruta 9, Punta Arenas-Fuerte Bulnes, etapa II, sector río Amarillo-bifurcación Fuerte Bulnes, Tramo km. 42,060 al km. 52,306, Provincia de Magallanes, Región de Magallanes y Antártica chilena*, Punta Arenas, Universidad de Magallanes, inédit, 221 p.
- San Román M. (2013) – Sitios arqueológicos de isla Englefield, mar de Otway: nuevas evidencias de discontinuidad cultural en el proceso de poblamiento marítimo de Patagonia meridional, in A. F. Zangrando, R. Barberena, A. Gil, G. Neme, M. Giardina, L. Luna, C. Otaola, S. Paulides, L. Salgán et A. M. Tivoli (dir.), *Tendencias teórico-metodológicas y casos de estudio en la arqueología de la Patagonia*, actes des 8<sup>es</sup> Journées de l'archéologie de la Patagonie (Ushuaia, 21-25 avril 2008), Buenos Aires, Museo de Historia Natural de San Rafael, p. 523-534.
- SAN ROMÁN M., CHRISTENSEN M., LEGOUPIL D., SIERPE V., MARTIN F.F., MORELLO F. (2014) – *Guanacos on Board: Camelid Transport and Processing by Marine Hunters in Patagonia, Chile*, poster présenté au 12<sup>e</sup> colloque de l'ICAZ (San Rafael, 22-27 août 2014).
- SAN ROMÁN M., MORELLO F., PRIETO A. (2002) – Nuevos antecedentes sobre explotación de recursos faunísticos en el mar de Otway y canales adyacente, *Anales del Instituto de la Patagonia*, 30, p. 147-154.
- SCHEINSOHN V., FERRETI J. L. (1995) – The Mechanical Properties of Bone Materials in Relation to the Design and Function of Prehistoric Tools from Tierra del Fuego, Argentina, *Journal of Archaeological Science*, 22, p. 711-717.
- SIERPE V. (2015) – *Atlas osteológico del guanaco (Lama guanicoe)*, Punta Arenas, Universidad de Magallanes, 170 p.
- SIERPE V. (2016) – *Propuesta de investigación sobre tecno-economía ósea de artiodáctilos entre cazadores-recolectores holocénicos en Patagonia austral y Tierra del Fuego, Chile*, universidad de Tarapacá y universidad Católica del norte, 124 p.
- TREUILLOT J. (2016) – *À l'Est quoi de nouveau ? L'exploitation technique de l'élan en Russie centrale au cours de la transition entre pêcheurs-chasseurs-cueilleurs sans céramique (« Mésolithique récent ») et avec céramique (« Néolithique ancien »)*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 388 p.
- YESNER D. R., BONNICHSEN R. (1979) – Caribou Metapodial Shaft Splinter Technology, *Journal of Archaeological Science*, 6, p. 303-308.

**Marianne CHRISTENSEN**

Université de Paris 1 – Panthéon-Sorbonne  
et UMR 7041 ArScAn  
Ethnologie préhistorique  
3, rue Michelet  
F-75006 Paris  
marianne.christensen@univ-paris1.fr

**Dominique LEGOUPIL**

UMR 7041 ArScAn,  
Ethnologie préhistorique  
Maison de l'Archéologie et de l'Ethnologie  
21, allée de l'Université  
F-92023 Nanterre Cedex  
dominique.legoupil@cnsr.fr

**Manuel SAN ROMÁN**

Centro de Estudios del Hombre Austral,  
Instituto de la Patagonia,  
Universidad de Magallanes  
Av. Bulnes 01890  
CL-Punta Arenas  
manuel.sanroman@umag.cl

**TROISIÈME PARTIE**  
**AUTRES MATÉRIAUX, AUTRES CONTEXTES**  
**DONNÉES EXPÉRIMENTALES SUR L'IVOIRE**  
**ET DONNÉES ARCHÉOLOGIQUES ET ETHNOLOGIQUES SUR LE BOIS VÉGÉTAL**





« À coup d'éclats ! »

*La fracturation des matières osseuses en Préhistoire :  
discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*  
Actes de la séance de la Société préhistorique française de Paris (25 avril 2017)

Textes publiés sous la direction de  
Marianne CHRISTENSEN et Nejma GOUTAS  
Paris, Société préhistorique française, 2018  
(Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 325-340  
www.prehistoire.org  
ISSN : 2263-3847 – ISBN : 2-913745-2-913745-74-1

## Experimental data on the splitting and knapping of mammoth tusks and reindeer antlers

Evgeiy Y. GIRYA and Gennady A. KHLOPACHEV

**Résumé :** De nombreux sites préhistoriques ont livré divers artefacts décorés ou sculptés en ivoire et en bois de renne. Cette sculpture élaborée est, avec la chasse aux mammoths et aux rennes qui jouait également un rôle important, une des caractéristiques des cultures préhistoriques. Pour les groupes humains qui étaient installés dans les régions où l'ivoire pouvait être récupéré des cimetières naturels de mammoth, l'abondance de l'ivoire et des bois de cervidé a joué un rôle significatif pour le développement de l'art mobilier préhistorique sculpté et gravé. Les groupes ne disposaient pas d'outils métalliques, mais leur connaissance de l'ivoire et du bois de renne leur ont permis de produire des objets uniques d'un point de vue technique. L'analyse des artefacts en défenses et en bois de cervidé a montré que ces matériaux solides, durs et durables présentent une combinaison étonnante et paradoxale de caractéristiques.

Les défenses en ivoire et le bois de cervidé sont des matériaux qui témoignent pendant leur transformation à la fois une plasticité/ductilité et une fragilité. Nous avons pris en considération une seule technique de traitement qui a radicalement changé leurs propriétés. La congélation de l'ivoire et du bois de cervidé naturellement humide confère à ces matériaux une fragilité supplémentaire, ce qui les rend plus aptes à la taille par percussion telle qu'elle est pratiquée dans les industries lithiques. Nos expérimentations sur le fendage et la taille des défenses de mammoth et des bois de rennes sont présentées dans cet article. Deux facteurs principaux modifient de façon significative les propriétés de taille de ces matériaux, le premier étant la température et le second l'humidité. En fonction des différentes combinaisons des deux, les propriétés plastiques des bois de cervidé ainsi que de l'ivoire changent de manière significative. Nous distinguons trois points fondamentaux influant sur les qualités mécaniques : premièrement, l'ivoire ou le bois de cervidé naturellement humide, congelé à une température inférieure à -25°C deviennent des matériaux relativement durs et cassants ; deuxièmement, à température positive, l'ivoire ou le bois de cervidé naturellement humide sont des matériaux relativement mous et ductiles ; et troisièmement, l'ivoire ou le bois de cervidé « secs » sont des matériaux plutôt durs et visqueux (visco-élastiques).

**Mots-clés :** Paléolithique supérieur, Eurasie, analyse expérimentale, techniques de taille de défenses de mammoth, d'os et de bois de cervidé, stigmates.

**Abstract:** A great deal is known about prehistoric sites the excavations of which yielded numerous skilfully carved ivory and reindeer antler artefacts. High-level carving skills are primarily observed for prehistoric cultures in which mammoth and reindeer hunting played an important role as well as for prehistoric people living in regions in which ivory was available in natural burial places, the so-called "mammoth cemeteries". The abundance of ivory and antler raw materials therefore played an important role in prehistoric carving. These people had no metallic tools, but they had a great knowledge of the treatment of ivory and reindeer antler to create objects that are unique from a technical perspective. Analyses of artefacts made from tusks and antlers have shown that these strong, hard and durable materials have a mysterious and paradoxical combination of qualities.

Tusks (ivory) and antler raw materials during processing exhibit both plasticity/ductility and brittleness. We have considered only one technique which radically changed the properties of ivory and antler. Freezing of naturally moist ivory/antler provided these materials with extraordinary fragility, which made it possible to apply a knapping technique that was traditionally used for lithic industries. Experimental data related to the splitting and knapping of mammoth tusk and reindeer antlers are presented in this article. It could be stated that there are two main factors that significantly affect the knapping properties of ivory and antler raw materials, the first being temperature, the second moisture. Depending on the various combinations of temperature and moisture characteristics, antler as well as ivory significantly change their properties. We distinguish only the three most extreme cases for which fundamentally different mechanical qualities can be observed for these raw materials: 1. In a naturally moist ("fresh") and frozen state (below -25°C) ivory or antler is a relatively hard and brittle material. 2. Naturally moist ivory or antler at positive temperatures is a relatively soft and ductile material. 3. "Dry" ivory and/or antler is relatively hard and viscous (visco-elastic) material.

**Keywords:** Upper Palaeolithic, Eurasia, experimental use-wear analysis, technologies of mammoth tusks, knapping of bone and antler, traces of tusk and antler knapping.

Currently, a large number of prehistoric sites are known in Eastern Europe and Siberia, the excavation of which has yielded numerous, varied, and skilfully crafted objects made from mammoth tusks and reindeer antlers. A high level of ivory, antler and bone carving skills can be stated first of all in the material culture of those prehistoric people who had the opportunity to extract tusks from the natural burials of dead mammoths, the so-called ‘mammoth cemeteries’ such as Bereliokh (Vereshchagin, 1977), or those whose subsistence was based on the hunting of mammoths or reindeer.

The abundance of ivory and antler raw materials played an important role in the development of bone processing skills during prehistoric periods. People of this era had a sound knowledge of the methods used for processing mammoth tusks and reindeer antlers, which made it possible to create unique products from a technical perspective such as the two-metre-long spears known from the adolescent burial in the Upper Palaeolithic settlement at Sungirsky dated to 28000–27000 BP (Bader, 1978) or the Palaeolithic Venus figurines stemming from the upper layer *p* of the Kostienki 1 site, as well as from the Avdeevo, Gagarino, Khotylevo II and Mal’ta sites dated to 23000–21000 BP (Praslov and Rogachev, 1982; Gvozdover, 1995; Zamiatnin, 1934; Khlopachev, 2006; Gerasimov, 1941). Over the past millennium many ancient techniques related to bone processing have fallen into oblivion and been lost, but there is still great deal of interest in their study. Indeed, studies into ancient methods of mammoth tusk and reindeer antler processing have a long history in Russian archaeology (Gerasimov, 1941; Semenov, 1957; Filippov, 1978, etc.).

Analyses of artefacts made from tusks and antlers has shown that these strong, hard, and durable materials have a mysterious and paradoxical combination of qualities. Both of these materials were well cut, sawed, abraded, and polished, and at the same time they were suitable for use with the traditional lithic knapping technique (Khlopachev, 2000–2001). Thus, ivory and antler raw material during processing shows both plasticity/ductility and brittleness.

Plasticity is the quality of a material to irreversibly change its dimensions and shape (significant deformation) under the action of mechanical loads. Brittleness is the quality of a material to break down with a slight deformation.

The point is that both types of material can be knapped in the same way as flint or other brittle materials. This is clearly indicated by the numerous archaeological finds of a variety of tusks and antler flakes and blades as well as cores and nuclei from which they were removed. These flakes, as well as the removal scars on cores, exhibit all the signs of an ‘artificial’ knapping platform, including cone of fracture, bulb of force, compression waves, a complex system of spatial organisation of various flake scars, etc. Artefacts of this kind are not uncommon; they are found almost everywhere in Europe, in Asia, and in America (Khlopachev, 2006; Khlopachev and Girya, 2010; Khlopachev et al., 2013; here: fig. 1 to fig. 3). During our studies it was found that there are two main factors that significantly affect the knapping properties of ivory and

antler raw materials, the first being temperature, the second moisture. Depending on the various combinations of temperature and humidity characteristics, antler as well as ivory significantly change their properties.

We consider that it is important to emphasise that in the large range of possible intermediate states of antler and ivory, we distinguish only the three most extreme states, which indicate fundamentally different mechanical qualities related to these types of raw materials:

- naturally moist (‘fresh’) and frozen (below  $-25^{\circ}\text{C}$ ) ivory or antler is a relatively hard and brittle material;
- naturally moist ivory or antler at positive temperatures is a relatively soft and ductile material;
- ‘dry’ ivory and/or antler is a relatively hard and viscous material.

A clear difference between fossil mammoth tusks and ‘fresh’ tusks, in our opinion, is that well-preserved ivory, being in permafrost, has a higher degree of moisture than the tusk during the life of the animal. Tusk raw material belongs to a special group of biological composites, which swell through the absorption of moisture; in fact 8–10% of a ‘fresh’ tusk consists of water (Korago, 1992).

After the death of an animal, mammoth tusks lose natural nutrient medium; their integrity in this case depends entirely on the temperature and humidity of the environment. In order to preserve the tusks’ homogeneity, it is necessary that the temperature does not exceed  $+25^{\circ}\text{C}$ , and that humidity is between 45 and 55% (Schmid, 1989, p. 58). Depending on the taphonomy (burial and deposition conditions) the rapid entry of a tusk into a humid environment without previous long exposure in the air prevented the appearance of drying cracks on its body and subsequent cryogenic cracking, and thus ensured better preservation of bone material during its stay in frozen ground. Which means that such tusks can be conditionally regarded as ‘fully soaked’. The existence of such differences between the fossil and the ancient lifetime of the mammoth ivory is not in doubt, but they quickly level off immediately after the extraction of the tusks from the ground, during their drying.

### MAMMOTH TUSK AND ANTLER KNAPPING, SPLITTING IN A DRY STATE

By ‘dry’ tusk raw materials we mean the state of ivory when, due to the release of its natural moisture, it becomes significantly denser, loses its translucency and changes its external pinkish-brownish color to matt white. The initial experiments were carried out on the splitting of a ‘dry’ mammoth tusk by one of the authors in 1983, on the occasion of the Kostenkovsky Palaeolithic Expedition. Subsequently, they were repeatedly reproduced by the authors in laboratory and field conditions, using raw materials of various degrees of desiccation, sizes and shapes. The results of these experiments do not add anything new to the observations made previously by A. K. Filippov in the 1970s (Filippov, 1983, p. 14).



**Fig. 1** – Elongated ivory flakes stemming from Upper Palaeolithic sites. 1: Khotylevo II; 2: Yeliseyevichi 1.

**Fig. 1** – Éclats allongés d'ivoire provenant de sites du Paléolithique supérieur. 1 : Khotylevo II ; 2: Yeliseyevichi 1.

It is possible to produce an average size flake from a tusk body core by repeatedly striking at one point at a platform angle close to  $80^\circ$  using a massive stone hammer.

A necessary condition for this is also the presence of a strong massive platform and, if possible, the preservation of the same direction of different impacts. Small, short and irregularly shaped flakes up to 2 cm wide can be removed from such a nucleus by one or two strokes. The term 'flaking' or 'cutting' to determine the process of obtaining such chips is inappropriate. Since the 'dry' mammoth tusk can be broken with great difficulty, the use of the term 'striking' is more appropriate here.

The degree of viscosity of dry tusks is very high. When a large flake is removed, the greater effort must be made to separate it from the core. However, this does not mean that a very strong blow will ensure a free removal of the flake. Very rigid limits on the possible strength to be applied to the ivory core striking platform are imposed by the ability of the cleavage zone to withstand this impact without destruction. Thus, the successful removal of spalls from cores of dry mammoth ivory is possible by multiple powerful (insofar as the strength of the spalls platforms allows) impacts. Such restrictions significantly

narrow the morphological variability of the spalls that can be produced by the knapping of 'dry' tuft raw material. It is impossible to knap large flakes with small, dotted or linear platforms, as well as thin elongated spalls with regular outline (blade and bladelets) from a dry tusk nucleus.

We did not experiment with the flaking of 'dry' frozen ivory. Such an experiment was conducted at our request by our colleague O. V. Kuznetsov, a use-wear specialist, in the suburbs of Chita (Russia, East Siberia), in conditions of forty-degree-Celsius frost. No noticeable changes in the properties of the 'dry' tusk in the cold and dry conditions of the Transbaikalian winter were noted during the experiment. With great difficulty using a heavy and massive hammerstone only a few small flakes were removed from the mammoth ivory core with a comfortable striking platform (fig. 4). This confirmed our assumption that low temperatures do not change the knapping properties of dry mammoth tusks.

The chips obtained from the 'dry' tusk are shown in the figure (fig. 5). The signs that distinguish them from chips that were obtained under other raw-material conditions are few and uninformative. For such spalls the following characteristics can be identified:





**Fig. 2** – Transverse ivory flake. Yana, Upper Palaeolithic site (material collected from a washed out occupation layer located on the river bank).

**Fig. 2** – Éclat d'ivoire transversal. Yana, site du Paléolithique supérieur (pièces récupérées d'un niveau d'occupation lessivé sur les berges de la rivière).

– the presence of a massive platform, often with a non-conical (bending) fracture initiation;

– a more pronounced relief texture grid of Schreger lines, especially on transverse fracture surfaces.

It was not possible to establish further specific features. Morphologically similar flakes can be removed from wet frozen ivory cores. The only difference: the grid of Schreger lines on the 'frozen' chips has a much weaker relief. Therefore, when analysing artefacts such as short ivory flakes, it is difficult to determine whether these are the result of 'dry' or naturally wet tusk knapping.

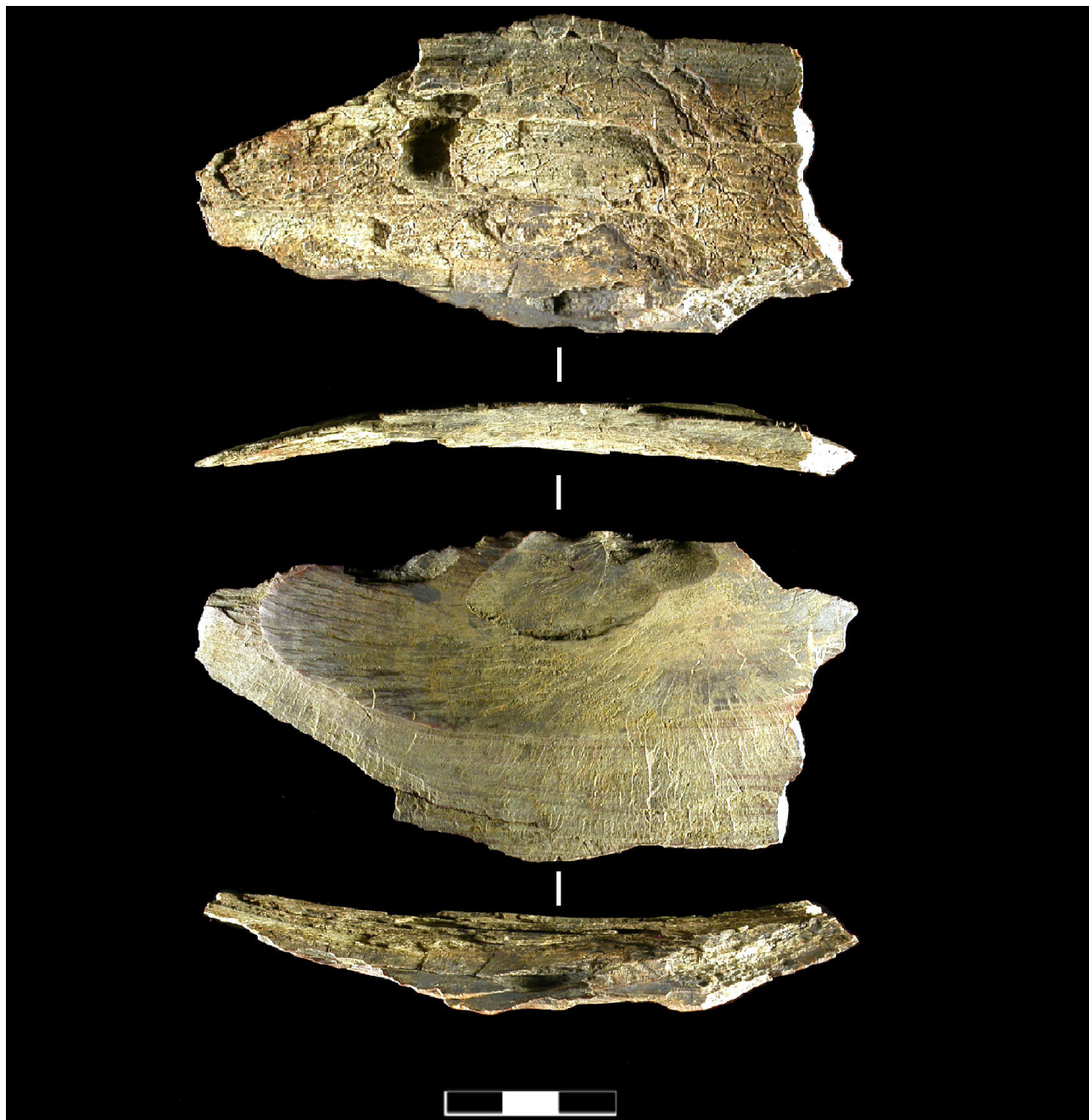
Much more definitely determined are flakes that could not be produced from 'dry' ivory nuclei. This definition can be made by comparing the proportion of striking platforms and the flakes themselves. Consequently, when analyzing archaeological material, the definition of the method of splitting and, most importantly, the qualitative state of the tuft raw material at the time of its splitting in prehistory should be conducted in a 'by-contradiction' way. That is, large chips with small areas, long, narrow

and thin chips (plates) cannot physically be obtained from a dry tusk ivory.

We do not see any special need to analyse in detail the features of dry antler splitting. It is well known that antler tools of different forms are used by present-day experimenters for flintknapping. Because this material is sufficiently hard and has exceptional viscosity, it is possible to knap any size of flakes from any brittle stone even at the most blunt (unprofitable) platform angles. So, there is no need to prove specifically that in the normal state antler is not a knappable material; it is not brittle.

#### **KNAPPING OF NATURALLY MOIST MAMMOTH TUSK AND ANTLER AT POSITIVE TEMPERATURES**

**T**he possibility of knapping naturally wet mammoth tusks is traditionally associated with the application



**Fig. 3** – Transverse ivory flake. Yana, Upper Palaeolithic site (material collected from a washed out occupation layer located on the river bank).

**Fig. 3** – Éclat d'ivoire transversal : Yana, site du Paléolithique supérieur (pièces récupérées d'un niveau d'occupation lessivé sur les berges de la rivière).

of a 'very strong blow'. This idea has passed from one scientific work to another since M. M. Gerasimov (Gerasimov, 1941). We carried out several experiments on the splitting of mammoth tusks in a naturally moist state, after the rapid entry of a tusk into a humid environment without previous long exposure to air. A big fragment of a complete tusk extracted from the permafrost which was left outdoors for more than ten years in the Arctic tundra on Zhokhov island was chosen as a blank.

It should be noted that the modern climate on the island in the summer is very moist (70-100% humidity), the daytime temperature rarely exceeds +6°C, and such

high temperatures happen no more than a few hours per year. The state of this tusk was defined as 'naturally wet', since after extraction from the ground it was clearly dry and concentric cracks of desiccation appeared on it, but at the same time the tusk mass retained its semi-translucency.

One end of the tusk fragment was accurately sawn off at a very favourable angle for the longitudinal knapping. This end was used as a core platform. Blows were struck using an iron 10 kg sledgehammer. The mass of the tusk segment (over 30 kg) provided sufficient stability of the nucleus at the time of impact and guaranteed a reliable application of the maximum force moment to



**Fig. 4** – ‘Dry’ ivory knapped in a frozen state. Direct percussion using a heavy hammerstone. Experiment carried out by O. V. Kuznetsov in the Transbaikal region.

*Fig. 4 – Ivoire « sec » taillé à l’état congelé. Percussion directe avec un percuteur lourd en pierre. Expérimentation réalisée par O. V. Kuznetsov dans la région de Transbaikal.*

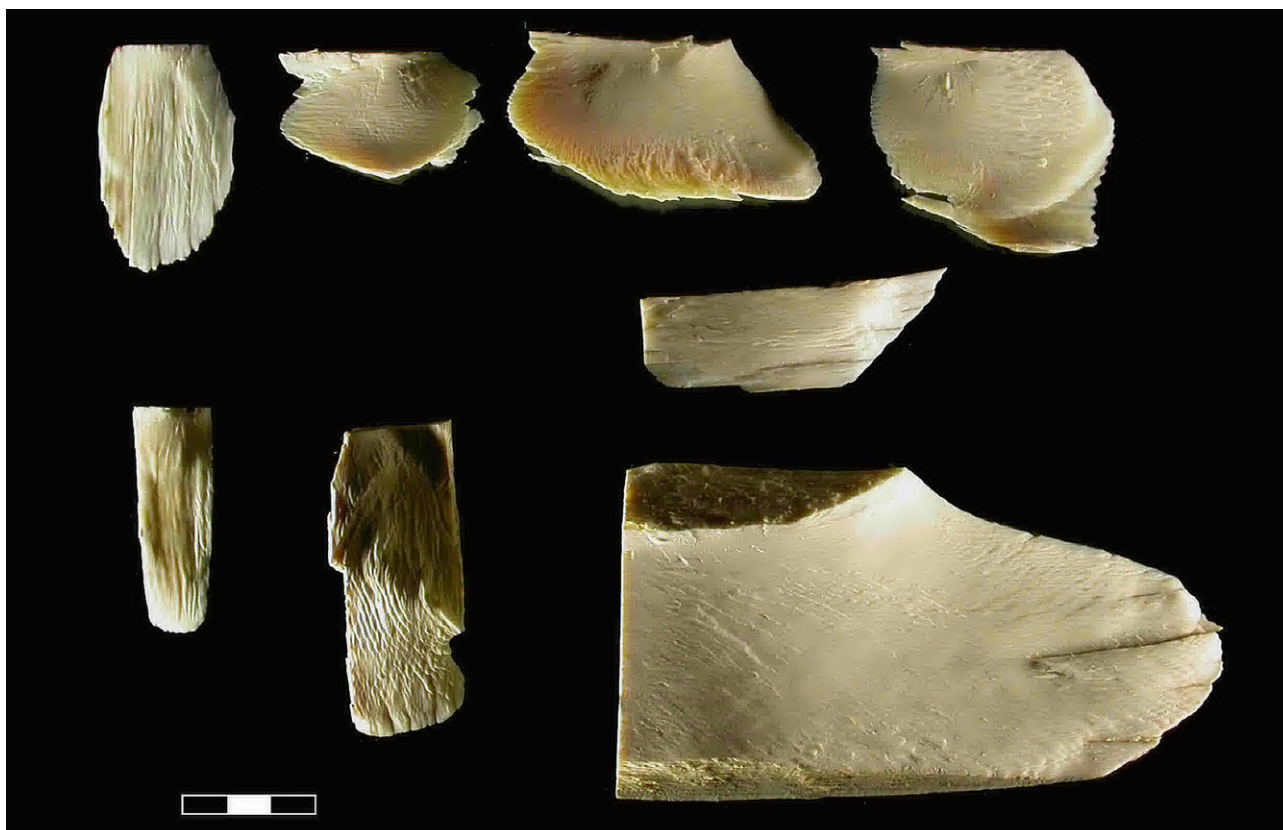
the nucleus platform. Another similar experiment with a weakly frozen mammoth tusk and a very heavy hammerstone was performed in a low-temperature freezer KHN-4 with a CARRIER monoblock (with a volume of 4 m<sup>3</sup>) of the MAE RAS (Peter the Great Museum of Anthropology and Ethnography, the Kunstkamera) and gave the

same results. Thanks to these experiments it could be demonstrated that after several dozen strokes the striking platform of the ivory nucleus was crushed and distorted (fig. 6), but there was no separation of even such chips as in the splitting of the ‘dry’ tusk (fig. 5).

This experiment, the result of which was clear to us from the beginning, is very important precisely for its failure. It proves that wet mammoth ivory raw materials, dried as much as possible under arctic tundra conditions in the summer, are not suitable for knapping, even when super-powerful strikes are applied. The same can be said with respect to antler. Humidification only softens the antler, strengthening its plasticity and reducing its ability to split to zero.

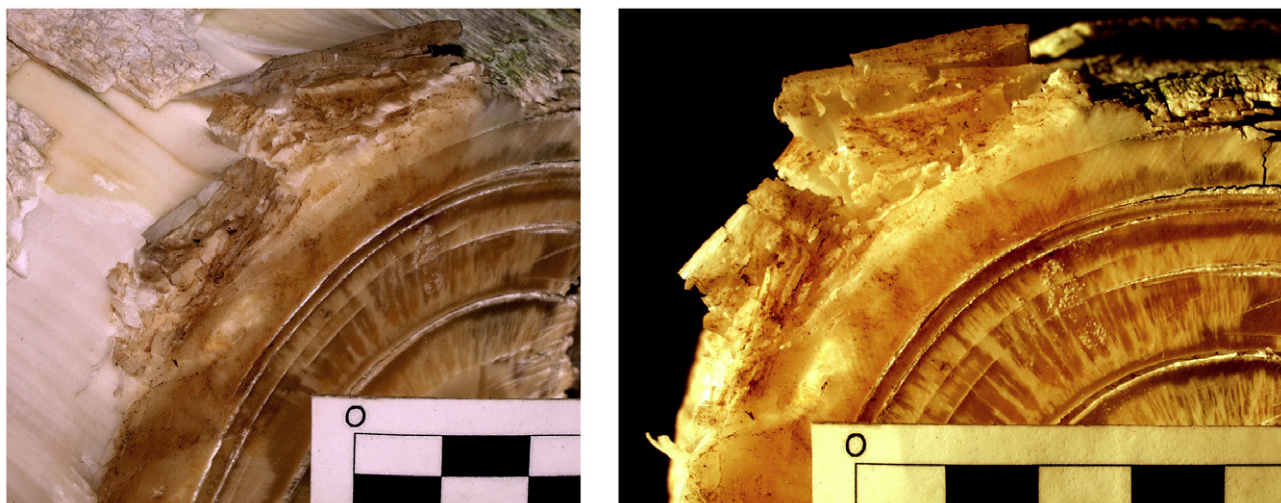
#### KNAPPING OF NATURALLY MOIST MAMMOTH TUSK AND ANTLER AT LOW TEMPERATURES

Experiments on knapping of mammoth tusk in a frozen state were conducted by the authors in 2004. The initial experiment was carried out using an ordinary household refrigerator in which the mammoth tusk was placed in the freezer compartment. This piece of mammoth ivory did not release its natural moisture and had a well-prepared convenient platform for flakes to be removed at one end. The tusk was cooled at a temperature of  $-18^{\circ}\text{C}$  for six hours (longer use of extreme cooling mode was impossi-



**Fig. 5** – Knapping spalls of ‘dry’ frozen ivory stemming from direct percussion using a heavy hammerstone.

*Fig. 5 – Chutes d’ivoire « sec » congelé issues de percussion directe avec un percuteur lourd en pierre.*



**Fig. 6** – Striking platform of a ‘naturally moist’ ivory core after several dozens of strokes using a heavy metal hammer. Experiment carried out on Zhokhov island in 2001.

*Fig. 6 – Plan de percussion sur bloc d’ivoire naturellement humide après plusieurs coups percussion directe avec un percuteur en métal lourd. Expérimentation réalisée sur l’île de Zhokhov en 2001.*

ble in this refrigerator!). After cooling the ivory core was subjected to knapping with a hammerstone. Almost immediately after the removal of the first flakes, it became clear that the knapping process was easier than in the case of dry tusks at room temperature, but still not easy enough.

The flakes obtained in these experiments are shown in the figure (fig. 7). As this experience has evidenced, ivory knapping must be carried out quickly, because in just a few minutes the surface layer of the nucleus had time to warm up and, as a result, lost its fragility.



**Fig. 7** – Ivory spalls stemming from direct percussion using a hammerstone after freezing in a home refrigerator at  $-18^{\circ}\text{C}$ , experiments carried out in 2004.

*Fig. 7 – Chutes d’ivoire produites par percussion directe avec percuteur en pierre après congélation à  $-18^{\circ}$  dans un réfrigérateur domestique. Expérimentation réalisée en 2004.*



**Fig. 8** – Knapping of ivory by direct percussion using big and medium size hammerstones, experiment carried out in 2004 at Murinsky Park, St. Petersburg at  $-5^{\circ}\text{C}$ .

*Fig. 8 – Taille de l'ivoire par percussion directe avec des percuteurs de moyenne et grande taille, expérimentation réalisée en 2004 dans le Parc Mourinsky à Saint-Petersbourg par  $-25^{\circ}\text{C}$ .*

An attempt to use the KHN-4 low-temperature freezer with the CARRIER monoblock (of a volume of  $4\text{ m}^3$ ) of the Laboratory of conservation and restoration of the MAE RAS in our experiment was unsuccessful. It did not provide the low temperature needed. Our attempts to produce any flakes using a heavy hammerstone from the surface of the mammoth tusk cooled in this freezer over six days did not yield the positive results. After the impact the platform at the end of the tusk fragment was crumpled and the crack did not occur. The situation could not



**Fig. 9** – Stone hammer and a few flakes produced on the occasion of experiments carried out in 2004 at Murinsky Park, St. Petersburg.

*Fig. 9 – Percuteur en pierre et quelques éclats produits lors de l'expérimentation réalisée en 2004 dans le Parc Mourinsky à Saint-Petersbourg, 2004.*



**Fig. 10** – Stone hammer used for the knapping of ivory, experiment carried out in 2004 at Murinsky Park, St. Petersburg at  $-25^{\circ}\text{C}$ .

*Fig. 10 – Percuteur en pierre utilisé pour la taille de l'ivoire, expérimentation réalisée en 2004 dans le Parc Mourinsky à Saint-Petersbourg par  $-25^{\circ}\text{C}$ .*

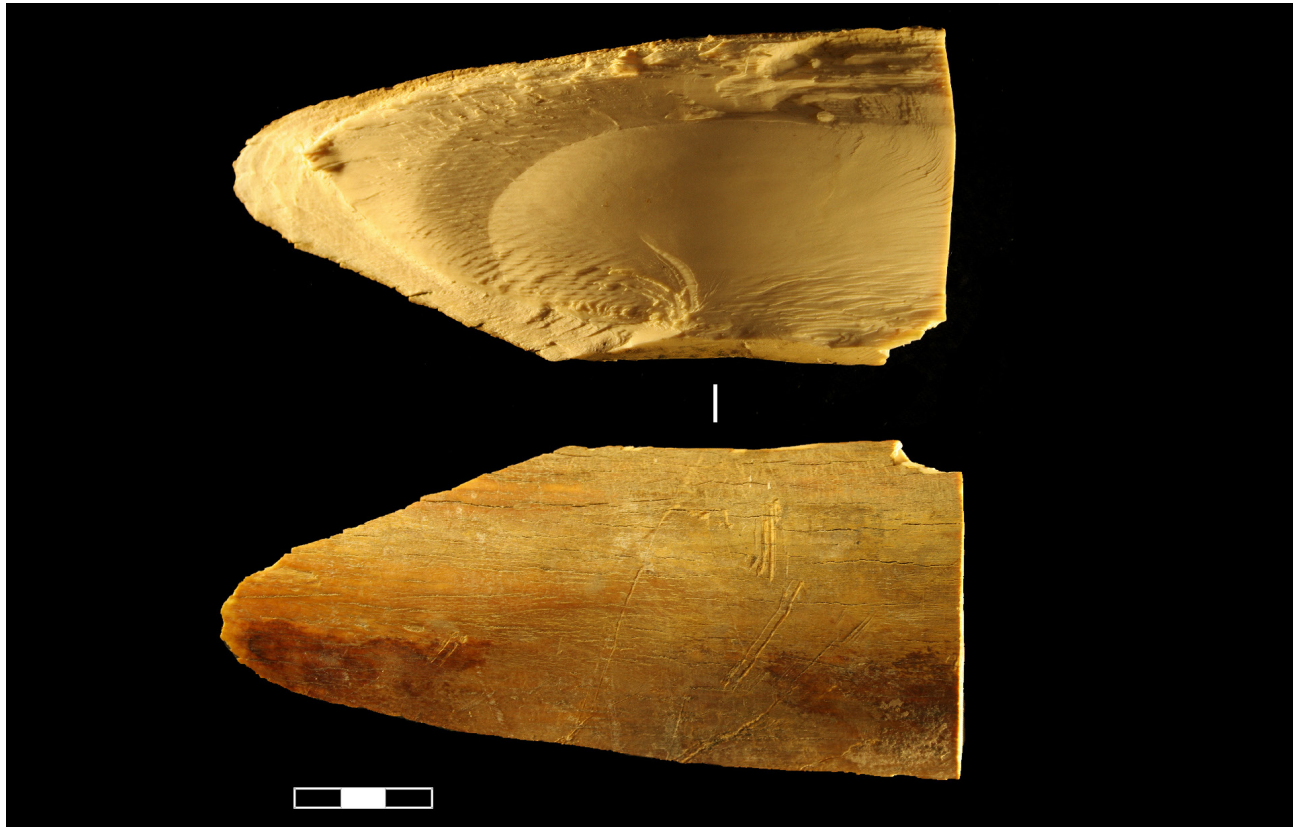


**Fig. 11** – Successful removal of a transverse ivory flake, experiment carried out in 2004 at Murinsky Park, St-Petersburg, at  $-25^{\circ}\text{C}$ .

*Fig. 11 – Détachement réussi d'un éclat transversal d'ivoire, expérimentation réalisée en 2004 dans le parc Mourinsky à Saint-Petersbourg par  $-25^{\circ}\text{C}$ .*

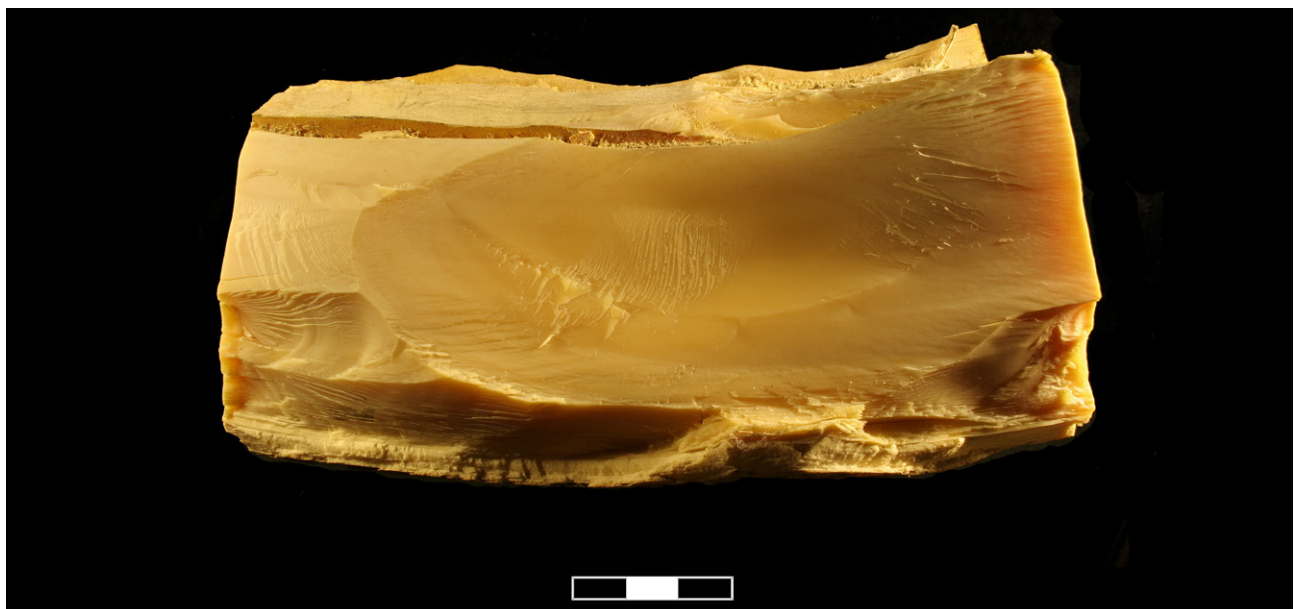
be changed either by replacing the hammerstone with an even heavier one, or by core platform rejuvenation.

Further experiments were conducted in winter of 2004 in the open air in the Murinsky park of St. Petersburg at a temperature of  $-25^{\circ}\text{C}$  (fig. 8). As in the previous experiment, a fragment of 'fresh' (never dried out) tusk 0.5 m long and 0.15 m in diameter was taken to conduct the research. This piece had two well-prepared platforms and deep V-shaped groove cut along the tusk. It was kept in frost for three and a half hours. This time knapping of the frozen mammoth tusk was more successful. With the help of a medium-sized hammerstone it was possible to obtain several elongated and transverse flakes (fig. 9 to fig. 11). Most of the flakes were removed from the platform on the lateral surface of the tusk—from the side of the deep longitudinal groove. The largest separated flake had a width exceeding 15 cm (fig. 12 and fig. 13).



**Fig. 12** – Large transverse ivory flake produced on the occasion of experiments carried out in 2004 at Murinsky Park, St. Petersburg at  $-25^{\circ}\text{C}$ .

*Fig. 12* – Large éclat transversal produit lors de expérimentation réalisée en 2004 dans le Parc Mourinsky à Saint Pétersbourg par  $-25^{\circ}\text{C}$ .



**Fig. 13** – Ivory nucleus with the removal scar of a transverse flake, experiment carried out in 2004 at Murinsky Park, St-Petersburg, at  $-25^{\circ}\text{C}$ .

*Fig. 13* – Nucléus d'ivoire avec le négatif d'enlèvement d'un éclat transversal, expérimentation réalisée en 2004 dans le Parc Mourinsky à Saint Pétersbourg par  $-25^{\circ}\text{C}$ .



**Fig. 14** – Vladimir Chouroun preparing a freezer-box ‘Ruainstruments CT322LV2755’ at the German-Russian Otto Schmidt Laboratory for Polar and Marine Research (OSL) at the Arctic and Antarctic Research Institute (AARI) in St. Petersburg.

*Fig. 14 – Vladimir Chouroun préparant un compartiment du congélateur « Ruainstruments CT322LV2755 » au Laboratoire germano-russe Otto-Schmidt pour la recherche polaire et marine (OSL), à l’Institut de recherche arctique et antarctique (AARI) à Saint-Petersbourg.*



**Fig. 15** – Knapping of frozen ivory using a stone hammer, experiment carried out in 2007.

*Fig. 15 – Taille de l’ivoire congelé avec un percuteur en pierre lors de l’expérimentation réalisée en 2007.*

Encouraged by this success and having received a kind invitation from the Russian-German Otto-Schmidt Laboratory for Polar and Marine Research we continued our experiments in an enclosed space. Thanks to the help of laboratory assistant Vladimir Charun and the equipment provided – the low temperature cabinet ‘Ruainstruments CT322LV2755’—in 2007 we managed to conduct a complete series of experiments with mammoth tusk ivory frozen at much lower temperatures, i.e.  $-30$  to  $-80^{\circ}\text{C}$  (fig. 14).



**Fig. 16** – Knapping of frozen ivory using an antler punch tool and a wooden billet, experiment carried out in 2007.

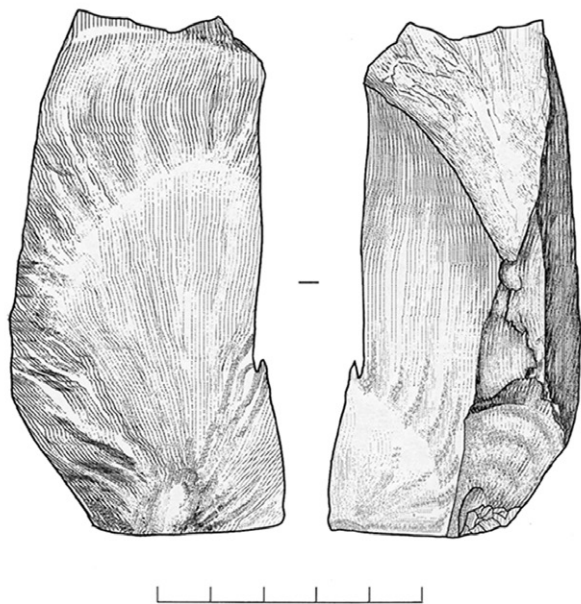
*Fig. 16 – Utilisation d’un punch en bois de cervidé et d’un percuteur en bois pour tailler de l’ivoire congelé lors de l’expérimentation réalisée en 2007.*



**Fig. 17** – Knapping of frozen ivory using an antler punch tool and a wooden billet, experiment carried out in 2007.

*Fig. 17 – Utilisation d’un punch en bois de cervidé et d’un percuteur en bois pour tailler de l’ivoire congelé lors de l’expérimentation réalisée en 2007.*

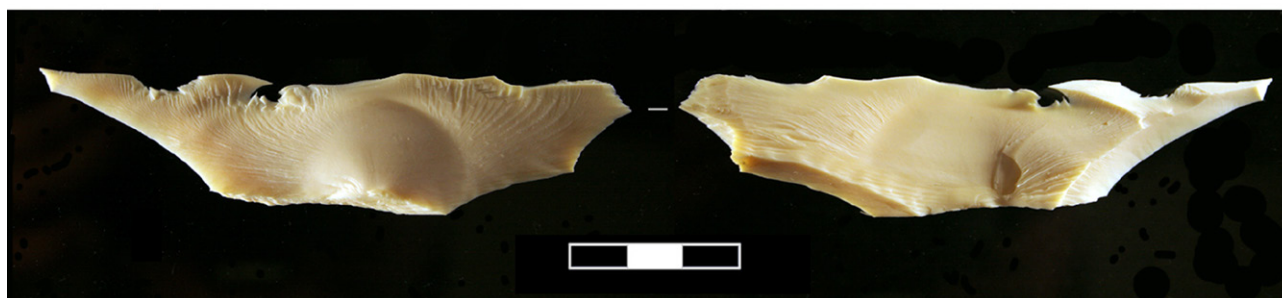
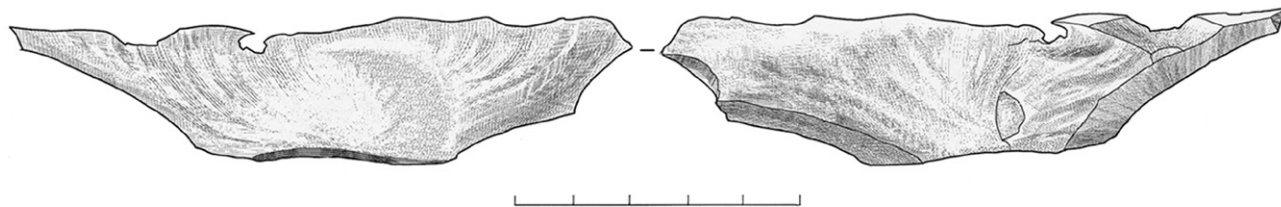
In contrast to the previous studies, during which our main task was to determine the knapping abilities of the frozen tusks, during the series of experiments in 2007 great attention was paid to the modelling of technological processes revealed during the study of prehistoric ivory knapping technologies related to ivory industries of the Upper Palaeolithic of Eastern Europe and Siberia (Khlopachev, 2006). Results of these experiments fully met our expectations. At temperatures below  $-30^{\circ}\text{C}$  it appeared to be possible to split wet tusk not only by direct percussion with hammerstones, but also by indirect percussion using antler punch tools. No special efforts were required to remove the flakes. It was necessary only to observe the same rules as for the knapping process of any other isotropic material.



**Fig. 18** – Transverse flake removed from an ivory tusk frozen up to  $-40^{\circ}\text{C}$ , experiment carried out in 2007.

*Fig. 18* – Éclat d'ivoire transversal détaché d'un bloc d'ivoire congelé à env.  $-40^{\circ}\text{C}$ , expérimentation réalisée en 2007.

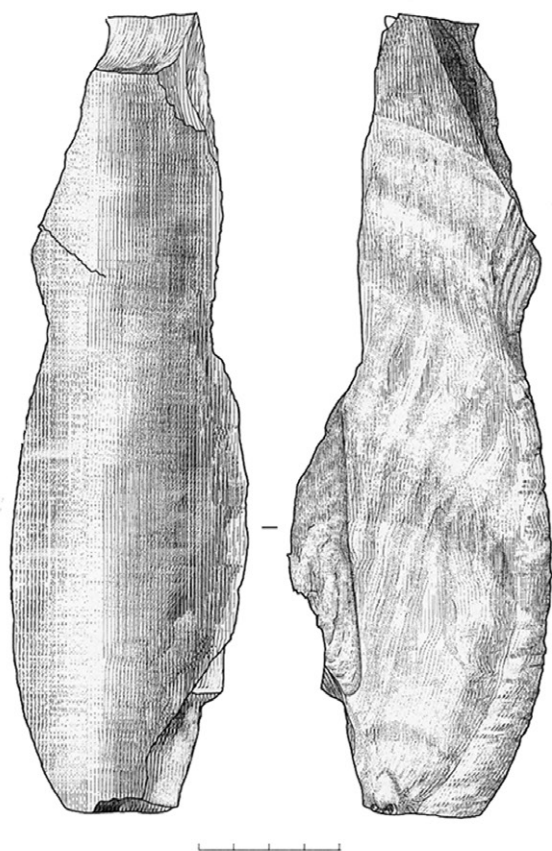
Experiments have shown that removing tusk flakes is best performed from an acute platform angle, using hard and heavy hammerstones (fig. 15). Grooves, cut on the surface of the tusk, are one of the simplest and most convenient way to create a striking platform for the removal of flakes, regardless of their direction. In cases in which the groove is not wide enough, which makes it difficult to apply an accurate blow to the edge of the groove plane, it is more convenient to use an antler punch and a heavy stick (fig. 16 and fig. 17). All the ivory flakes produced in this way exhibited the same features on their ventral sides as is the case for knapped stone: compression waves, fissures, bulb of percussion (or a non-conical initiation), etc. (fig. 18 and fig. 19). For the removal of large and long blade-like flakes, one stroke, as a rule, is not enough; it is necessary to apply several successive strokes to the same point. Traces of such a step-by-step development of the fracture plane (cleaving) are well read on the ventral surface in the form of large, wavy, smooth steps shifting into each other (fig. 20). A significant quantity of waste by-products is produced in the course of mammoth tusk knapping at temperatures below  $-30^{\circ}\text{C}$ , such as small (1-2 cm) and very small (less than 1 cm) chips (fig. 17). As a result, in the location in which tusk knapping is carried out a heap of small tusk chips of varying sizes and forms, similar to the so-called 'production places', which are well-known in Palaeolithic archaeology as 'flintknapper places' ('concentrations'). We were able to identify similar 'concentrations' stemming from tusk knapping thanks to a planigraphic analysis of tusk knapping waste distribution at a distinct number of Upper Palaeolithic sites: Khotylevo II dated to 23,000–21,000 BP, Timonovka 1, Suponevo, Eliseevichi 1 dated to 15,000–



**Fig. 19** – Transverse flake removed from an ivory tusk frozen up to  $-40^{\circ}\text{C}$ , experiment carried out in 2007.

*Fig. 19* – Éclat d'ivoire transversal détaché d'un bloc d'ivoire congelé à env.  $-40^{\circ}\text{C}$ , expérimentation réalisée en 2007.





**Fig. 20** – Ivory blade-like flake the removal of which required a few strokes with a hammerstone. The tusk was frozen up to  $-40^{\circ}\text{C}$ , experiment carried out in 2007.

**Fig. 20** – Éclat laminaire d'ivoire dont le détachement a nécessité quelques coups de percuteur. La défense était congelée à  $-40^{\circ}\text{C}$ , expérimentation réalisée en 2007.

12,000 BP (Khlopachev, 2006). We had the opportunity to investigate such a production place at the Upper Palaeolithic site of Yudinovo. The initial treatment of the mammoth's tusk was carried out in the south-eastern area of the space between the dwellings of the settlement. The place of primary processing of the tusks was a concentration of tusk knapping products across an area encompassing 1.5–2 m<sup>2</sup>. This concentration consisted of 306 elongated flakes, large and medium-sized flakes, several dozen fragments of narrow lamellar removals, as well as 13 pieces of solid tusk with traces of knapping and three tusk cores with regular narrow lamellar flake negatives 10–25 cm long and about 2.5 cm wide.

As regards nuclei (cores) from the tusk, the shape and proportions of the narrowest lamellar spalls indicate that these were removed from the frozen naturally wet mammoth tusk with help of the punch technique from striking platforms in the form of a small step (cut) at the edge of the end face of the tusk.

In the 2007 experimental programme we paid much less attention to antler knapping, but the results of several experiments have convincingly demonstrated that wet antler changes its properties under low temperature conditions in a similar way to mammoth tusks.

It should be emphasised that while doing these experiments it was desirable to split the frozen antler of the reindeer or the mammoth tusk as quickly as possible, within five to ten minutes after removal from the refrigerator, as the surface layer of the bone nucleus heated up sufficiently quickly and lost its fragility.

It was found that at temperatures below  $-40^{\circ}\text{C}$  wet tusk fragility is further enhanced. The nature of the splitting causes the tusk to resemble ebonite. With even more significant cooling ( $-60^{\circ}\text{C}$  and below) the tusk becomes too fragile: individual chips crumble during removal (fig. 21).

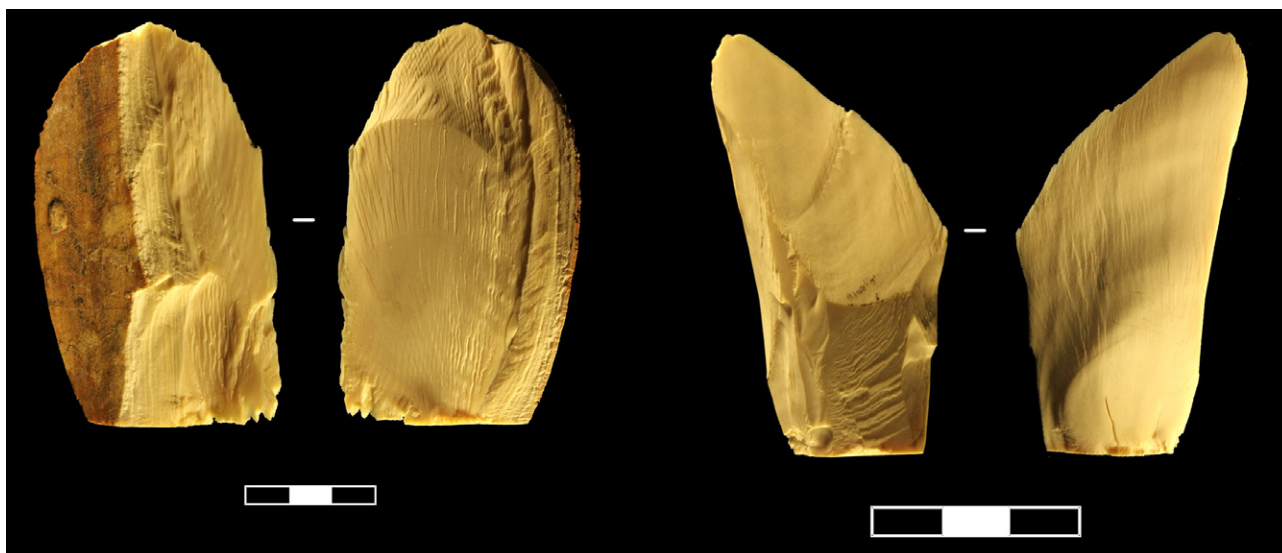
A quite 'comfortable' knapping of wet tusk can be carried out at a temperature between  $-30$  and  $-40^{\circ}\text{C}$  without great effort (without the use of enhanced blows). It is possible to remove both large blades (in association with deep and large grooves) and flakes in a longitudinal or transverse direction (fig. 18 to fig. 20; fig. 22). There is only one simple rule, which is determined by the anisotropic qualities of the tusks and which is extremely important and indispensable for successful knapping: the ventral side of any removal having a platform on the lateral surface of the tusk or on its end should be tangentially oriented relative to the structure of the tusk growth cones.

It is impossible to conduct controlled knapping on the plane transverse to the longitudinal axis of the tusk. This creates a very tangible discomfort and significantly limits the freedom of action of the knapper in the formation of both striking platform and flaking surface. There is no



**Fig. 21** – Ivory blade-like flake split into three pieces, removed by a single stroke from a mammoth tusk frozen up to  $-60^{\circ}\text{C}$ , experiment carried out in 2007.

*Fig. 21 – Éclat laminaire d'ivoire, fragmenté en trois morceaux, dont le détachement a été fait en un seul coup sur un bloc congelé jusqu'à  $-60^{\circ}\text{C}$ , expérimentation réalisée en 2007.*



**Fig. 22** – Elongated ivory flakes removed by percussion from frozen ivory, experiment carried out in 2007.

*Fig. 22 – Éclats allongés en ivoire détachés d'un bloc d'ivoire congelé, expérimentation réalisée en 2007.*

doubt that this circumstance is the reason why a considerable part of the known technologies for splitting tusk have, as was the case, two stages of manufacture: precore preparation in warm conditions and flaking of the cooled tusk.

Both phases of processing (in warm and cold conditions) can be observed on the transverse flake from the

mammoth tusk found by N. K. Vereshchagin in the course of his studies of the Berelekh location (fig. 23, no. 1).

There is reason to believe that the systematic removal of flakes from the rounded lateral surface of the tusk or antler without preliminary preparation is possible when using adzes or chisels having a strong, sharp and solid



1



2

**Fig. 23** – 1: transverse ivory spalls; 2: transverse removal scar on an ivory spall. Berelekh, Upper Palaeolithic site.

**Fig. 23** – 1 : chutes d'ivoire transversales ; 2 : négatif d'enlèvement transversal sur chute d'ivoire. Berelekh, site du Paléolithique supérieur.



**Fig. 24** – Transverse ivory spall. Zhokhov Mesolithic site.

**Fig. 24** – Chute d'ivoire transversale. Zhokhov, site mésolithique.

working edge. This does not mean the recognition of the correctness of the reconstruction of the tusk splitting model proposed by S. A. Semenov in 1957 (Semenov, 1957) and refuted by A. K. Filippov in 1983 (Filippov, 1983). When using direct percussion, blade and flake production from the rounded lateral side surface of the tusk is therefore almost impossible. However, it is possible that the treatment of the lateral surface of the tusk by breaking off small chips with a chisel or an adze is quite feasible.

Signs that are characteristic of the flakes made of moist, strongly cooled tusk or antler are:

- the smooth texture of the ventral surface, especially in the bulb of the percussion field and on a half or one third of the proximal part of fracture propagation;
- well-expressed, but at the same time rather thin radial 'beams' (fissures, hackle marks) dispersing in different directions from the impact (contact) zone point.

- Rather well-expressed, but smooth and plane shock wave (cracking ripples, compression waves).

- The proportions identical to proportions of the flake received when knapping flint of average quality.

In addition, intentional knapping of frozen mammoth tusk can be indicated by the presence, among the knapping products, of very large massive flakes with very small linear or almost pointwise impact platforms (fig. 23 and fig. 24), as well as narrow, thin and long blade-like flakes or blades, the removal of which from antler or tusks in dry form at positive temperatures is impossible.

The described methods of preparing raw materials for processing are almost certainly not an exhaustive list of such prehistoric techniques. And we still have to decipher the pages of the ancient history of the development of technology for processing bone, antler and tusks (Girya, 2015).

## BIBLIOGRAPHICAL REFERENCES

- BADER O. M. (1978) – Сунгирь — верхнепалеолитическая стоянка [Sungir: the Upper Paleolithic site], Moscow, Nauka, 272 p. [in Russian]
- FILIPPOV A. K. (1978) – Upper Palaeolithic Bone Point Manufacturing Techniques, *Soviet Archaeology*, 2, p. 23–32.
- FILIPPOV A. K. (1983) – Problems of the Palaeolithic Tools Technical Formation, in L. M. Vsevirov (ed.), *Production Technology in the Palaeolithic Era*, Leningrad, Nauka, p. 9–72.
- GERASIMOV M. M. (1941) – Обработка кости на палеолитической стоянке Мальта [Bone Processing at Mal'ta Palaeolithic Site], in P. P. Yefimenko (ed.), *Palaeolithic and Neolithic of the USSR*, Moscow and Leningrad, Nauka (MIA, 2), p. 65–85 [in Russian].
- GIRYA E. Y. (2015) – Analysis of some Results of Experimental Use-Wear Studies of Zhokhov Occupation Site in N. M. Chairkina (ed.), *IV Northern Archaeological Congress. Papers*, proceedings of the international meeting (Khanty-Mansiinsk, 19–23 October 2015), Ekaterinburg, Khanty-Mansiinsk, The Government of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Ugra, Institut of History and Archeology of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (IAI UB RAS), p. 28–37.
- GVOZDOVER M. (1995) – *Art of the Mammoth Hunters: the Finds from Avdevo*, Oxford, Oxbow (Oxbow Monographs in Archaeology, 49), 186 p.
- КНЛОПАЧЕВ G. A. (2000-2001) – Les techniques de débitage de l'ivoire dans les sites de la plaine russe au Paléolithique supérieur (25000-13000 av. J.-C.), *Préhistoire européenne*, 16–17, p. 215–230.
- КНЛОПАЧЕВ G. A. (2006) – *Industries Upper Paleolithic Eastern Europe ivory tusk industries*, St. Petersburg, Nauka, 262 p.
- КНЛОПАЧЕВ G. A., GIRYA E. Y. (2010) – *Секреты древних косторезов восточной Европы и Сибири: Приемы обработки бивня мамонта и рога северного оленя в каменном веке. По археологическим и экспериментальным* [Secrets of ancient carvers of Eastern Europe and Siberia: Treatment Techniques of ivory and reindeer antler in the Stone Age. Based on archaeological and experimental data], Saint-Petersburg, Nauka, 144 p. [in Russian].

- KHLOPACHEV G. A., GIRYA E. Y., KIMURA H. (2013) – *Homo Sapiens Challenged to the Arctic of Ice Age: the Life and Technique of Mammoth Hunters*, Tokyo, Yuzankaku, 210 p.
- KORAGO A. A. (1992) – *Introduction to Biomineralogy SPb*, Nedra, 280 p. [in Russian].
- PRASLOV N. D., ROGACHEV A. N. (1982) – *Палеолит Костенковско-Борщевского района на Дону 1879–1979 гг. Некоторые итоги полевых исследований. [Paleolithic of the Kostenkovsko-Borshchevsky district on the Don 1879–1979. Some results of field research]*, Leningrad, Nauka, 286 p. [in Russian].
- SCHMID E. (1989) – Die altsteinzeitliche Elfenbeinstatueette aus der Höhle Stadel im Hohlenstein bei Asselfingen, Alb-Donau-Kreis, *Fundberichte aus Baden-Württemberg*, 14, p. 33–118.
- SEMENOV S. A. (1957) – *Prehistoric Technology*, Moscow and Leningrad, Nauka (MIA, 54) p. 274–287.
- VERESHCHAGIN N. K. (1977) – The Berelekh Mammoth Cemetery, in O. A. Skarlato (ed.), *Mammoth Fauna of the Russian Plain and East Siberia*, Leningrad, Nauka (Trudy Zoologichsko Instituta, 72), p. 5–50.
- ZAMIATNIN S.N. (1934) – La station aurignacienne de Gagario et les données nouvelles qu'elle fournit sur les rites magiques des chasseurs quaternaires, *Bulletin de l'Académie de l'histoire de la culture matérielle*, 88, Moscou-Leningrad, les Éditions d'État, section sociale et économique.

**Evgeiy Y. GIRYA**

Experimental Traceological Laboratory  
Institute for the History of Material Culture  
Russian Academy of Sciences  
18, Dvortsovaya Embankment  
RU-191186 Saint-Petersbourg (Russie)  
kostionki@yandex.ru

**Gennady A. KHLOPACHEV**

Département d'archéologie  
Musée d'Anthropologie et d'Ethnographie  
de l'Académie des Sciences de Russie  
(Kunstkamera)  
3, quai Universitetskaia  
RU-199034 Saint-Petersbourg (Russie)  
gakmae@yandex.ru et gak@kunstkamera.ru



« À coup d'éclats ! »

*La fracturation des matières osseuses en Préhistoire :  
discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*  
Actes de la séance de la Société préhistorique française de Paris (25 avril 2017)

Textes publiés sous la direction de  
Marianne CHRISTENSEN et Nejma GOUTAS  
Paris, Société préhistorique française, 2018  
(Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 341-358  
www.prehistoire.org  
ISSN : 2263-3847 – ISBN : 2-913745-2-913745-74-1

## Entre technique et taphonomie

# État de la recherche sur la fracturation *lato sensu* du bois végétal au Paléolithique

Tiphanie CHICA-LEFORT et Gisèle MAERKY

**Résumé :** Cet article propose une contextualisation et une discussion des connaissances relatives aux techniques de fracture (*sensu* Christensen, 2016) appliquées au bois végétal pour les périodes du Paléolithique. Les analyses technologiques des assemblages de bois fossiles d'époque préhistorique se sont développées ces dernières décennies, mais les méthodes sont aujourd'hui encore à un stade exploratoire. Le faible nombre de sites paléolithiques où une analyse technologique a été entreprise sur du matériel ligneux pose problème pour élaborer une synthèse des techniques connues à ces périodes. Dû au caractère périssable du bois végétal, un important biais de conservation existe, et tandis que certaines collections sont exceptionnellement conservées, les pièces peu ou pas transformées ne font pas l'objet d'étude systématique.

Grâce au développement de l'analyse technologique des bois en contexte préhistorique, les techniques de fracture qui leur sont appliquées commencent à être mieux décrites. Toutefois, les découvertes étant rares et les méthodes d'analyse encore peu développées, la connaissance générale que l'on a de ces pratiques restent lacunaires et éparées. La terminologie est par conséquent encore peu normalisée pour décrire les gestes techniques du travail du bois des chasseurs-cueilleurs, si bien que les termes « fracturation » ou « pan de fracture » tel qu'ils sont traités dans cet ouvrage sur les matières dures animales ne sont, pour l'instant, pas des termes utilisés en technologie ligneuse. Cependant, on observe bel et bien sur le bois des stigmates de fracture qui interrogent sur les techniques employées pour parvenir à ce résultat. Deux techniques de fracture peuvent ainsi être identifiées : le fendage (ou percussion linéaire : Christensen, 2016) et la flexion. Les descriptions ethnographiques montrent que ces techniques et en particulier le fendage étaient abondamment utilisées par les chasseurs-cueilleurs récents ou actuels dont l'exploitation de la matière ligneuse était une part importante de leur économie. Des exemples nous montrent l'importance et la diversité d'utilisation des techniques de fracture dans les sociétés de chasseurs-cueilleurs paléolithiques.

La fracturation du bois végétal avec des outils en pierre est mieux connue au Mésolithique et au Néolithique où la prise en compte des stigmates techniques a permis d'identifier des actions de fendage du bois végétal avec une panoplie d'outils variés sur certains sites comme Star Carr en Angleterre.

Depuis les années 1990, des assemblages de bois végétal issus de contextes paléolithiques variés ont bénéficié d'études technologiques adossées à des expérimentations et prenant en compte les processus taphonomiques à l'œuvre dans la formation de ces assemblages.

Ainsi, afin de pouvoir identifier ces techniques sur les séries archéologiques de bois, il est crucial de traiter la question de la taphonomie afin de distinguer les fractures intentionnelles de celles d'origine naturelle (fragmentation). En effet, plusieurs facteurs et processus peuvent être la cause de la fragmentation du bois comme le *weathering*, le piétinement et l'action de l'eau. Certains processus naturels causent des pans de fracture naturels qui peuvent être confondus avec ceux relevant d'une action anthropique intentionnelle, comme le fendage ou la flexion du bois. Une synthèse des données disponibles sur ces questions nous a permis de recenser un certain nombre d'altérations taphonomiques et de stigmates techniques pouvant être identifiés sur des bois d'époque paléolithique.

**Mots-clés :** technologie du bois, fracturation, techniques de fracture, fendage, flexion, bois paléolithiques, taphonomie.

**Abstract:** This paper provides a contextualised approach and discusses our knowledge of Palaeolithic wood fracturing techniques (*sensu* Christensen, 2016). Over the last few decades technological analyses of prehistoric fossil wood remains have been more intensively developed. Nevertheless, the related methodology is still at an exploratory stage. This is mainly due to the small number of wood remains discovered for the Palaeolithic periods. Wood being a perishable material, it quickly disappears from archaeological sites. The lack of sites at which technological studies were carried out hinders an overview of the woodworking techniques known for this early period. Although some collections are exceptionally well preserved, the study of untransformed or only slightly transformed pieces is

not systematic.

With the development of technological wood analysis in a prehistoric context, fracturing techniques are increasingly better described. However, given that discoveries are still rare and methodologies still little developed, overall knowledge about fracturing is poor and scattered. Consequently, the terminology used to describe woodworking techniques of modern and ancient hunter-gatherers is not yet standardised. Woodworking specialists do not use the terms ‘fracturing’ and ‘fracture plane’ the way they are used for animal hard osseous material in the present volume. Nevertheless, fracturing stigmata (*lato sensu*, Christensen, 2016) can be observed on wooden objects, leading us to ask ourselves about the techniques that were used to obtain such a result. Two fracturing techniques can be identified: splitting and bending. Ethnographic descriptions evidence that these techniques and especially the splitting technique were widely used by hunter-gatherer societies, who were highly dependent on wooden resources. These examples show that fracturing techniques were important and diversified and this was certainly also the case as regards the techniques used by Palaeolithic people.

Fracturing techniques for the processing of wood using lithic tools are better known during the Mesolithic and Neolithic period, during which woodworking traces have been recorded. They make it possible to identify wood splitting actions using a wide range of tools at several sites such as Star Carr in the United Kingdom.

Since the 1990s, technological studies have been carried out on various Palaeolithic contexts, particularly through experimentations and by taking into account taphonomic processes. Indeed, to identify these techniques on archaeological artefacts, it is crucial to address the issue of taphonomy in order to be able to distinguish intentional fracturing from natural fracturing, called fragmentation. Several factors and degradation processes can cause wood fragmentation: weathering, trampling, action of water. Thus, natural processes can cause fracture planes; that may be misinterpreted as being woodworking marks made by intentional splitting or bending. A synthesis of available data on this subject allowed us to document some taphonomic alterations and anthropic marks that can be identified on wood in Palaeolithic contexts.

**Keywords:** wood technology, fracturing techniques, splitting, bending, Palaeolithic wooden remains, taphonomy.

EN RAISON du caractère périssable du bois, trop peu d’assemblages d’objets en bois végétal, qu’ils soient paléolithiques ou de chasseurs-cueilleurs récents, ont bénéficié de l’approche technologique telle qu’appliquée aux industries lithiques ou en matières dures d’origine animale. Le bois est pourtant un matériau de choix, complémentaire aux matières siliceuses et animales, car il permet de concevoir des objets très résistants à l’usage, aux formes variées et pouvant atteindre de grandes dimensions. Ses propriétés physiques telles que la durabilité, la résistance mécanique, la densité, son pouvoir isolant et son élasticité le rendent indispensable à de nombreuses activités et pour de multiples usages (Lavier *et al.*, 2009). Au regard de l’anthropologie culturelle, le bois végétal a de tout temps constitué une source de matière première essentielle au déroulement des activités quotidiennes et rituelles et ce, même dans des régions où cette ressource était peu abondante (Alix, 2016; Soffer *et al.*, 2000). Bien qu’il soit rarement découvert en contexte archéologique, les populations paléolithiques devaient également profiter de cette ressource ligneuse.

De ce manque de données sur le travail du bois au Paléolithique découle aussi un manque de repères terminologiques dans ce domaine. Pour les périodes historiques, compte tenu de l’emploi d’outils en métal similaires à ceux utilisés aujourd’hui, les spécialistes du travail du bois végétal peuvent faire appel à un vocabulaire issu de la menuiserie et de la charpenterie. Il est cependant plus difficile de trouver des termes adaptés aux techniques employées pour le travail du bois avec un outillage lithique ou en matières dures animales. Sachant que le bois végétal partage certaines caractéristiques anatomiques avec les matières dures animales, il semble pouvoir réagir de façon similaire aux mêmes types de sollicitations mécaniques (Christensen, 1999, p. 53). Ces

similitudes tiennent en premier lieu au caractère fibreux de ses tissus; ces dernières étant composées majoritairement de cellules minces et allongées parallèles entre elles. Par ailleurs, ces matières sont anisotropes, car toutes leurs cellules sont orientées d’une manière déterminée, il en résulte que ces matières réagissent différemment aux sollicitations mécaniques et physiques selon leur direction (Krotkine et Denancé, 2013, p. 45). Le caractère fibreux et l’anisotropie des matières osseuses et du bois végétal sont des propriétés qui ont une influence sur la manière dont ces matériaux réagissent aux techniques de fracture (*sensu* Christensen, 2016). C’est dans ce sens qu’il nous a paru intéressant de présenter un parallèle concernant la fracturation *lato sensu* (voir Goutas et Christensen, ce volume) du bois végétal dans ce volume consacré aux matières dures animales. Se baser sur certains acquis terminologiques de la technologie osseuse et les adapter aux spécificités mécaniques et physiques du bois végétal pourrait donc être un moyen d’avancer efficacement sur ce sujet.

Notre objectif sera de définir les techniques de fracture et de voir quel a pu en être leur usage pour le travail du bois dans une économie de chasseurs-cueilleurs. Malheureusement, comme pour les matières dures animales, diverses techniques de fracture ont pour stigmat principal le pan de fracture (Christensen, 2016; voir aussi Goutas et Christensen, ce volume); ce dernier étant très similaire à certaines altérations taphonomiques. La première étape est donc de pouvoir reconnaître si un pan de fracture est anthropique ou non, et à notre connaissance, si les critères distinctifs en la matière tendent à se préciser pour les matières dures animales, notamment au travers de plusieurs contributions au sein de cet ouvrage, ces critères restent encore limités pour le bois végétal. C’est en partie à combler ce manque que cet article est destiné.

## LE BOIS VÉGÉTAL NOTIONS INTRODUCTIVES

Le bois est issu d'un organisme vivant : l'arbre. Il se retrouve dans les racines, le tronc et les branches. Il s'agit d'un tissu organique ne contenant qu'une très faible proportion d'éléments minéraux (Tsoumis, 1991, p. 60) à la différence des matières dures animales qui comprennent une phase minérale importante (environ 60 % pour le bois de cervidé et 67 % pour l'os de fémur de bovidé; Reiche et Chadefaux, 2015, p. 45). Il a déjà été dit en introduction que le bois est constitué de différentes cellules majoritairement orientées verticalement et qu'en cela il s'agit d'un matériau fibreux. Ces cellules sont principalement chargées de la conduction de la sève, du stockage des nutriments et du maintien de la structure.

Dans les milieux tempérés, l'arbre produit tous les ans une couche périphérique de cellules supplémentaires, c'est le cerne de croissance (Lavier, 2013, p. 257-258; Tsoumis, 1991, p. 12-15). Différentes parties peuvent alors être distinguées en allant de l'extérieur vers l'intérieur du tronc (Schweingruber, 1978, p. 13; ici : fig. 1); l'écorce, la couche extérieure de l'arbre, le protège des attaques extérieures, l'aubier est le bois formé le plus récemment au sein de l'arbre et dont toutes les cellules sont actives, et enfin le duramen est le bois le plus ancien au sein de l'arbre. Les cellules du duramen n'ont plus qu'un rôle de soutien de la structure et non plus de conduction et de stockage de la sève, on dit qu'elles sont mortes (Dinwoodie, 2000, p. 3; Lavier, 2013, p. 258; Tsoumis, 1991, p. 15-16 et 29).

Compte tenu de l'arrangement de ces cellules, trois plans différents du bois peuvent être distingués (fig. 1) :

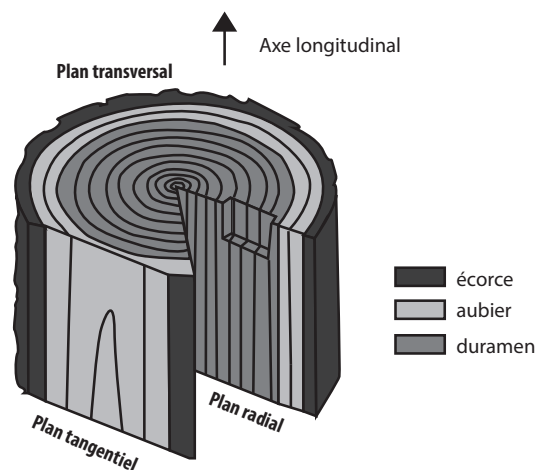
- transversal, *i. e.* perpendiculaire à l'axe longitudinal de l'arbre;
- tangentiel, *i. e.* parallèle à l'axe longitudinal de l'arbre, tangent aux cernes et ne passant pas par le cœur de l'arbre;
- radial, *i. e.* parallèle à l'axe longitudinal de l'arbre et passant par le cœur de l'arbre.

### Généralités sur les propriétés physiques du bois

#### Variabilité

La croissance du bois est le produit d'une interaction de facteurs (génétiques, climatiques et écologiques) qui modifient le processus de formation du bois et en fait une matière extrêmement variable (Boura, 2009). Ainsi :

« la composition chimique du bois, ses caractéristiques physiques et mécaniques, sa densité, son anatomie, relèvent à la fois de ses conditions de croissance (nature et type de sol, altitude, exposition), de l'âge de l'individu ou du rang de l'axe, de la saison de coupe et, enfin de la génétique (variations populationnelles ou taxonomiques) » (Théry-Parisot *et al.*, 2016, p. 486).



**Fig. 1** – Structure et plans du bois (modifié de Schweingruber, 1978).

*Fig. 1* – Wood structure and sections (modified after Schweingruber, 1978).

Cette diversité de propriétés chimiques, physiques et mécaniques du bois est une notion centrale pour l'artisan aussi bien que pour le technologue afin de comprendre comment cette matière peut être travaillée. Cette variabilité influe notamment sur des propriétés telles que la densité du bois qui peut être très différente d'une essence à une autre allant du Balsa (*Ochroma pyramidale*) avec une valeur de 0,176 kg/m<sup>3</sup> au Gaiac (*Guaiacum sp.*) avec une densité de 1,230 kg/m<sup>3</sup> (Dinwoodie, 2000, p. 43). La densité est par ailleurs corrélée à la majeure partie des autres propriétés physiques et mécaniques de cette matière (Dinwoodie, 2000; Krotkine et Denancé, 2013, p. 49).

#### Anisotropie

Le bois peut être considéré comme un matériau « composite constitué de fibres de celluloses orientées » (Krotkine et Denancé, 2013, p. 45). Cette orientation est majoritairement verticale et chaque plan du bois (transversal, tangentiel, radial) présente alors les cellules ligneuses sous un autre angle. Cet arrangement spécifique le rend anisotrope, c'est-à-dire qu'il ne réagit pas de la même manière aux sollicitations physiques et mécaniques selon ses plans (Dinwoodie, 2000, p. 5).

#### Humidité

Le bois est un matériau hygroscopique; il a la capacité d'absorber l'eau présente dans son environnement sous forme de vapeur ou de liquide et de la restituer lorsque l'hygrométrie baisse. L'eau peut être présente sous forme d'eau liée, dans les parois des cellules ou d'eau libre, à l'intérieure des vaisseaux et des interstices (Aléon, 2013, p. 3135). Lorsque le bois sèche, c'est l'eau libre qui s'échappe la première. Lorsque toute cette eau libre s'est échappée, le bois atteint le point de saturation des fibres (PSF), généralement situé autour de 30 % d'humidité. Ce n'est



qu'ensuite que le bois perd son eau liée. En dessous du point de saturation des fibres, le bois varie en termes de dimension et plus il sèche, plus il perd en volume. Par ailleurs, la plupart des propriétés mécaniques du bois, et notamment son élasticité, dépendent de l'humidité qu'il contient (Krotkine et Denancé, 2013, p. 46).

### Retrait

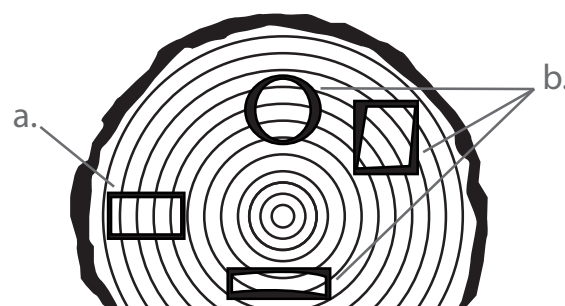
Le phénomène de variation dimensionnelle, lorsque le bois perd son eau liée, est appelé le « retrait du bois ». Le bois étant un matériau anisotrope, son retrait n'est pas équilibré selon ses plans. Dans son axe longitudinal, le retrait est extrêmement faible, et peut être 50 fois plus élevé sur l'axe tangentiel, étant lui-même 1,5 à 2,5 fois plus élevé que sur l'axe radial (Aléon, 2013, p. 33). Ce déséquilibre vient créer des déformations des pièces de bois lors du retrait du bois. Le schéma (fig. 2), montre le type de déformation subit selon la position et l'orientation de la pièce de bois au sein du tronc. On observe que ces déformations sont importantes lorsque l'orientation des pièces ne suit pas celle des plans du bois et qu'il est cependant possible de les contrôler lorsque les plans du bois sont pris en compte. C'est ce phénomène qui entraîne l'apparition des fentes de séchage dont la présence peut être accentuée si le séchage du bois est trop rapide ou trop élevé (Dulbecco et Luro, 1998, p. 34).

Ces particularités structurales, chimiques et physiques du bois ont une influence sur les propriétés mécaniques du bois en relation avec les techniques de fracture et les altérations taphonomiques (cf. *infra*). Elles différencient également le bois des matières dures animales sur certains aspects. Par exemple, le bois, car non minéral, est moins sujet à la propagation des fractures préexistantes que les matières dures animales (Currey, 2002, p. 98).

## TECHNOLOGIE : FRACTURE INTENTIONNELLE

### Fracture et pan de fracture dans le travail du bois

Le terme de fracture ou de fracturation *lato sensu*, comme il est traité dans cet ouvrage, n'est pas encore un terme utilisé par les spécialistes du travail du bois. Il convient alors de le redéfinir selon les principes mécaniques propres au bois végétal. En effet, il est assez délicat de l'utiliser, sans ajustement, pour parler du bois végétal, qui malgré sa similarité structurelle avec les matières dures animales déjà énoncée, est plus plastique, car moins minéral. La technique de fracture par percussion diffuse directe (ou éclatement, *sensu* Christensen, 2016) appliquée transversalement aux fibres fonctionne très bien sur les matières dures animales en produisant des éclats (débitage par fracturation *stricto sensu*, voir Goutas et Christensen, ce volume); en revanche, elle n'est absolument pas concluante pour le bois végétal qui ne



**Fig. 2** – Déformation du bois après retrait du bois (modifié de Dulbecco et Luro, 1998) ; a : retrait équilibré grâce à la concordance des plans du bois et des côtés de la pièce extraite ; b : retrait entraînant des déformations de la section de la pièce de bois dû à la non-prise en compte des plans du bois.

**Fig. 2** – Wood deformation after shrinkage (modified from Dulbecco and Luro, 1998); a: controlled shrinkage thanks to the concordance of the radial and tangential wood sections of the extracted piece; b: shrinkage triggering deformations of the section of the wooden pieces, because the orientation of the wood sections was not taken into account.

subit, pour le même geste, qu'un écrasement des fibres. Le bois, grâce à sa structure en fibres longitudinales, son élasticité et sa résistance aux chocs dans l'axe transversal, est un matériau qui ne produit pas d'éclats. Cependant, si l'on conçoit la fracturation dans une acception large, soit comme la rupture d'un matériau suite à une violente contrainte mécanique et créant un pan de fracture, il est alors possible d'utiliser ce terme pour décrire certaines techniques du travail du bois végétal. En effet des techniques, bien connues, que sont le fendage (ou clivage) et la flexion, répondent à cette définition (cf. *infra*). La première technique désigne une séparation des tissus opérée parallèlement aux fibres ligneuses ; la seconde les rompt perpendiculairement.

Comme c'est le cas pour les matières dures animales, ces techniques créent un stigmate principal : le pan de fracture. Ce stigmate peut être reconnu par sa surface brute et irrégulière, car les fibres sont simplement séparées par la force appliquée dans l'axe parallèle aux fibres dans le cas du fendage (fig. 3a) ou déchirées quand la force est appliquée perpendiculairement aux fibres dans le cas de la flexion (fig. 3b).

### Le fendage

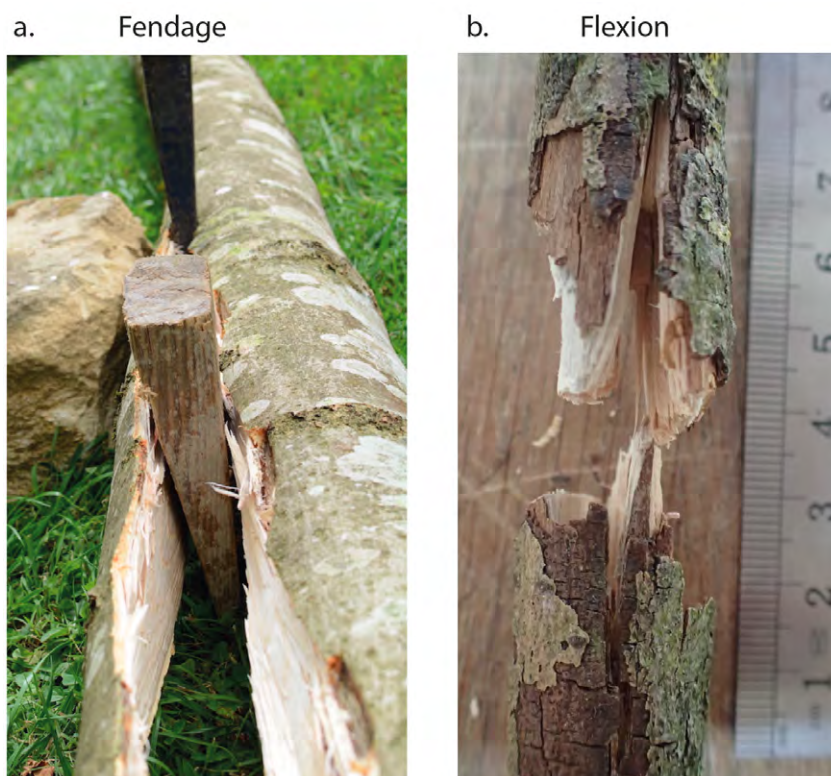
#### Définition et principes mécaniques du fendage

Le fendage est une technique consistant à diviser une pièce de bois, non pas en coupant les fibres ligneuses, mais en les séparant dans leur sens longitudinal. Le fendage, une percussion linéaire, peut être direct ou indirect. Dans tous les cas, une pièce équipée d'un biseau doit être utilisée pour qu'elle puisse se glisser entre les fibres, les écarter et ainsi créer une ligne de fente. Daniel Pillonel rajoute à ce sujet :

« L'épaisseur et la forme de la lame jouent un rôle non négligeable dans le travail de la fente. Une lame épaisse, terminée par un biseau abrupt, contribue à écarter davantage les flancs et éloigne de façon notable la ligne de fente du tranchant (Pillonel, 2007, p. 63). »

Le bois est un matériau qui par son caractère fibreux, se prête bien au fendage, on dit qu'il est fissible. De par son anisotropie, le bois n'est fissible que dans le sens des fibres et l'est plus facilement dans son plan radial que tangentiel. Bien que tous les bois possèdent cette qualité, la fissibilité, appelée également aptitude au fendage, varie largement selon les espèces et les conditions dans lequel l'arbre a poussé (Record, 1914, p. 41). Elle regroupe plusieurs paramètres qui déterminent l'efficacité de la technique de fendage et surtout le contrôle que peut avoir l'artisan sur cette technique. Tout d'abord le fil du bois, c'est-à-dire l'orientation des cellules longitudinales du bois, doit être droit. Il s'agit d'un facteur primordial pour qu'un morceau de bois ait de bonnes qualités de fissibilité. En effet, cette technique crée une ligne de fente parallèle aux fibres qui s'ouvre en suivant la direction du fil. Ainsi, si le fil du bois n'est pas droit, la ligne de fente ne l'est pas non plus, car elle suit cette déviation et le geste technique ne peut alors que très difficilement être maîtrisé. Certains bois, comme la

plupart des arbres fruitiers, le charme (*Carpinus betulus*) ou les cornouillers (*Cornus* sp.) par exemple, ont une faible aptitude au fendage, car leur fil est tors, c'est à dire qu'il suit naturellement un trajet en hélice par rapport à l'axe de l'arbre. Alors que les essences comme les noisetiers (*Corylus* sp.), les pins (*Pinus* sp.) ou le cèdre rouge (*Thuja plicata*) sont, quant à elles, d'excellente fissibilité. Le droit fil du bois n'est toutefois pas uniquement déterminé par son essence, mais aussi par la rectitude de la tige ou du tronc qui dépend de « l'histoire de l'individu » selon si sa croissance a pu être rectiligne ou non. Bien que l'essence auquel il appartient soit *a priori* de bonne fissibilité, il peut avoir poussé dans un environnement non propice, par exemple sur un terrain pentu ou face à un vent fort unidirectionnel, qui a pu faire dévier sa trajectoire de croissance et le rendre inapte au fendage. Par ailleurs, des singularités et défauts venant interrompre le caractère rectiligne des fibres peuvent apparaître dans le bois : nœuds, poches de résine, gélivures, ou autres blessures. Leur présence est donc à éviter lorsque l'on veut contrôler la fente d'un bois. Enfin, et bien que ces aspects soient secondaires par rapport au fil du bois, il faut signaler que la fissibilité augmente plus la cohésion des fibres est faible et la rigidité du bois est forte, ce qui dépend également des essences (Record, 1914, p. 41).



**Fig. 3** – Exemples de techniques de fracture; a : fendage par percussion indirecte linéaire sur tronc de frêne, *Fraxinus excelsior*, de 16 cm de diamètre (cliché G. Maerky); b : flexion transversale effectuée sur une branche d'érable, *Acer pseudoplatanus* (cliché T. Chica-Lefort). Dans les deux cas, on observe de part et d'autre de la rupture du matériau des pans de fracture.

**Fig. 3** – Examples of fracturing techniques; a: splitting by indirect linear percussion on an ash (*Fraxinus excelsior*) tree trunk of 16 cm in diameter (photo G. Maerky); b: transverse bending on a maple (*Acer pseudoplatanus*) branch (photo T. Chica-Lefort). In both cases, fracture planes can be observed on either side of the rupture of the material.

Si de nos jours, le perfectionnement des outils, l'usage du métal et le traitement industriel du bois permettent de s'affranchir partiellement des contraintes de la matière, la recherche de bois de forte fissibilité devait probablement être primordiale au Paléolithique et pour les peuples de chasseurs-cueilleurs de tout temps, car c'est un critère essentiel pour fendre un morceau de bois de façon contrôlée avec des outils lithiques, osseux ou ligneux. Certains exemples archéologiques pourraient montrer cette attention à la sélection de bois fissible pour des actions de fendage. C'est par exemple le cas à Monte Verde au Chili (18,5-14,5 ka cal. BP), alors que d'autres espèces étaient disponibles et utilisées, les objets sur lesquels ont été identifiés des stigmates de fendage sont faits d'une seule espèce, le *mañio* (*Podocarpus nubigenus*), qui est d'excellente fissibilité (Dillehay, 1997, p. 152). Au Japon, la comparaison des choix de sélection de matière première pour la fabrication d'objets en bois végétal entre les périodes Jomon, où uniquement des outils en pierre étaient disponibles, et la période Kofun, où l'adoption du métal est déjà acquise, est également révélatrice à ce sujet. En effet, à la période Jomon, on sélectionne majoritairement du châtaignier (*Castanea crenata*), qui est d'excellente fissibilité et donc plus facilement fissible même avec des outils simples. À la période Kofun, d'autres espèces moins fissibles comme le chêne (*Quercus sect. aegilops*) prennent le dessus, ce qui pourrait s'expliquer par l'usage d'outils plus perfectionnés permettant de contourner les contraintes de la matière (Noshiro *et al.*, 1992, p. 440). Ainsi, on peut conclure que le fendage est une technique fondée sur l'exploitation des qualités intrinsèques de la matière (fissibilité), son efficacité varie selon le bois utilisé, le choix de celui-ci est donc déterminant et la connaissance des matières indispensable pour pouvoir l'appliquer.

### L'emploi du fendage

Le fendage est une technique dont l'importance est fonction de son utilisation pour l'étape de débitage du bois végétal. La technique du sciage, pour de gros blocs, n'est, quant à elle, attestée que plus tardivement avec l'émergence de lames de scie en métal. On peut alors estimer que le fendage a été une des seules techniques utilisables pour débiter le bois avec des outils non métalliques. À cela, s'ajoute l'importance même du débitage dans le travail du bois. En effet, le bois peut être de qualité différente selon l'endroit du tronc où il est extrait. Les techniques de fendage ne servent alors pas uniquement à obtenir un gabarit ou une morphologie adéquate pour la fabrication d'objets, mais aussi à extraire un bois aux propriétés requises pour certaines utilisations. L'aubier est par exemple bien plus putrescible que le duramen (Collardet et Besset, 1988, p. 10-11), et peut être une partie indésirable si le but est d'utiliser du bois le plus durable possible. Par ailleurs, le bois végétal étant un matériau hygroscopique et anisotrope (cf. *infra*), il peut, après façonnage, se déformer de manière indésirable selon les conditions climatiques ambiantes (fig. 2). Pour

préserver le profil d'un support en bois, il est donc indispensable de l'extraire en prenant en compte l'orientation des plans du bois. Le débitage est alors inévitable pour sélectionner la partie la plus stable, se situant préférentiellement dans le duramen et extraite en suivant l'orientation des plans du bois. Ce choix de matière est particulièrement crucial pour certains objets comme les hampes de projectiles dont les qualités aérodynamiques dépendent de la rectitude de leur profil. Klaus Beckhoff a cherché à définir quelles étaient les propriétés que devait posséder un bois de hampe de flèche. Il conclut que le matériau doit être choisi selon son élasticité, sa fissibilité, mais également sa stabilité, c'est-à-dire sa capacité à ne pas se déformer après fabrication. Selon ce dernier critère, Klaus Beckhoff rappelle qu'un tel bois doit nécessairement être extrait du duramen du tronc (Beckhoff, 1965, p. 54). Il est probable que cet aspect était connu par les sociétés paléolithiques dont la survie dépendait de l'efficacité de leur projectile :

« Dass aber bereits im Endpaläolithikum Kiefernholz gebräuchlich war, zeigen die in Ahrensburg/Stellmoor zahlreich aufgefundenen Schäfte, demnach man die nicht einfache Werkstoffgewinnung durch geschicktes Spalten mittels einfacher Flintwerkzeuge bereits verstand<sup>(1)</sup> (Beckhoff, 1965, p. 56). »

Compte tenu de l'importance même de la phase de débitage pour obtenir des supports de qualité et de par le caractère quasi indispensable du fendage pour cette étape de la chaîne opératoire, la maîtrise de la technique de fendage, peut être considérée comme moteur pour permettre des avancées ou des perfectionnements dans la production des objets en bois.

L'utilisation du fendage n'est pour autant pas limitée à la phase de débitage et peut également être utilisée lors du façonnage des objets. Les exemples sont plus rares, mais les objets monoxyles fourchus en constituent un. Les femmes *yaghan*, chasseurs-cueilleurs historiques de Patagonie australe, utilisaient notamment, de longues fourches pour collecter des coquillages et des crustacés sous l'eau. Des textes ethnographiques (Gusinde, 1937, p. 488; Hyades et Deniker, 1891, p. 301, pl. 32) précisent que ces fourches étaient faites d'une pièce de bois dont l'extrémité était fendue en plusieurs fourchons maintenus écartés par un système de ligature; ce dernier empêchait du même coup que la ligne de fente ne se propage lors de l'utilisation.

### Les variantes du fendage

#### La percussion linéaire indirecte

La percussion linéaire indirecte est une technique idéale pour fendre le bois, car elle permet une certaine maîtrise du geste et peut se faire à l'aide d'outils relativement simples. Elle nécessite l'usage d'une pièce intermédiaire à partie active biseautée : le coin, encore en usage aujourd'hui. Selon les sources archéologiques aussi bien qu'ethnographiques, le coin est un élément

intemporel et interculturel de la culture matérielle des chasseurs-cueilleurs, et il serait vain de vouloir en citer tous les témoignages. Bjarne Grønnow signale pour les sites de Qequerqasussuk et Qajaa à l'ouest du Groenland à la période Saqqaq (3900-2600 BP):

« All of the woodworking began by splitting the driftwood trunks into beams or 'boards'. This was done by means of quite sturdy wedges of whale bone, antler, or (rarely) ivory. The wedges show traces of heavy hammering on the proximal end (Grønnow, 2012, p. 25). »

En quelques mots, Bjarne Grønnow reprend des points fondamentaux de la percussion indirecte linéaire, valables également pour d'autres contextes. Il souligne l'importance du fendage pour le travail du bois et insiste sur le fonctionnement du coin en tant que pièce intermédiaire. Sur les sites paléolithiques où les objets en bois ont disparu, cet outil et ses traces d'utilisation restent la principale porte d'entrée pour documenter la technique du fendage par percussion indirecte. Les coins peuvent être faits de diverses matières dures animales, mais d'autres matériaux peuvent être envisagés, comme les matières lithiques ou ligneuses. Le film ethnographique *Building a kayak* (Balicki et Brown, 1967), montre par exemple deux Inuit Netsilik (Arctique canadien) qui après avoir initié une fente avec un outil métallique, introduisent de simples pierres plates dans la ligne de fente pour la faire ouvrir. L'utilisation de coin en bois végétal est également largement documentée en contexte ethnographique (Linton, 1923, p. 347; Birket-Smith, 1953, p. 73; Osgood, 1970, p. 362; Emmons, 1991, p. 191). Il s'agit cependant d'objets périssables qui, bien que possiblement produits également au Paléolithique, ne se conservent pas sur la plupart des sites fouillés. Ce n'est qu'en contexte exceptionnel qu'ils sont retrouvés comme à Monte Verde au Chili (18500-14500 cal. BP) ou des pièces en bois végétal « with sharp-pointed or wedge shaped edges » sont identifiés comme étant des pièces intermédiaires ayant servi à fendre du bois végétal (Dillehay, 1997, p. 151). Selon les sources ethnographiques, le percuteur peut être de différents types, d'une simple masse en pierre (Olson, 1936, p. 78; Gusinde, 1937, p. 496; Stewart, 1984, p. 30), au galet emmanché (Honigmann, 1954, p. 28; Stewart, 1984, p. 30-31) ou encore au maillet en bois (Nelson, 1900, p. 88; Osgood, 1970, p. 103).

Pour des tronçons courts, le bois est susceptible d'être fendu par le plan transversal du bois, c'est-à-dire à partir de l'extrémité du bois, appelée aussi bois de bout. Cependant, dès qu'il s'agit d'extraire de longs supports, par exemple pour des hampes de projectiles de plusieurs mètres, les troncs sont attaqués de manière latérale, en insérant successivement des coins dans la fente de manière à la guider jusqu'à ce que la partie voulue se détache.

#### La percussion linéaire directe

Pour ce qui est de la percussion linéaire directe, c'est la hache qui, avec « sa longue lame biseautée, est l'outil

type pour cette intervention » (Pillonel, 2007, p. 63). Il est en réalité difficile de procéder à du fendage par percussion linéaire directe avec un autre type d'outil puisque pour cette technique deux critères semblent essentiels : une lame assez fine et lisse pour pouvoir s'insérer entre les fibres du bois, les séparer sans les écraser et une force du geste élevée, permettant de créer une fente la plus longue possible, induisant automatiquement la présence d'un manche. Le geste qui répond le plus explicitement à ces principes est certainement celui de la hache décrivant un arc de cercle au-dessus de l'utilisateur afin, d'une part, d'accumuler de la puissance et d'autre part, que la lame de la hache puisse au moment du contact avec le bois se planter entre les fibres et initier une fente qui se propagera sur une certaine longueur en fonction de la force du geste, de la taille et de la fissibilité de la pièce de bois. Pour l'instant, nous ne disposons d'aucune donnée paléolithique qui prouve l'utilisation de cette variante du fendage. En effet, bien que des outils comme le hachereau aient pu faire office de haches, leur usage pour le fendage n'est pour l'instant pas attesté par les études fonctionnelles (Deschamps, 2014, p. 129).

#### À propos d'autres variantes du fendage

Les sources ethnographiques démontrent qu'après avoir initié une fente par percussion linéaire directe ou indirecte, il peut exister différentes manières de contrôler ou de provoquer le détachement de la matière. C'est ce que l'on observe auprès des Yupiit du Sud-Ouest de l'Alaska qui utilisent le couteau croche, dont l'extrémité proximale du manche est aplatie en biseau permettant son insertion dans une fente (Alix, 2007, p. 387). Ce manche était utilisé en pression linéaire pour détacher par exemple de fines baguettes de bois et permettait un bon contrôle du geste. Il peut également être nécessaire ou plus efficace d'utiliser cette technique par pression afin de fendre une grume de très gros diamètre. C'est ce qu'on fait les Quinault de la côte ouest de l'État de Washington (Olson, 1936, p. 66) ou encore les Tlingit de la côte nord-ouest pacifique d'Amérique du Nord (Stewart, 1984, p. 36), qui abattaient des cèdres rouges (*Thuja plicata*) de grand gabarit pour la production de planches utilisées en construction ou pour des canots. Cette essence d'arbre, d'excellente fissibilité, fait en effet généralement entre 40 m et 70 m de hauteur et 0,90 m à 1,50 m de diamètre à l'âge adulte (Collardet et Besset, 1988, p. 196-197). Hilary Stewart et Ronald L. Olson décrivent ainsi les étapes de débitage des planches par, respectivement, les Tlingit et les Quinault : création d'une fente par percussion indirecte, écartement progressif de la fente par insertion de coins puis, lorsque la fente est suffisamment écartée, insertion d'un long bâton placé perpendiculairement à l'axe du tronc et dépassant largement le diamètre de ce dernier. Deux hommes tiennent alors chacun une extrémité du long bâton et l'actionnent comme un levier pour faire filer la fente. Hilary Stewart (Stewart, 1984, p. 36) documente également une autre technique des Tlingit impliquant l'utilisation d'une pièce intermédiaire dont l'extrémité distale était concave pour pouvoir s'ajuster à la section du long bâton. Cette

pièce était ensuite percutée avec une masse en pierre pour faire avancer le bâton dans la fente afin de faire ouvrir cette dernière jusqu'au détachement de la planche.

## La flexion

### *Définition et principes mécaniques de la flexion*

La flexion est une technique qui, à la différence du fendage, agit de manière perpendiculaire aux fibres. Concernant les matières dures animales, Marianne Christensen rattache cette technique à un mode d'action qui est la pression statique (Christensen, 2016, p. 43). En effet, il s'agit d'exercer une flexion par une pression continue en deux ou plusieurs points fixes pour provoquer « une compression des fibres sur une face et un étirement sur l'autre. Cette pression force la matière à se déformer jusqu'à ce que ses fibres constituantes rompent » (Christensen, 2016, p. 43). On pourra considérer que cette description de la technique de flexion est également applicable au bois végétal qui peut se déchirer de la même manière.

En mécanique des bois, la flexion est une sollicitation majeure puisqu'elle peut être provoquée dès qu'une pièce de bois supporte une contrainte en sa partie centrale, l'exemple le plus explicite étant l'arc en extension, mais on pourrait aussi évoquer le cas des poutres de soutènement de charpente et les planchers. Rappelant la description de cette technique pour les matières dures animales, cette sollicitation est définie par un ensemble de contraintes : compression, tension et cisaillement. La première contrainte consiste en un écrasement des fibres, la seconde en un étirement et la troisième en un glissement parallèle d'une partie de la matière sur l'autre (Krotkine et Denancé, 2013, p. 55).

Pour fracturer un bois par flexion, l'effort est appliqué instantanément sur le bois et correspond donc à ce qui est appelé la flexion dynamique, en opposition à la flexion statique où l'effort croît de manière lente et constante comme dans le cas d'une poutre de soutènement de charpente (Krotkine et Denancé, 2013, p. 59). Le bois peut résister à l'effort de flexion grâce à ses propriétés élastiques. Celles-ci sont variables selon les essences et peuvent être calculées par le module de Young. Cependant lorsque les contraintes sont trop fortes, on atteint ce qui est appelé la limite d'élasticité. C'est au-delà de ce point que se situe la rupture du matériau, recherchée dans la technique de fracture par flexion. La résistance en flexion peut être calculée par le modèle de contrainte à la rupture exprimé en newtons par mètre ou millimètre carré ( $1\text{N/m}^2 = 1\text{ Pa}$ ,  $1\text{ N/mm}^2 = 1\text{ mégapascal ou MPa}$ ; Meyrueis *et al.*, 2004, p. 65). Par exemple, l'épicéa (*Picea abies*) a une résistance en flexion de 78 MPa, le hêtre commun (*Fagus sylvatica*) de 107 MPa et le frêne commun (*Fraxinus excelsior*) de 113 MPa (Gérard *et al.*, 2011). En comparaison, il est estimé que l'os compact de fémur de bovin a une résistance en flexion de 238 MPa et le bois de renne de 193,7 MPa sec et 145,1 MPa réhydraté

(Chen *et al.*, 2009). À diamètre égal, le bois est donc plus facile à fracturer par flexion que ne l'est le bois de renne et particulièrement l'os. Néanmoins, sans aide mécanique, il reste difficile de fracturer par flexion une grume (tronc ébranché) de gros diamètre.

De manière générale, outre la variabilité inter-espèce, plus le bois est dense, moins il est facile à fracturer par flexion. L'humidité dans le bois a, elle, une conséquence contraire, et à densité égale un bois humide est moins résistant à la rupture (Krotkine et Denancé, 2013, p. 46). D'autres aspects peuvent nuancer cet équilibre notamment l'homogénéité des éléments anatomiques du bois et la régularité de son fil (Collardet et Besset, 1988, p. 18).

### *L'emploi de la flexion*

La flexion est une technique ne nécessitant aucun outil particulier, et qui a certainement été utilisée pour une quantité de gestes quotidiens au Paléolithique. Il a été établi pour les matières dures animales que lors d'une rupture par flexion, plus les points de maintien sont éloignés plus la cassure présente un pan de fracture de grande amplitude, dite en languette; plus ils sont rapprochés moins la fissure risque de filer et la cassure est alors en dent-de-scie (Rigaud, 2001). La rupture par flexion sur bois végétal, car il s'agit également d'un matériau fibreux, fait appel à la même logique mécanique et produit des pans de fracture de mêmes types. Dans tous les cas, l'usage de la flexion crée un pan de fracture irrégulier. En cela, cette technique est rarement intégrée directement à une chaîne opératoire de transformation du bois végétal (nous ne connaissons d'ailleurs aucun exemple). Il existe cependant des moyens de rendre la cassure par flexion plus contrôlable notamment en préparant des lignes de faiblesse, par exemple en réduisant le diamètre à l'endroit précis où l'on veut que les fibres du bois se déchirent. Ce type de préparation de la matière avant flexion a notamment été observé par Claire Alix (Alix, 1994 et 2001) sur des sites thuléens de l'arctique, pour la découpe des extrémités d'objets, comme des chevilles ou des hampes (fig. 4).

## LES ASSEMBLAGES EN BOIS VÉGÉTAL PALÉOLITHIQUES ET LA FRACTURATION

Les traces directes d'exploitation de bois végétal au Paléolithique sont rares et les séries mises au jour sont souvent difficiles à analyser pour des questions évidentes de conservation (surfaces altérées, pièces fracturées, etc.). Il est ainsi difficile d'évaluer le rôle réel du travail du bois à cette période, et plus encore la place de la fracturation *lato sensu* (cf. *supra*) dans le système technique. Toutefois ces dernières années, les découvertes d'assemblages de bois végétal bien conservés se multiplient (Aranguen *et al.*, 2018; Gaspari *et al.*, 2011; Nadel *et al.*, 2006; Rosendahl *et al.*, 2006; Rios-Garaizar *et al.*, 2018) et permettent de présenter un bilan des stigmates techniques observés sur le mobilier et les éventuelles indices de frac-

turation (par fendage et par flexion) du bois végétal en contexte paléolithique.

Les données sont plus nombreuses pour le Mésolithique, particulièrement en Europe septentrionale. Il s'agit à la fois d'éléments de construction, de navigation, mais également d'armes et d'outils variés (voir Guéret, 2013 pour une synthèse détaillée p. 356 et suivantes). Certains ont fait l'objet d'analyses technologiques pour comprendre les modalités de débitage et de façonnage du bois végétal : les pagaies et les plateformes constituées de planches de bois débités et fendus sur le site de Star Carr en Angleterre (Conneller *et al.*, 2012; High *et al.*, 2016); les éléments d'arcs, de hampes et de pointes de flèches à Holmegård I, II et IV au Danemark (David, 2004); les pieux et les pièges de vannerie à Dublin et à Clowanstown en Irlande (McQuade et O'Donnell, 2007); les nasses et la pirogue monoxyle de Noyen-sur-Seine en France (Mordant et Mordant, 1992) et enfin les pagaies de Duvensee en Allemagne (Bokelmann, 2012). Ce travail du bois végétal est également bien documenté au Néolithique et il existe aujourd'hui un large corpus de

bois conservés de cette période. Citons seulement les cas français les plus connus, comme les pirogues de Paris « Bercy » (Arnold, 1998) ou les restes de bois des sites palafittes des Alpes et du Jura (Baudais, 1987; Pétrequin, 1997; Pétrequin *et al.*, 2006).

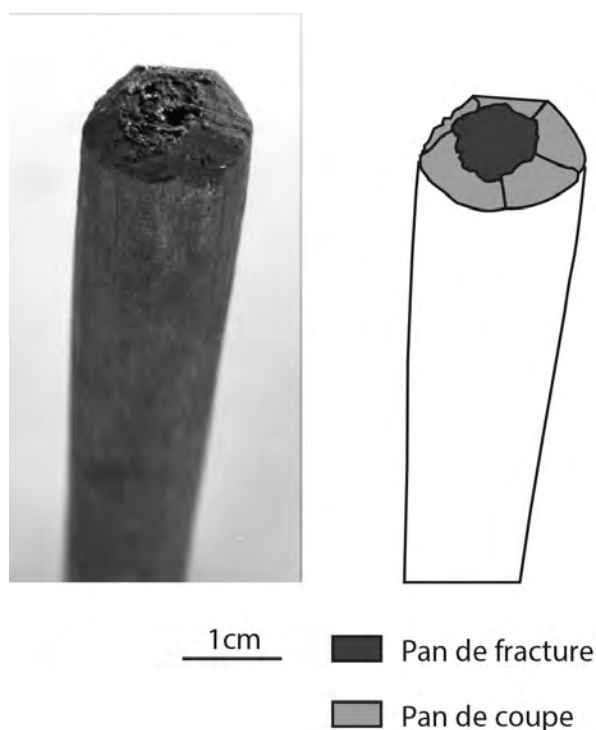
Ces gisements mésolithiques et néolithiques constituent des sources majeures pour l'élaboration de protocoles d'étude de bois paléolithiques et aussi pour tenter de mieux appréhender le panel des techniques de fracture du bois végétal.

Pour le Paléolithique, l'absence d'assemblages de bois a évidemment entraîné un retard dans la mise en place d'approches technologiques. Les modalités d'acquisition et d'exploitation du bois végétal par des techniques de fendage (directe ou indirecte) sont particulièrement mal connues à ces périodes. Le cas du site de Kalambo Falls (Zambie) attribué à l'Acheuléen en est une bonne illustration. L'étude du mobilier relève exclusivement d'une approche typologique, tandis que les processus à l'origine de la fragmentation de certaines pièces de bois ne sont jamais questionnés (Clark, 2000). Cette approche principalement typologique des collections de bois est fréquente pour les sites découverts avant les années 1990 (Movius, 1950; Fagan *et al.*, 1966; Freeman et Butzer, 1966; Mania et Toepfer, 1973; Oakley *et al.*, 1977; Tyldesley et Bahn, 1983; Gaudzinski *et al.*, 1996; Thieme, 1997; Mania et Mania, 1998). Ainsi, dans un premier temps, l'analyse fine des stigmates techniques sur les objets en bois a été peu entreprise ce qui n'a pas permis de collecter des données sur la fracturation *lato sensu* du bois végétal.

Plusieurs sites paléolithiques récemment publiés permettent d'identifier les techniques et les procédés de transformation du bois végétal par l'étude exhaustive des stigmates techniques conservés.

Le site de Florisbad (Paléolithique moyen) en Afrique du Sud (Clark, 1955; Bamford et Henderson, 2003) a été récemment republié et seules des traces de coupe (*cut marks*) localisées obliquement sur les bois sont signalées (Bamford et Henderson, 2003). Les épieux et les outils de Schöningen découverts en 1983 (Thieme, 1997 et 1999) ont fait l'objet d'études techniques récentes renseignant différents aspects de la chaîne opératoire de travail du bois végétal au Paléolithique inférieur (Thieme, 2000; Schmitt *et al.*, 2005; Bigga *et al.*, 2015; Schoch *et al.*, 2015; Stahlschmidt *et al.*, 2015). Les épieux sont façonnés sur de jeunes troncs d'épicéa de dimensions standardisées et des stigmates d'entaillage, de raclage et d'abrasion sont visibles aux extrémités (Schoch *et al.*, 2015). Aucun pan de fracture n'est cité. Ces différents auteurs mentionnent la présence de macro-restes de bois fracturés (déchets de fabrication de type copeaux ou esquilles), mais ils restent non étudiés pour le moment.

De même, sur le site moustérien Poggetti Vecchi, en Italie, cinquante-huit restes de bois (*Buxus sempervirens* L.) ont été découverts, dont trente-neuf ont été identifiés comme des outils. Il s'agit de branches droites qui ont été ébranchées et écorcées, et dont certaines ont eu une extrémité aménagée en pointe ou en zone de préhension



**Fig. 4** – Détail d'une extrémité de baguette rectiligne provenant d'un site thuléen du XII<sup>e</sup>-XIV<sup>e</sup> siècle apr. J.-C. (OdPp-2, île Victoria, Arctique central canadien; tiré d'Alix, 1994, pl.10). Elle présente des pans de coupe produits lors de la préparation de la ligne de fracture; en sa partie centrale s'observe un pan de fracture produit par flexion (cliché G. Rousseau, musée de l'Homme; DAO G. Maerky).

**Fig. 4** – Detail of the end of a straight rod stemming from a 12th-14th century AD Thule site (OdPp-2, Victoria Island, central Canadian Arctic; after Alix, 1994, pl.10). It shows fracture planes produced during the preparation of the fracture line; a fracture plane stemming from bending can be observed in its central part (photo G. Rousseau, musée de l'Homme; CAD G. Maerky).

(Aranguren *et al.*, 2018). La chaîne opératoire de production, depuis l'acquisition des branchages jusqu'à l'objet façonné, a été reconstituée sans qu'aucune technique de fracture ni de pan de fracture ne soit mentionnée.

Ces objets ont été analysés par des moyens variés : scans 3D, enregistrements tomographiques, morphométriques et dendrologiques. Malgré cela, aucun pan de fracture, témoin de l'utilisation de techniques de fendage et de flexion, n'a été signalé à ce jour sur des restes de bois végétal du Paléolithique européen et africain. Ces absences peuvent être attribuées aux études limitées aux restes d'armes et aux objets typologiquement identifiables, laissant de côté les menus fragments de bois, car les pièces ne présentant *a priori* pas de marques évidentes d'outils (comme certains déchets) peuvent se révéler une source d'informations essentielles pour appréhender notamment la fracturation *lato sensu* du bois végétal.

Au Levant, le site acheuléen de Geshar Benot Ya'aqov (800-700 ka BP) dans la vallée du Jourdain a livré plus d'un millier de pièces de bois remarquablement conservées en milieu humide (Goren-Inbar *et al.*, 2002). Un certain nombre présente des fractures transversales et longitudinales à leur extrémité. Si un fort taux de fragmentation du bois végétal a pu être mis en évidence, aucune fracture anthropique n'a été identifiée et seuls deux artefacts portent des stigmates de polissage et d'entaillage (Belitzky *et al.*, 1991 ; Goren-Inbar *et al.*, 2002). Ces restes de bois ont été interprétés comme un dépôt naturel de bois flottés lacustres qui aurait fourni de la matière première végétale aux occupants du site, de façon occasionnelle et opportuniste.

En Amérique du Sud (Chili), le site de Monte Verde (18,5-14,5 ka cal. BP) est une source majeure pour appréhender la question de l'origine des stigmates techniques de débitage et de façonnage du bois (Dillehay, 1997). Il est intéressant de constater que des actions de flexion et de fendage ont été identifiées sur un certain nombre de pièces par des pans de fractures longitudinaux et transversaux et la présence de coins en bois végétal qui ont pu servir de pièces intermédiaires pour le fendage de branches sur le site tend à prouver l'utilisation de la fracturation *lato sensu* à Monte Verde (Dillehay, 1997, p. 147).

De ce bref bilan des études traitant plus généralement de la transformation du bois végétal en contexte paléolithique, il ressort une quasi-absence de cas de bois fracturés (fendage et flexion) et donc de techniques de fracturation *lato sensu*. Le plus souvent, les auteurs signalent simplement des extrémités cassées et des surfaces non naturelles, mais sans confirmer l'origine anthropique des marques observées. Hormis les défauts de conservation évidents, cette absence peut provenir de la difficulté d'identifier l'agent à l'origine de la fragmentation et les stigmates techniques de fendage et de flexion sur les menus pièces de bois. C'est à partir du Mésolithique que les techniques et les procédés de fracturation *lato sensu* du bois végétal sont documentées de manière régulière dans les assemblages. Ces objets et structures en bois végétal reflètent des modes de vie orientés vers une moins forte

mobilité pour certains groupes, comme ceux de Star Carr, ce qui peut expliquer l'investissement de gros volumes de bois (pirogues et structures en planches de bois débités) impliquant plus volontiers l'emploi de techniques de fracturation *lato sensu*.

## VERS UNE MÉTHODE D'IDENTIFICATION DE LA FRAGMENTATION DU BOIS VÉGÉTAL EN CONTEXTE PALÉOLITHIQUE

### La taphonomie du bois végétal

La taphonomie (du grec ancien τάφος/θάπτειν « sépulture/enfouir » et νόμος « loi »), dont la première définition a été donnée par I. A. Efremov en 1940, est la science « de l'enfouissement » et de l'étude des processus qui affectent les restes, de la mort de l'organisme jusqu'à leur découverte (Efremov, 1940 ; Brugal, 2017, p. 1 ; ici : fig. 5).

La taphonomie en archéologie du bois est une science récente en plein développement, ce qui explique le peu d'études sur cette question. Dans un premier temps, ce sont les conservateurs et les anatomistes qui se sont intéressés à l'action des processus naturels sur les bois archéologiques en se concentrant principalement sur les modifications cellulaires et morphologiques du bois (Boyd, 1988 ; Florian *et al.*, 1990 ; Evans *et al.*, 1992 ; Unger *et al.*, 2001).

Un chapitre de l'ouvrage *TaphonomieS* (Brugal, 2017) du Groupement de recherches 3591 est consacré à l'archéobotanique et aux différents biomarqueurs retrouvés en contexte archéologique dont le bois fait partie (Lebreton *et al.*, 2017). Il nous indique que l'impact des processus taphonomiques a principalement été étudié dans le cas d'assemblages de bois carbonisés associés à des problématiques relatives à la gestion des bois de feu (Lebreton *et al.*, 2017, p. 299-305).

Peu d'études traitent donc de l'impact des processus naturels sur des assemblages de bois végétal et elles sont encore plus rares à considérer l'origine des pans de fracture sur bois végétal. Pourtant, l'origine des fractures présentes sur des bois archéologiques pose question puisque les modifications morphologiques et surfaciques causées par des marqueurs taphonomiques sont susceptibles d'engendrer des pans de fracture similaires à ceux produits intentionnellement par l'homme et donc de conduire à des erreurs d'interprétations. Ce manque d'études taphonomiques rend difficile la distinction entre la fragmentation naturelle et la fracturation anthropique sur les collections de bois végétal paléolithiques.

Les sciences de l'ingénieur et forestières permettent de mettre en évidence les réactions naturelles du bois à la fragmentation. En effet, le bois végétal réagit différemment à la rupture mécanique selon la morphologie, la structure des éléments, la résistance mécanique et chimique des différents taxons et parties anatomiques (cf.

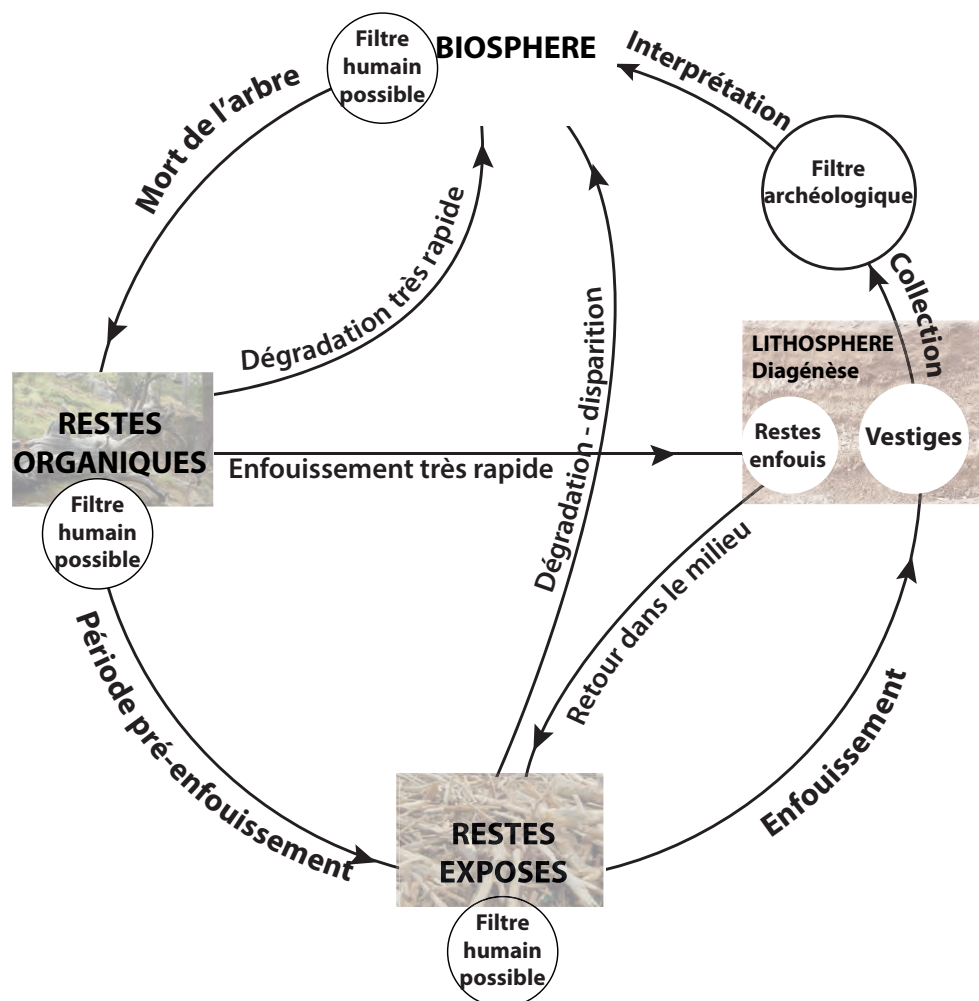
*supra*; Nadel *et al.*, 2006). Par exemple, le chêne et le hêtre présentent un fort retrait tandis que le peuplier ou le noyer très peu. Néanmoins, les sciences forestières et de l'ingénieur concernent surtout des essences commerciales et des échantillons très standardisés, ce qui rend difficiles les comparaisons avec des assemblages archéologiques.

La monographie du site de Monte Verde reste, à ce jour, la référence incontournable sur les processus taphonomiques du bois végétal et les questions concernant sa fracturation en contexte humide (cf. *supra*; Dillehay, 1997). Plusieurs chapitres sont dédiés à l'étude des bois archéologiques, à la reconnaissance des stigmates techniques et aux altérations taphonomiques (Dillehay, 1997, p. 119-220). Beaucoup d'altérations présentées ici sont issues de l'analyse de l'assemblage de Monte Verde et de leurs études néotaphonomiques (Dillehay, 1997).

### Les agents naturels de fragmentation du bois végétal

#### Météorisation (weathering)

L'exposition aux phénomènes météorologiques et à la lumière du soleil peut produire des traces variées (tabl. 1) : noircissement ou perte de couleur de la surface, micro-fissures et dépressions favorables à un développement fongique et bactérien pouvant alors produire ou aggraver la fissuration (Evans *et al.*, 1992; Unger *et al.*, 2001). Le *weathering* est responsable dans de nombreux cas d'une fragmentation du bois (fig. 6). En effet, toute fluctuation du taux d'humidité du bois, avant, pendant ou après l'enfouissement, peut provoquer des changements de volume. Dans des cas extrêmes, cela peut entraîner la formation de fentes ou des fissures profondes suivant le fil du bois (cf. *supra*; Dillehay, 1997, p. 125). Par ail-



**Fig. 5** – Schéma synthétique du paradigme taphonomique d'un fragment de bois du milieu duquel il provient (biosphère) jusqu'à son étude archéologique en mettant en évidence la perte d'informations à chacune des étapes. Ce schéma est adapté d'une figure de J.-P. Brugal (Brugal, 2017, p. 6, fig. 2) (DAO T. Chica-Lefort).

**Fig. 5** – Drawing describing the taphonomic paradigm of a wood fragment from its original environment (biosphere) up to its archaeological study, evidencing the loss of information at each stage. This drawing was adapted from a figure published by J.-P. Brugal (Brugal, 2017, p. 6, fig. 2) (CAD T. Chica-Lefort).



leurs, le gel peut être la cause de ruptures et d'éclatements du bois en créant des fentes dites « de gel », mais qui semblent facilement identifiables (Panshin et de Zeeuw, 1980, p. 321).

### Biodégradation

Les organismes de dégradation du bois (fig. 6) tels que les champignons, les bactéries, les insectes et les mollusques créent beaucoup de dégâts structurels facilement identifiables (Dillehay, 1997, p. 123; Unger *et al.*, 2001; ici : tabl. 1). Les champignons et les bactéries créent principalement des altérations observables au microscope. Ces organismes sont souvent à l'origine de fragilités dans le bois, qui associées à d'autres agents, peuvent entraîner une rupture qui crée alors un pan de fracture.

### Processus hydrauliques

L'action de l'eau peut être à l'origine de concentrations ou au contraire de dispersions des bois, d'altérations de surface par le détachement de l'écorce, de création de polis, d'appointements et d'émoussés causés par l'action des particules sédimentaires en suspension dans l'eau (Clark, 2000; Dillehay, 1997; Unger *et al.*, 2001; ici : tabl. 1). Une fragmentation peut aussi inter-

venir sous l'effet de mouvements des bois dans l'eau. L'alternance de phases d'immersion et d'émersion des bois peut également provoquer leur fragmentation naturelle.

### Piétinement

Les effets du piétinement des restes de bois de petites dimensions quel que soit l'agent (homme ou animal) sont un facteur important dans la fragmentation et la dispersion de ces restes (fig. 6). Ce phénomène est particulièrement important sur des bois déjà fragilisés antérieurement par des processus hydrauliques, biologiques et de météorisation.

### Altérations naturelles vs stigmates anthropiques : comment les discriminer

Pour différencier les stigmates techniques des macro-traces provoquées par des processus naturels, l'analyse détaillée à l'œil nu et à la loupe binoculaire est essentielle. Les conditions de fouilles, de prélèvements, de stockage et de conservation du mobilier ligneux sont autant de critères à prendre en considération, car ils peuvent impacter

Processus taphonomiques	Agents taphonomiques	Réponses
Météorisation	Vent	Abrasion de surface
	Gel	Cernes de gel (faux-cernes, fentes radiales de gel)
	UV	Changement de couleur de surface (grisâtre), noircissement des bois clairs, blanchissement des bois sombres, fissures et fentes le long du fil
	Précipitations	Gonflement du bois par temps humide et rétrécissement par temps sec : formation de reliefs, de fissures et de fentes le long du fil
Piétinement	Animaux, humains	Fractures, fractionnements et déplacements
Processus hydrauliques	Cours d'eau, lacs, ...	Transport, fractures, fragmentation, accumulation, tri, perte d'écorce, abrasion, poli, destruction
Agents biologiques	Champignons lignivores : général	Branches et racines en priorité, fractures
	Champignons : pourriture brune ( <i>brown rot</i> )	Marques cubiques, perte de résistance mécanique
	Champignons : pourriture blanche ( <i>white rot</i> )	Aspect fibreux et blanchâtre
	Champignons : pourriture molle ( <i>soft rot</i> )	Bois noirâtre et mou, pourriture cubique superficielle
	Champignons : pourriture rouge ( <i>red rot</i> )	Décoloration rougeâtre, bois mou et filandreux, surtout l'aubier
	Bactéries	Dégâts structurels (rayons, trachéides, ponctuations, ...) et moircissement des bois pour les bactéries anoxiques (pré-dépositionnel)
	Mollusques	Dégâts structurels et perforations
	Insectes xylophages (termites, scarabées, ...)	Digestion, dégâts structurels, pontes et larves dans le bois
	Mammifères xylophiles (rongeurs, castors, ragondins, ...)	Écorçage, marques de dents diagonales et transversales de mâchonnage, rongement, enlèvements et appointages
Diagénèse	Ph du sol	Dégâts structurels, dissolution
	Mouvements	Compression, déplacement, fractures changements de l'humidité (gonflement et rétrécissement) : déformation, fissures et fentes
	Poids	Compression, marques d'empreintes d'éléments

**Tabl. 1** – Description des différentes réponses du bois en contexte archéologique en fonction des agents taphonomiques (Colling, 2002; Dillehay, 1997; Florian *et al.*, 1990).

**Table 1** – Description of the various reactions of wood within an archaeological context depending on the taphonomic agents (Colling, 2002; Dillehay, 1997; Florian *et al.*, 1990).

à différents degrés l'analyse de ces assemblages (Lebreton *et al.*, 2017, p. 318).

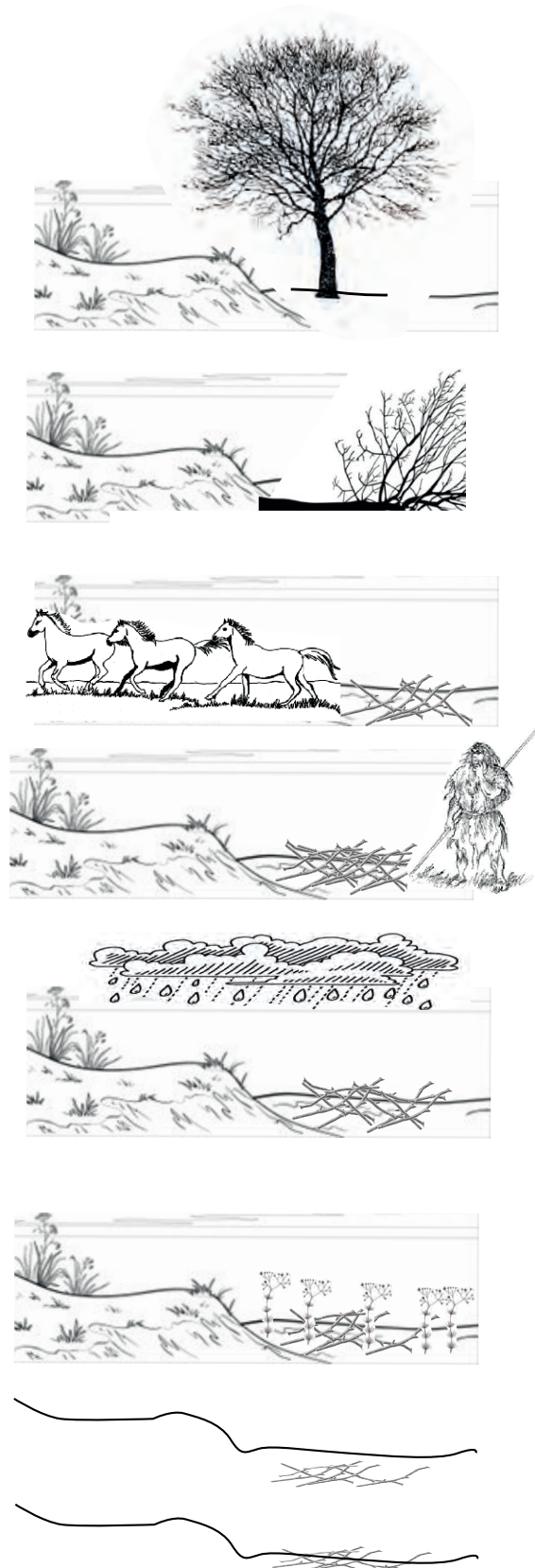
Il est nécessaire d'évaluer l'influence des processus taphonomiques dans un assemblage, cela passe, premièrement, par la reconnaissance des processus agissant avant, pendant et après l'enfouissement des bois au cours de l'histoire taphonomique des assemblages et, deuxièmement, par l'identification des altérations que ces processus peuvent causer aux bois (Lebreton *et al.*, 2017).

Tom D. Dillehay (Dillehay, 1997, p. 127) propose de distinguer dans un premier temps les marques assurément anthropiques de celles naturelles (décoloration, fentes radiales, rebroussements de fibres, « marques cubiques »<sup>(2)</sup> ou perforations profondes et irrégulières causées par des mollusques), en écartant les marques plus ambiguës (tabl. 1). Dans ce travail, la localisation et l'organisation des traces sont des critères importants, car les marques naturelles, à la différence des stigmates anthropiques, sont généralement distribuées aléatoirement à la surface ou sur les bords des objets.

L'écorçage, lorsqu'il relève d'une action humaine, peut être associé à des stigmates d'outils tels que des stries de raclage, des pans de coupe de décortiquage (*sensu* taille au canif, Averbouh, 2000) ou d'entaillage, tandis que l'écorçage d'un bois dans un objectif alimentaire par un animal, comme un rongeur, s'accompagne d'autres marques bien reconnaissables laissées par les incisives sur la surface du bois. Les traces laissées sont de courtes

**Fig. 6** – Séquence simplifiée des différents processus qui conduisent un fragment de bois végétal de la biosphère à la lithosphère jusqu'à sa découverte archéologique. L'histoire taphonomique n'étant pas linéaire, des processus conjoints sont envisageables (cf. fig. 5). De haut en bas : arbre vivant sur pied, arbre mort (à ce stade, il est possible qu'un agent hydraulique participe aux déplacements des bois), décomposition et piétinement (animal et humain), collecte et modifications anthropiques (chaîne opératoire d'acquisition, abattage; collecte, de transformation, d'utilisation/réaffûtage et d'abandon), agents atmosphériques (UV, gel, taux d'humidité, vent, précipitations, etc.), agents biologiques (agents de dégradation, par ex. champignons, mollusques, bactéries, insectes, plantes et début d'enfouissement), diagenèse (poids, pH, mouvement des sols, taux d'humidité et d'anoxie), érosion et découverte archéologique (sondage, fouille puis méthodes d'échantillonnage, d'analyse et interprétation). Schéma modifié d'après J.-P. Brugal (Brugal, 2017, p. 11, fig. 4) (DAO T. Chica-Lefort).

**Fig. 6** – This drawing shows a simplified sequence of the various processes acting on a wood fragment from the biosphere to the lithosphere, up to its archaeological discovery. The taphonomic history is not linear, but involves simultaneous processes (see fig. 5). From top to bottom: living tree, dead tree (possibly displaced by water), decay and trampling (animal and human), gathering and anthropic modifications (acquisition, transformation, use, re-use, and discard), weathering (UV, frost, humidity level, wind, rainfall, etc.), biological agents (fungi, bacteria, molluscs, insects, plants and incipient burying), diagenesis (weight, pH, soil movement, humidity level and anoxia), erosion and archaeological discovery (digging, methods of sampling and analysis, interpretation). Drawing modified after J.-P. Brugal (Brugal, 2017, p. 11, fig. 4) (CAD T. Chica-Lefort).



cannelures présentes en séries, parallèles entre elles, plus ou moins larges, à fond en « U », et qui sont obliques ou transversales aux fibres (observations de Tiphany Chica-Lefort).

D'autres stigmates, tels que les stries, les fentes/fissures et les pans de fracture occasionnés par différents facteurs naturels (cf. tabl. 1) sont parfois difficiles à distinguer de leurs corollaires techniques et *vice versa*. C'est particulièrement le cas pour les fractures provoquées par des facteurs naturels mettant à profit les lignes de faiblesse du bois. Comme dans le cas précédent, c'est la localisation, l'organisation et la répétition qui constituent des indices nous permettant de discriminer les altérations naturelles des stigmates techniques (cf. *supra*).

L'établissement en parallèle de référentiels néotaphonomiques élaborés dans des contextes d'étude environnementaux similaires à ceux étudiés archéologiquement, constitue la solution privilégiée pour une meilleure compréhension de la fragmentation du bois et d'autres altérations provoquées en contexte naturel.

## CONCLUSION

La fracturation *lato sensu* du bois végétal par des techniques de fracture telles que le fendage et la flexion est finalement peu documentée pour les périodes du Paléolithique. Ces lacunes viennent principalement de la rapide dégradation des restes végétaux dans les sédiments, mais aussi de l'orientation des analyses ciblées sur l'identification des essences utilisées, les catégories d'objets typologiques et leur fonction, plutôt que sur la lecture technique des marques de travail. Ainsi, l'approche technologique des matières ligneuses reste un champ d'investigation encore sous exploité, à la différence des technologues et des taphonomistes des matières dures animales qui ont étudié, très tôt, les marqueurs taphonomiques pouvant être à l'origine des fractures hélicoïdales et des cassures horizontales présentes sur le mobilier paléolithique (Shipman et Rose, 1984; Johnson, 1985; Lyman, 1994; Fernández-Jalvo et Andrews, 2016; Brugal, 2017). Ils proposent des modèles conceptuels et analytiques pouvant être utiles à la mise en place d'une méthode adaptée aux particularités du bois végétal, bien que ces matériaux présentent des différences structurelles et mécaniques à prendre en considération (cf. *supra*).

De plus, il n'existe, à notre connaissance, aucune étude sur l'impact des milieux de conservation (tourbières, pergélisol, milieux désertiques et humides) sur la préservation des surfaces du bois, et donc sur leurs stigmates techniques. Enfin, il est possible que la « fracturation » *lato sensu* laisse des stigmates trop ambigus pour qu'une

lecture soit possible. La synthèse proposée ici sur les propriétés mécaniques du bois et les différentes techniques de fracture susceptibles d'avoir été appliquées à ce matériau ne peut qu'attirer l'attention du lecteur sur la rareté des pièces et des stigmates laissés par des techniques de fracture. Pendant de nombreuses années, les analyses taphonomiques des outils de travail ont été une des sources indirectes d'informations les plus importantes pour le Paléolithique. Pour autant, depuis quelques années, les objets et restes en bois, de plus en plus nombreux, issus de fouilles, sont appréhendés de manière globale, ce qui apporte des résultats encourageants pour mieux reconstituer les systèmes techniques de cette matière. Il n'en demeure pas moins que, pour les contextes paléolithiques, les macrorestes de bois présentent peu de modifications et sont, de ce fait, très souvent écartés des analyses. L'analyse taphonomique des processus de conservation des assemblages et l'expérimentation sont au cœur de ces renouvellements méthodologiques, dont la généralisation débouchera, nous l'espérons, sur un ensemble de connaissances concernant les systèmes techniques de travail du bois au Paléolithique.

**Remerciements** : Nos remerciements vont à Marianne Christensen (UMR 7041, maître de conférences de l'université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne) et Nejma Goutas (UMR 7041, chargée de recherche, CNRS) pour leur confiance et leurs relectures du présent article et à Claire Alix (UMR 8096, maître de conférences de l'université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne) pour ses conseils avisés qui ont été un tremplin indispensable à sa rédaction. Nous adressons également nos remerciements à Patrick Langbour (chercheur, unité de recherche BioWooEB, CIRAD), pour ses corrections concernant la partie de mécanique des bois. Enfin, nous remercions Florian Muller pour son aide avec la langue anglaise.

## NOTES

- (1) « Les nombreuses hampes retrouvées sur le site d'Ahrensburg/Stellmoor témoignent de l'utilisation de bois de cœur [ou duramen] de pin dès le Paléolithique final et par conséquent, que l'on connaissait déjà la difficile obtention de cette matière première par un habile travail de fendage à l'aide d'outils en silex simples. » (Beckhoff, 1965).
- (2) Les marques cubiques sont causées par un champignon lignivore (la mэрule ou pourriture brune ou cubique) qui s'attaque à la cellulose présente dans le bois, ne laissant ainsi que la trame de la lignine qui donne l'apparence d'une surface divisée en autant de formes cubiques (Florian *et al.*, 1990, p. 22).

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALÉON D. (2013) – Propriétés hygrosopiques et physiques du bois, in Collectif (dir.), *Manuel de l'ingénierie bois : pense précis bois*, Paris, Eyrolles, p. 2741.
- ALIX C. (1994) – *L'utilisation du bois par les Thuléens (site OdPp-2, île Victoria, Arctique central canadien). Approche morphotechnique d'une collection*, mémoire de DEA, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 59 p.
- ALIX C. (2001) – *Exploitation du bois par les populations néo-eskimo entre le nord de l'Alaska et le haut Arctique canadien*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, Paris, 611 p.
- ALIX C. (2007) – Ethnoarchéologie de la production des objets en bois dans l'Arctique nord-américain, in S. Beyries et V. Vaté (dir.), *Les Civilisations du renne d'hier et d'aujourd'hui. Approches ethnohistoriques, archéologiques et anthropologiques*, actes des XXVII<sup>e</sup>s Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire (Antibes, 19-21 octobre 2006), Antibes, APCDA, p. 377-391.
- ALIX C. (2016) – A Critical Resource: Wood Use and Technology in the North American, in T. M. Friesen et O. K. Mason (dir.), *The Oxford Handbook of Prehistoric Arctic*, Oxford, University Press, p. 109-130.
- ARANGUREN B., REVEDIN A., AMICO N., CAVULLI F., GIACCHI G., GRIMALDI S., MACCHIONI N., SANTANIELLO F. (2018) – Wooden Tools and Fire Technology in the Early Neanderthal Site of Poggetti Vecchi (Italy), *PNAS*, 115, 9, p. 2054-2059.
- ARNOLD B. (1998) – Les pirogues néolithiques de Paris-Bercy. Traces de travail et techniques de façonnage, *Archaeonautica*, 14, 1, p. 73-78.
- AVERBOUH A. (2000) – *Technologie de la matière osseuse travaillée et implications paléolithiques : l'exemple des chaînes d'exploitation du bois de cervidé chez les Magdaléniens des Pyrénées*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, Paris, 253 et 247 p.
- BALIKCI A., BROWN Q. (1967) – *Bulding a kayak*, film, 55 min.
- BAMFORD M. K., HENDERSON Z. L. (2003) – A Reassessment of the Wooden Fragment from Florisbad, South Africa, *Journal of Archaeological Science*, 30, 6, p. 637-650.
- BAUDAIS D. (1987) – Les manches en bois dans le Néolithique du Jura, in D. Stordeur (dir.), *La main et l'outil : manches et emmanchements préhistoriques*, actes de la table ronde (Lyon, 26-29 novembre 1984), Lyon, Maison de l'Orient et de la Méditerranée Jean-Pouilloux (Travaux de la Maison de l'Orient, 15), p. 197-209.
- BECKHOFF K. (1965) – Eignung und Verwendung einheimischer Holzarten für prähistorische Pfeilschäfte, *Die Kunde*, 16, p. 51-61.
- BELITZKY S., GOREN-INBAR N., WERKER E. (1991) – A Middle Pleistocene Wooden Plank with Man-Made Polish, *Journal of Human Evolution*, 20, 4, p. 349-353.
- BIGGA G., SCHOCH W. H., URBAN B. (2015) – Paleoenvironment and Possibilities of Plant Exploitation in the Middle Pleistocene of Schöningen (Germany). Insights from Botanical Macro-Remains and Pollen, *Journal of Human Evolution*, 89, p. 921-104.
- BIRKET-SMITH K. (1953) – *The Chugach Eskimo*, Copenhagen, Nationalmuseets Publikationsfond, 261 p.
- BOKELMANN K. (2012) – Spade Paddling on a Mesolithic Lake. Remarks on Preboreal and Boreal sites from Duvensee (Northern Germany), in M. J. L. T. Niekus, R. N. E. Barton, M. Street et T. Terberger (dir.), *A Mind Set on Flint: Studies in Honour of Dick Stapert*, Groningue, Barkhuis, p. 369-380.
- BOURA A. (2009) – *Analyse intra-cerne de quelques espèces d'arbres : paramètres individuels, spécifiques et climatiques*, thèse de doctorat, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 38 p.
- BOYD W. E. (1988) – Methodological Problems in the Analysis of Fossil Non-Artifactual Wood Assemblages from Archaeological Sites, *Journal of Archaeological Science*, 15, 6, p. 603-619.
- BRUGAL J.-P. (2017) – *TaphonomieS*. Ouvrage du Groupement de recherches 3591 « Taphonomie, Environnement et Archéologie », Paris, CNRS, 544 p.
- CHEN P. Y., STOKES A. G., MCKITTRICK J. (2009) – Comparison of the Structure and Mechanical Properties of Bovine Femur Bone and Antler of the North American Elk (*Cervus elaphus canadensis*), *Acta Biomaterialia*, 5, 2, p. 693-706.
- CHRISTENSEN M. (1999) – *Technologie de l'ivoire au Paléolithique supérieur : caractérisation physico-chimique du matériau et analyse fonctionnelle des outils de transformation*, Oxford, Archaeopress (BAR, International Series 751), 201 p.
- CHRISTENSEN M. (2016) – *L'industrie osseuse des chasseurs-cueilleurs : le cas des nomades marins de Patagonie et de Terre de Feu*, Punta Arenas, Universidad de Magallanes (Colección poblamiento humano de Fuego-Patagonia), 308 p.
- CLARK J. D. (1955) – A Note on a Wooden Implement from the Level of Peat I at Florisbad, Orange Free State, *Navorsinge van die Nasionale Museum: Researches of the National Museum*, 1, 6, p. 135-140.
- CLARK J. D. (2000) – *Kalambo Falls Prehistoric Site, 3. The Earlier Cultures: Middle and Earlier Stone Age*, Cambridge, Cambridge University Press, 704 p.
- COLLARDET J., BESSET J. (1988) – *Les bois commerciaux et leurs utilisations, I. Les résineux (conifères)*, Dourdan, H. Vial et Paris, CtBA, 276 p.
- COLLING C. (2002) – *Les champignons du bois*, Strasbourg, Lycée Couffignal, 5 p.
- CONNELLER C., MILNER N., TAYLOR B., TAYLOR M. (2012) – Substantial Settlement in the European Early Mesolithic: New Research at Star Carr, *Antiquity*, 86, 334, p. 1004-1020.
- CURREY J. D. (2002) – *Bones: Structure and Mechanics*, Princeton, Princeton University Press, 436 p.

- DAVID É. (2004) – *Technologie osseuse des derniers chasseurs préhistoriques en Europe du Nord (X<sup>e</sup>-VIII<sup>e</sup> millénaires avant J.C.). Le Maglemosien et les technocomplexes du Mésolithique*, thèse de doctorat, université Paris X, Nanterre, 667 p.
- DESCHAMPS M. (2014) – *La diversité culturelle au Paléolithique moyen récent : le Vasconien et sa signification au sein des faciès moustériens*, thèse de doctorat, université Toulouse 2 – Le Mirail, 583 p.
- DILLEHAY T. D. (1997) – *Monte Verde: A Late Pleistocene Settlement in Chile. The Archaeological Context and Interpretation*, Washington, Smithsonian Institution Press, 1080 p.
- DINWOODIE J. M. (2000) – *Timber: its Nature and Behaviour*, Londres, E & F. N. Spon, 256 p.
- DULBECCO P., LURO D. (1998) – *L'essentiel sur le bois*, Paris, CtBA, 184 p.
- EFREMOV I. A. (1940) – Taphonomy: New Branch of Paleontology, *Pan-American Geologist*, 74, 2, p. 81-93.
- EMMONS G. T. (1991) – *The Tlingit Indians*, Washington, University of Washington Press, 488 p.
- EVANS P. D., MICHELL A. J., SCHMALZL K. J. (1992) – Studies of the Degradation and Protection of Wood Surfaces, *Wood Science and Technology*, 26, 2, p. 151-163.
- FAGAN B. M., VAN NOTEN F. L., VYNCKIER J. (1966) – Wooden Implements from Late Stone Age Sites at Gwisho Hot Springs, Lochinvar, Zambia, *Proceedings of the Prehistoric Society*, 32, p. 246261.
- FERNÁNDEZ-JALVO Y., ANDREWS P. (2016) – *Atlas of Taphonomic Identifications: 1001+ Images of Fossil and Recent Mammal Bone Modification*, Dordrecht, Springer (Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology Series), 359 p.
- FLORIAN M.L. E., KRONKRIGHT D. P., NORTON R. E. (1990) – *The Conservation of Artifacts Made from Plant Materials*, Princeton, Princeton University Press, 348 p.
- FREEMAN L., BUTZER K. W. (1966) – The Acheulean Station of Torralba (Spain): a Progress Report, *Quaternaria*, 8, p. 921.
- GASPARI A., ERIČ M., ODAK B. (2011) – A Palaeolithic Wooden Point from Ljubljansko Barje, Slovenia, in J. Benjami, C. Bonsall, C. Pickard et A. Fischer (dir.), *Submerged Prehistory*, Oxford, Oxbow, p. 186-192.
- GAUDZINSKI S., BITTMANN F., BOENIGK W., FRECHEN M., KOLFSCHOTEN T. V. (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.
- GÉRARD, J., GUIBAL, D., PARADIS, S., VERNAY, M., BEAUCHÊNE, J., BRANCHERIAU, L., THIBAUT, A. (2011) – *Tropix 7*, CIRAD, <https://doi.org/10.18167/74726f706978>
- GOREN-İNBAR N., WERKER E., FEIBEL C. S. (2002) – *The Acheulian site of Gesher Benot Ya'akov, Israel: The Wood assemblage*, vol. 1, Oxford, Oxbow Books (Gesher Benot Ya'akov Monograph Series), 137 p.
- GOUTAS N., CHRISTENSEN M. avec la collaboration de TARTAR E., MALGARINI R., TEJERO J.-M., TREUILLOT J. (ce volume) – Extraction, partition, réduction ou fracturation? De quoi parlons-nous? Discussion sur la production de supports allongés (baguette, éclat baguettier vs éclat), in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 55-97.
- GRØNNOW B. (2012) – An Archaeological Reconstruction of Saqqaq Bows, Darts, Harpoons, and Lances, *Études/Inuit/Studies*, 36, 1, p. 2348.
- GUÉRET C. (2013) – *L'outillage du premier Mésolithique dans le Nord de la France et en Belgique. Éclairages fonctionnels*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 473 p.
- GUSINDE M. (1937) – *Die Feuerland Indianer: Ergebnisse meiner vier Forschungsreisen in den Jahren 1918 bis 1924, unternommen im Auftrage des Ministerio de Instrucción Pública de Chile, II. Die Yamana, vom Leben und Denken der Wassernomaden am Kap Hoorn*, Mödling bei Wien, Anthropos, 1500 p.
- HIGH K., MILNER K., PANTER I., DEMARCHI B., PENKMAN K. (2016) – Lessons from Star Carr on the Vulnerability of Organic Archaeological Remains to Environmental Change, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113, 46, p. 12957-12962.
- HONIGMANN J. J. (1954) – *The Kaska Indians: an Ethnographic Reconstruction*, New Haven, Yale University Press, 163 p.
- HYADES P., DENIKER J. (1891) – *Mission scientifique du cap Horn, 1882-1883*, Paris, Gauthier-Villars et fils, 422 p.
- JOHNSON E. (1985) – Current Developments in Bone Technology, *Advances in Archaeological Method and Theory*, 8, p. 157-235.
- KROTKINE G., DENANCÉ M. (2013) – Propriétés mécaniques du bois et des matériaux dérivés, in *Manuel de l'ingénierie bois : pense précis bois*, Paris, Eyrolles, p. 43-71.
- LAVIER C. (2013) – Dendrochronologie et archéodendrométrie, évolution et développements, in F. Janot, G. Giuliano et D. Morin (dir.), *Indices et traces : la mémoire des gestes*, actes du colloque international (Nancy, 19-23 juin 2011), Nancy, Éditions universitaires de Lorraine, p. 257-295.
- LAVIER C., BOREL T., VIGÉARS D. (2009) – Tracéologie appliquée aux objets et œuvres d'art en bois des musées de France. Premiers exemples d'adaptations, de développements techniques et de résultats au sein du C2RMF, *Techne*, 29, p. 15-20.
- LEBRETON V., THÈRY-PARISOT I., BOUBY L., CHRZAVZEZ J., DELHON C., RUAS M.-P. (2017) – Archéobotanique et taphonomie, in J.-P. Brugal (dir.), *TaphonomieS. Ouvrage du Groupement de recherches 3591 « Taphonomie, Environnement et Archéologie »*, Paris, CNRS, p. 291-328.
- LINTON R. (1923) – *The Material Culture of the Marquesas Islands*, Hawaii, Bishop Museum Press, 211 p.
- LYMAN R. L. (1994) – *Vertebrate Taphonomy*, Cambridge, Cambridge University Press (Cambridge Manuals in Archaeology), 576 p.

- MANIA D., TOEPFER V. (1973) – *Königsau: Gliederung, Ökologie und mittelpaläolithische Funde der letzten Eiszeit*, Berlin, Deutscher Verlag der Wissenschaften (Veröffentlichungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle, 26), 164 p.
- MANIA D., MANIA U. (1998) – Geräte aus Holz von der altpaläolithischen Fundstelle bei Bilzingsleben, *Praehistoria Thuringica*, 2, p. 32-72.
- MCQUADE M., O'DONNELL L. (2007) – Late Mesolithic Fish Traps from the Liffey Estuary, Dublin, Ireland, *Antiquity*, 81, p. 569-584.
- MEYRUEIS P., CAZENAVE A., ZIMMERMANN R. (2004) – Biomecanique de l'os. Application au traitement des fractures, *EMC - Rhumatologie-Orthopédie*, 1, 1, p. 64-93.
- MORDANT D., MORDANT C. (1992) – Noyen-sur-Seine: a Mesolithic Waterside Settlement, in C. Bryony (dir.), *The Wetland Revolution in Prehistory*, actes du colloque international (Exeter, 5-7 avril 1991), Exeter, Prehistoric Society et WARP (WARP Occasional Papers, 6), p. 55-64.
- MOVIUS H. L. J. (1950) – A Wooden Spear of Third Interglacial Age from Lower Saxony, *Southwestern Journal of Anthropology*, 6, 2, p. 139-142.
- NADEL D., GRINBERG U., BOARETTO E., WERKER E. (2006) – Wooden Objects from Ohalo II (23,000 cal. BP), Jordan Valley, Israel, *Journal of Human Evolution*, 50, 6, p. 644-662.
- NELSON E. W. (1900) – *The Eskimo about Bering Strait*, Washington, US Government printing office, 518 p.
- NOSHIRO S., SUZUKI M., YAMADA M. (1992) – Species Selection for Wooden Artefacts by Prehistoric and Early Historic People in the Kanto Plain, Central Japan, *Journal of Archaeological Science*, 19, 4, p. 429-443.
- OAKLEY K. P., ANDREWS P., KEELEY L. H., CLARK J. D. (1977) – A Reappraisal of the Clacton Spearpoint, *Proceedings of the Prehistoric Society*, 43, p. 13-30.
- OLSON R. L. (1936) – *The Quinault Indians*, Seattle, University of Washington (University of Washington Publications in Anthropology, 6), 194 p.
- OSGOOD C. (1970) – *Ingalik Material Culture*, New Haven, Human Relations Area Files Press, 500 p.
- PANSHIN A. J., DE ZEEUW C. (1980) – *Textbook of Wood Technology*, New York, McGraw-Hill, 772 p.
- PÉTREQUIN P. (1997) – *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs et de Chalain (Jura) : Chalain station 3, 3200-2900 av. J.-C.*, vol. 3, Paris, MSH, 766 p.
- PÉTREQUIN P., MAGNY M., BAILLY M. (2006) – Habitat lacustre, densité de population et climat : l'exemple du Jura français, in P. Della Casa et M. Trachsel (dir.), *Wetland Economies and Societies*, actes du colloque international (Zurich, 10-13 mars 2004), Zurich, Chronos (Collectio Archaeologica, 3), p. 143-168.
- PILLONEL D. (2007) – *Hauterive-Champréveyres 14. Technologie et usage du bois au Bronze final*, Neuchâtel, Office et musée cantonal d'archéologie (Archéologie neuchâteloise, 37), 376 p.
- RECORD S. J. (1914) – *The Mechanical Properties of Wood, Including a Discussion of the Factors Affecting the Mechanical Properties, and Methods of Timber Testing*, New York, J. Wiley & Sons, 165 p.
- REICHE I., CHADEFAUX C. (2015) – *Bois de cervidé*, in M. Balasse, J.-P. Brugal, Y. Dauphin, E. M. Geigl, C. Oberlin et I. Reiche (dir.), *Messages d'os : archéométrie du squelette animal et humain*, Paris, Archives contemporaines (Sciences archéologiques), p. 43-51.
- RIGAUD A. (2001) – Les bâtons percés : décors énigmatiques et fonction possible, *Gallia Préhistoire*, 43, 1, p. 101-151.
- RIOS-GARAZAR J., LÓPEZ-BULTÓ O., IRIARTE E., PÉREZ-GARRIDO C., PIQUÉ R., ARANBURU A., IRIARTE-CHIAPUSSO M. J., ORTEGA-CORDELLAT I., BOURGUIGNON L., GARATE D., LIBANO I. (2018) – A Middle Palaeolithic Wooden Digging Stick from Aranbaltza III, Spain, *PLoS ONE*, 13, 3, 15 p. [DOI : e0195044. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195044>].
- ROSENDAHL G., BEINHAEUER K.-W., LÖSCHER M., KREIPL K., WALTER R., ROSENDAHL W. (2006) – Le plus vieil arc du monde? Une pièce intéressante en provenance de Mannheim, Allemagne, *L'Anthropologie*, 110, 3, p. 371-382.
- SCHMITT U., SINGH A. P., THIEME H., FRIEDRICH P., HOFFMANN P. (2005) – Electron Microscopic Characterization of Cell Wall Degradation of the 400,000-Year-Old Wooden Schöningen Spears, *Holz als Roh- und Werkstoff*, 63, 2, p. 118-122.
- SCHOCH W. H., BIGGA G., BÖHNER U., RICHTER P., TERBERGER T. (2015) – New Insights on the Wooden Weapons from the Paleolithic Site of Schöningen, *Journal of Human Evolution*, 89, p. 214225.
- SCHWEINGRUBER F. H. (1978) – *Mikroskopische Holz Anatomie: Formenspektren mitteleuropäischer Stamm- und Zweighölzer zur Bestimmung von rezentem und subfossilem Material = Anatomie microscopique du bois : identification de matériel récent et subfossile d'essences de l'Europe centrale en tenant compte de la variabilité de structure du bois de tronc et de branche = Microscopic wood anatomy : structural variability of stems and twigs in recent and subfossil woods from Central Europe*, Birmensdorf, Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen, 226 p.
- SHIPMAN P., ROSE J. J. (1984) – Cutmark Mimics on Modern and Fossil Bovid Bones, *Current Anthropology*, 25, 1, p. 116117.
- SOFFER O., ADOVASIO J. M., ILLINGWORTH J. S., AMIRKHANOV H. A., PRASLOV N. D., STREET M. (2000) – Palaeolithic Perishables Made Permanent, *Antiquity*, 74, p. 812-821.
- STAHLSCHEIDT M. C., MILLER C. E., LIGOUIS B., HAMBACH U., GOLDBERG P., BERNA F., RICHTER D., URBAN B., SERANGELI J., CONARD N. J. (2015) – On the Evidence for Human Use and Control of Fire at Schöningen, *Journal of Human Evolution*, 89, p. 181-201.
- STEWART H. (1984) – *Cedar: Tree of Life to the Northwest Coast Indians*, Seattle, University of Washington Press, 192 p.
- THÉRY-PARISOT I., HENRY A., CHRZAVZEZ J. (2016) – Apport de l'expérimentation à la compréhension des pratiques sociétales en anthracologie : gestion et utilisation du bois de feu

dans les sociétés préhistoriques, *Cadernos do LEPAARQ*, 13, 25, p. 485-509.

THIEME H. (1999) – Altpaläolithische Fundplätze mit Jagdbeutereisen und Holzgeräten im Tagebau Schöningen, Ldkr. Helmstedt, in M. Kokabi et E. May (dir.), *Beiträge zur Archäozoologie und Prähistorischen Anthropologie*, 2, Stuttgart, Konrad Theiss, p. 36-45.

THIEME H. (1997) – Lower Palaeolithic Hunting Spears from Germany, *Nature*, 385, 6619, p. 807-810.

THIEME H. (2000) – Lower Paleolithic Hunting Weapons from Schöningen, Germany: the Oldest Spears in the World, *Acta Anthropologica Sinica*, 19, p. 140-147.

TSOUMIS G. T. (1991) – *Science and Technology of Wood: Structure, Properties, Utilization*, New York, Van Nostrand Reinhold, 494 p.

TYLDESLEY J. A., BAHN P. G. (1983) – Use of Plants in the European Palaeolithic: a Review of the Evidence, *Quaternary Science Reviews*, 2, 1, p. 53-81.

UNGER A., SCHNIEWIND A., UNGER W. (2001) – *Conservation of Wood Artifacts: a Handbook*, New York, Springer, 578 p.

**Tiphanie CHICA-LEFORT**

Université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne

et UMR 7041 ArScAn

Ethnologie préhistorique

3, rue Michelet, F-75006 Paris

tiphanie.chica-lefort@malix.univ-paris1.fr

**Gisèle MAERKY**

Université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne

et UMR 7041 ArScAn

Ethnologie préhistorique

3, rue Michelet, F-75006 Paris

gisele.maerky@gmx.fr



« À coup d'éclats ! »

*La fracturation des matières osseuses en Préhistoire :  
discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*  
Actes de la séance de la Société préhistorique française de Paris (25 avril 2017)

Textes publiés sous la direction de  
Marianne CHRISTENSEN et Nejma GOUTAS  
Paris, Société préhistorique française, 2018  
(Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 359-363  
[www.prehistoire.org](http://www.prehistoire.org)  
ISSN : 2263-3847 – ISBN : 2-913745-2-913745-74-1

## « À coup d'éclats ! »

### Une nouvelle référence dans l'étude de la transformation par fracturation des matières dures animales

Aline AVERBOUH

LA SESSION de la SPF organisée le 25 avril 2017 à l'Institut national d'histoire de l'art à Paris a rappelé l'importance des recherches novatrices conduites actuellement sur la « transformation par fracturation » des matières dures animales et leur impact sur l'étude des cultures préhistoriques. En publier les actes était, à ce double titre, essentiel et l'on doit remercier les responsables de cet ouvrage de s'y être attelées.

Les actes de cette session présentent des contributions qui sont le fruit de recherches récentes tant sur des collections provenant de fouilles anciennes que sur les données acquises à la faveur d'opérations actuelles, de terrain ou de programmes expérimentaux. Elles renvoient aux objectifs qui structurent ce volume et sont réparties en conséquence dans l'une des trois parties : la première est d'ordre historiographique et méthodologique, les deux autres sont d'ordre paléohistorique et relèvent, pour l'une, de l'évocation d'exemples chronoculturels variés et, pour l'autre, de celle d'autres matériaux.

L'introduction scientifique de l'ouvrage (Christensen et Goutas, ce volume) donne le ton de la première partie « Historiographie et questions méthodologiques » en évoquant tour à tour les avancées comme les problèmes d'ordre terminologique (par exemple, l'emploi généralisé du terme « fracturation », question reprise aussi dans ce volume par Benjamin Marquebielle ainsi que par Nejma Goutas, Marianne Christensen et collaborateurs) et analytique dont la résolution est indispensable pour pouvoir aller plus avant, notamment si l'on replace ces recherches dans une perspective palethnologique.

Les directrices de la publication rappellent que la « transformation par fracturation » existe dès le Paléolithique inférieur et perdure dans toutes les cultures pré et protohistoriques (Goutas et Christensen, ce volume). Elle est, cependant, très majoritairement appliqué à l'os,

notamment aux os longs, ce qui a généralement amené à considérer que ces débitages par fracturation étaient d'abord à vocation culinaire : la récupération des éclats était, dans ce cadre, opportuniste et contribuait à créer un outillage dit « de fortune » par le façonnage éventuel et succinct d'une partie active. La réalité est certainement beaucoup plus complexe et il est vraisemblable, sinon avéré, ne serait-ce que par l'existence des grands bifaces en os (par exemple acheuléens d'Italie à Castel di Guido, Fontana Ranuccio : Bidditu et Segre, 1982), que des débitages par fracturation « de première intention » ont existé conjointement ou en parallèle, et ce, dès le Paléolithique inférieur (Goutas *et al.*, 2018). La conduite systématique d'analyses technologiques (dans le sens le plus complet du terme, au moins techno-économique) a cruellement fait défaut pour répondre à ces questions, même si des travaux sur la fracturation des os (Aguirre et Hoyos, 1977 ; Aguirre, 1985 et 1986 ; ETTOS, 1985) ont été fondateurs pour guider la caractérisation du matériel archéologique. Récemment, une réflexion collective s'est de nouveau engagée pour identifier les critères qui permettent de distinguer les débitages à but alimentaire de ceux à but dit « technique ». De fait, au cours des années 2000-2012, les sessions expérimentales de TECHNOS (atelier thématique du CNRS) nous ont permis d'observer que selon le bloc débité (c'est-à-dire, selon le type d'os, ses dimensions, son poids, etc.) et selon le résultat escompté (production éclats, de quels types, ou extraction moelle), le type de percussion, voire de percuteur utilisé sera différent comme le seront la localisation du point de frappe ou la possible préparation de la zone à percuter. Malgré cela, les critères de distinction du matériel (types de déchets, de stigmates) propres à une fracturation à but premier alimentaire de celle à but premier technique restent encore flous, sans compter, bien sûr, le



cas d'une fracturation à but alimentaire qui, par la récupération de certains éclats peut devenir à but technique. À tout cela s'ajoutent, comme le rappelle Céline Bemilli (encart taphonomie *in* Christensen, Goutas *et al.*, ce volume), l'action des processus taphonomiques dont les conséquences peuvent être lourdes sur la lecture du matériel archéologique. À ce jour, il reste donc à conduire un travail de longue haleine sur la fracturation des os mais ceci est essentiel pour comprendre toute la diversité des comportements économiques dès les premiers temps de l'histoire de l'humanité et suivre la construction d'une pensée visant à transformer en objets des blocs osseux universellement accessibles.

Ce travail est plus avancé pour les « coquillages », ou plus exactement l'exploitation de leurs coquilles, notamment grâce aux travaux méthodologiques conduits par Laura Manca dans le cadre d'une étude des productions en MDA des sociétés du Néolithique au début de l'âge du Cuivre en Sardaigne (Manca, ce volume a). En effet, pour étudier son matériel et reconnaître les outils des simples déchets alimentaires, il lui a fallu mettre en place un protocole permettant de distinguer ce qui relevait de la fragmentation (taphonomique) et de la fracturation (anthropique). Les résultats obtenus depuis sur d'autres séries, montrent que celui-ci est suffisamment pertinent (Manca, ce volume a et b).

L'étude du débitage par fracturation du bois de cervidé est, quant à elle, assez récente. Si, très tôt, la présence d'éclats en bois de renne a été reconnue parmi le matériel préhistorique, et s'ils ont même été décrits dès les années 1970 (Allain *et al.*, 1974; Rigaud, 2004), la reconstitution de la chaîne opératoire propre à l'analyse technologique faisait défaut. Comprendre et caractériser un débitage, demande à dépasser la seule reconnaissance de certains paramètres techniques (comme l'utilisation de la percussion) et du matériel qui en témoignent (comme l'existence d'éclat). En se développant pour les matières dures animales depuis une large quinzaine d'années, l'analyse technologique a permis de reconstituer ces chaînes en se fondant sur l'étude des remontages (ici, par défaut et exceptionnellement physiques, voir Averbouh et Pétilion, 2011) et d'identifier, dans certains cas, quelques ou tous les éléments (déchets, supports, objets finis) propres à certains débitages par fracturation. Ces premières études (notamment sur le débitage du bois de renne au Badegoulien dans le milieu des années 2000, puis au Solutréen et au Gravettien dans les années suivantes) ont, de fait, attiré l'attention sur ce matériel et affuté la vigilance de tous; celle-ci a d'autant pu s'exercer qu'elle bénéficiait de l'absence de confusion possible avec les restes d'un débitage alimentaire. Sans surprise, illustrant une fois de plus le vieil adage « pour reconnaître, il faut connaître », les découvertes se sont multipliées depuis une dizaine d'années comme en témoigne la forte proportion de textes qui y sont consacrés dans la partie paléo-historique.

Sur les onze articles regroupés dans la seconde partie « applications chronoculturelles », six traitent exclusivement de fracturation sur bois de cervidé et un septième

l'aborde dans le cadre d'une approche englobant les trois principales matières osseuses : os, dent, bois de cervidé. D'emblée, un premier constat s'impose : la transformation par fracturation du bois de renne a existé dans toutes les cultures du Paléolithique supérieur jusqu'au Mésolithique, du moins pour la frange occidentale de l'Europe. De l'Aurignacien (Tejero *et al.*, ce volume; Tartar, ce volume) au Magdalénien moyen et supérieur (Margarini et Bodu, ce volume; Lefebvre et Pétilion, ce volume) en passant par le Gravettien (Goutas *et al.*, ce volume), le Solutréen (évoqué dans la partie historiographique : Christensen, Goutas *et al.*, ce volume) et le Badegoulien (Averbouh, ce volume a), puis au Mésolithique (Marquebielle, ce volume), les groupes préhistoriques ont appliqué au bois de cervidé un schéma de transformation par fracturation. Bien évidemment, son implication dans la fabrication des équipements en matières osseuses a été très différente d'une période à l'autre. À l'heure actuelle, il semble que son rôle ait été marginal au Gravettien et au Magdalénien, en France tout du moins (la situation en Europe centrale étant plus complexe, voir par exemple : Goutas *et al.*, ce volume), durant lesquels prédominent les schémas de transformation par extraction et par segmentation, et ultérieurement, au Mésolithique. En revanche, il a manifestement joué un rôle prépondérant au Solutréen et au Badegoulien, et semble-t-il à l'Aurignacien. La conception d'un débitage se reconnaît dans la façon d'exploiter un bloc et ses propriétés (morphométriques et structurelles) et d'en produire un certain type de support. Un débitage par fracturation consiste à débiter un bloc par éclatement pour produire un support type : l'éclat au terme générique du sens. Chaque type de débitage par fracturation conduit à la production de types définis d'éclats-supports et même, d'éclats-déchets. Or, dans certains cas (au Gravettien, au Badegoulien voire à l'Aurignacien), la question se pose de l'intégration de certains de ces débitages au schéma de transformation par extraction ou par bipartition plutôt que par fracturation mettant ainsi en avant leur rapprochement dans la façon de concevoir l'exploitation du bloc et non dans les modalités pratiques de sa réalisation. Non résolue encore car elle requiert une bien plus vaste collecte de données, cette question a néanmoins été abordée à travers quelques contributions. Selon l'avancée des recherches et l'angle choisi, celles-ci évoquent soit la caractérisation complète d'un débitage (Tejero *et al.*, ce volume; Goutas *et al.*, ce volume; Averbouh, ce volume a; Marquebielle, ce volume) soit, celle plus spécifique des techniques et procédés mis en œuvre pour détacher les supports (Tartar, ce volume; Margarini et Bodu, ce volume) ou encore celle des premiers témoins recueillis (Lefebvre et Pétilion, ce volume).

La fracturation de l'os, jusque-là prédominante dans les rares études et publications consacrées à la fracturation des MDA, occupe dans ce recueil une place restreinte : trois articles y sont spécifiquement consacrés. Mais là encore, on constate qu'un cas particulier se détache : celui du débitage des métopodes. Une contribution est dévolue à la fracturation des métopodes de cheval et de renne au

Magdalénien dans le Bassin parisien (Bignon-Lau *et al.*, ce volume), la seconde, à celle des métapodes d'élan au Mésolithique final en Russie (Treuil, ce volume) et la dernière, à celle des métapodes d'artiodactyles par les Indiens *canoeros* de Patagonie (Christensen, Legoupil *et al.*, ce volume). L'angle choisi est globalement le même puisque ce sont avant tout les modalités pratiques qui sont évoquées, généralement les plus tangibles, alors que la reconstitution du schéma d'exploitation des blocs, et donc de l'intentionnalité de leur débitage, est plus difficile d'accès (biais des corpus anciens, conservation différentiel, etc.). Dans les deux premiers cas, même, c'est la seule application d'une technique – la percussion directe diffuse – qui est étudiée, sur le plan archéologique et expérimental, y compris lorsqu'elle n'est que le reflet pratique d'une conception bien différente de la transformation par fracturation comme à Zamostje 2. L'objectif ici, est de rappeler que la technique ne fait pas la méthode de débitage : l'assimilation de la percussion diffuse à un schéma de transformation par fracturation peut désormais être évitée (voir à ce sujet : Goutas et Christensen, ce volume). Dans l'ensemble, un métapode offre des propriétés morpho-structurelles assez similaires chez la plupart des mammifères (en dépit des différences de poids et de dimensions selon les espèces). De ce fait, cet os a presque toujours été exploité alimentaires et depuis au moins le Paléolithique supérieur, techniquement aussi, dans des buts très proches quelles que soient les périodes concernées : production d'objets appointés (aiguille, alêne, poinçon), biseautés (coin, ciseau) et cylindriques (manche). À ce titre, l'accent mis sur l'étude de son exploitation alimentaire et technique se justifie pleinement. De plus, elle sera peut-être, dans le futur, l'une des rares portes à s'ouvrir sur une confrontation universelle des réponses données par différents groupes culturels pour atteindre un même objectif (production d'un même type d'objet) avec les mêmes contraintes (même type de bloc) mais avec un terreau technique et culturel différent. C'est, du reste, ce vers quoi tendent les auteurs de la troisième contribution, en confrontant les débitages identifiés chez les nomades marins et chez les chasseurs-cueilleurs de l'Ancien Monde.

La dernière contribution de cette partie concerne exclusivement le « débitage par fracturation » des coquil-

lages, ou plus exactement de leurs coquilles, chez les sociétés du Néolithique final et premier Chalcolithique de Sardaigne. L'auteure évoque ce débitage, marginal dans l'exploitation des coquilles, dont elle tente de cerner l'intentionnalité strictement technique à travers une étude croisée du matériel expérimentale, technologique et fonctionnelle (Manca, ce volume b).

La troisième partie « Autres matériaux, autres contextes » regroupe deux contributions : l'une consacrée à une approche strictement expérimentale, notamment sur ivoire de mammoth (Girya et Khlopachev, ce volume), l'autre à la fracturation appliquée à un autre matériau proche toutefois des matières osseuses : le bois végétal (Chica-Lefort et Maerky, ce volume). Malgré le caractère hautement périssable de cette dernière matière, les auteures se lancent courageusement dans l'étude de son exploitation au Paléolithique et proposent ici un bilan des connaissances acquises autour des techniques de fracturation qui lui ont été appliquées. Elles abordent également des questions d'ordre méthodologique et terminologique soulignant l'existence d'une terminologie différente ou, plus exactement, de l'emploi de termes similaires à ceux de la technologie osseuse mais porteurs de significations différentes. Nul doute qu'un travail demande à être engagé dans les années à venir pour homogénéiser les termes de l'analyse et de la description technologique aux deux groupes de matières dures organiques. C'est d'ailleurs dans cet objectif d'approche croisée et d'harmonisation méthodologique et terminologique que plusieurs d'entre nous œuvrent ces dernières années à la mise en place d'un programme collectif.

Dans les années 1980, le groupe ETTOS avait publié sous la houlette de Danielle Stordeur un article sur la fracturation expérimentale des os longs. Ce texte, empreint de la rigueur scientifique de cette chercheuse, a longtemps été l'une des références pour les quelques rares chercheurs ou étudiants qui s'engageaient alors dans la voie de la technologie osseuse. Il ne fait aucun doute que dans les années à venir, « À coup d'éclats ! » deviendra l'ouvrage de référence pour quiconque souhaite disposer d'une base solide sur l'état de nos connaissances et étudier la transformation par fracturation des matières dures animales aux époques préhistoriques.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AGUIRRE E. (1985) – Torralba : débitage d'ossements d'éléphants, approche d'une analyse morphotechnique, in E. Aguirre et M. Patou (dir.), *Outillage peu élaboré en os et en bois de cervidés*, I, Treignes, Cédarc (Artefacts, 1), p. 33-46.
- AGUIRRE E. (1986) – Format et technique dans la fracturation d'ossements à Torralba (Soria, Espagne), in E. Aguirre et M. Patou (dir.), *Outillage peu élaboré en os et en bois de cervidés*, II, Treignes, Cédarc (Artefacts, 3), p. 81-92.
- AGUIRRE E., HOYOS M. (1977) – Observations méthodiques sur outillage osseux du Paléolithique inférieur, in H. Camps-Fa-

brer (dir.), *Méthodologie appliquée à l'industrie de l'os préhistorique*, actes du 2<sup>e</sup> Colloque international sur l'industrie de l'os dans la Préhistoire (abbaye de Sénanque, 9-12 juin, 1976), Paris, CNRS (Colloques internationaux, 568), p. 55-60.

- ALLAIN J., FRITSCH R., RIGAUD A., TROTIGNON F. (1974) – Le débitage du bois de renne dans les niveaux à raclettes du Badegoulien de l'abri Fritsch et sa signification, in H. Camps-Fabrer (dir.), *Premier colloque international sur l'industrie de l'os dans la Préhistoire* (abbaye de Sénanque, 18-20 avril, 1974), Aix-en-Provence, université de Provence, p. 67-71.

- AVERBOUH A. (ce volume a) – Le travail des matières osseuses au Badegoulien ou un curieux goût pour la fracturation, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 181-186.
- AVERBOUH A., PÉTILLON J.-M. (2011) – Identification of 'Debitage by Fracturation' on Reindeer Antler: Case Study of the Badegoulian Levels at the Cuzoul de Vers (Lot, France), in J. Baron et B. Kufel-Diakowska (dir.), *Written in Bones, Studies on Technological and Social Contexts of Past Faunal Skeletal Remains*, actes des 7<sup>es</sup> Rencontres du Groupe de recherche sur le travail des matières osseuses (Wrocław, 7-11 septembre 2009), Wrocław, université de Wrocław, p. 41-52.
- BIDDITTO L., SEGRE A. G. (1982) – Utilizzazione dell'osso nel Paleolitico inferiore italiano, in *Atti della XXIII Reunione Scientifica dell'Istituto italiano di Preistoria e Protostoria nel Lazio*, actes du colloque international (Florence, 7-9 mai 1980), Florence, Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, p. 89-105.
- BIGNON-LAU O., MALGARINI R., BONZOM-CHAPELLE S. (ce volume) – Fracturation osseuse *lato sensu* et intégration des chaînes opératoires alimentaire et non alimentaire : quelques exemples du Magdalénien supérieur, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 231-241.
- CHICA-LEFORT T., MAERKY G. (ce volume) – Entre technique et taphonomie : état de la recherche sur la fracturation *lato sensu* du bois végétal au Paléolithique, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 341-358.
- CHRISTENSEN M. (2016) – *L'industrie osseuse des chasseurs-cueilleurs : le cas des nomades marins de Patagonie et de Terre de Feu*, Punta Arenas, Universidad de Magallanes (Colección poblamiento humano de Fuego-Patagonia), 308 p.
- CHRISTENSEN M., GOUTAS N. (ce volume) – La fracturation. Enjeux terminologiques, analytiques et perspectives paléolithiques, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 11-20.
- CHRISTENSEN M., GOUTAS N., BEMLI C., CHEVALLIER A., LACARRIERE J., LEDUC C., BIGNON-LAU O., BODU P., CHICA-LEFORT T., KHAN B., LÉGLISE S., MALGARINI R., TARTAR É., TEJERO J.-M., TREUILLOT J., SCHWAB C. (ce volume) – La fracturation *lato sensu* de l'os et du bois de cervidé : un bref historique des recherches, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 23-42.
- CHRISTENSEN M., LEGOUPIL D., SAN ROMÁN M. (ce volume) – L'exploitation des métapodes d'artiodactyles par les nomades marins de Patagonie australe : le cas du site d'Offing, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 311-322.
- ETTOS (1985) – Techniques de percussion appliquées au matériel osseux : premières expériences, *Cahiers de l'Euphrate*, 4, p. 373-381.
- GIRYA E. Y., KHLOPACHEV G. A. (ce volume) – Experimental Data on the Splitting and Knapping of Mammoth Tusk and Reindeer Antlers, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 325-340.
- GOUTAS N., BODU P., HINGUANT S., AVERBOUH A., CHRISTENSEN M. (ce volume) – La « production baguettaire » au Gravettien : étude de cas et discussions à partir de l'industrie en bois de cervidé de Laugerie-Haute (Dordogne, France), in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 139-180.
- GOUTAS N., CHRISTENSEN M. avec la collaboration de TARTAR É., MALGARINI R., TEJERO J.-M., TREUILLOT J. (ce volume) – Extraction, partition, réduction ou fracturation ? De quoi parlons-nous ? Discussion sur la production de supports allongés (baguette, éclat baguettaire vs éclat), in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 55-97.
- GOUTAS N., CHRISTENSEN M., AVERBOUH A. (2018) – De l'Atlantique à l'Oural : l'exploitation des matières osseuses au Paléolithique, in M. Christensen, N. Goutas et F.-X. Chauvière (dir.), *De l'os à la corne : histoires de transformation des matières dures d'origine animale*, Rennes, Presses universitaires de Rennes (*Artefact. Techniques, histoire et sciences humaines*, dossier spécial 7), p. 9-38.

- LEFEBVRE A., PÉTILLON J.-M. (ce volume) – Techniques de fracture pour la production de supports en bois de cervidé au Magdalénien moyen et supérieur (19-14 ka cal. BP) : premier inventaire et perspectives, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 213-230.
- MALGARINI R., BODU P. (ce volume) – Des tests expérimentaux aux cas archéologiques : le débitage par percussion du bois de renne au Magdalénien moyen dans l'Est de la France, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 187-211.
- MANCA L. (ce volume a) – La fracturation et la fragmentation des coquilles : une problématique partagée entre archéozoologie, taphonomie et technologie, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 43-53.
- MANCA L. (ce volume b) – L'emploi de la percussion directe diffuse et de la méthode de débitage par fracturation dans l'exploitation des coquilles. Exemples du Néolithique final et du Chalcolithique ancien de Sardaigne (Italie), in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 283-310.
- MARQUEBIELLE B. (ce volume) – L'emploi de la « fracturation » dans le travail des matières osseuses au Mésolithique dans le Sud et l'Est de la France, réflexions terminologiques et amorce de synthèse, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 243-259.
- TARTAR É. (ce volume) – La fracturation du bois de renne à l'Aurignacien : mise en évidence d'une nouvelle modalité de débitage impliquant la percussion directe, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 119-138.
- TEJERO J. M., CHRISTENSEN M., BODU P. (ce volume) – Exploitation du bois de cervidé et comportements techniques durant l'Aurignacien en Europe occidentale. Caractérisation du débitage par fendage, in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 101-118.
- TREUILLOT J. (ce volume) – L'apport de l'expérimentation à l'étude des techniques de fracture : le cas de la bipartition des métapodes au Mésolithique à Zamostje 2 (région de Moscou, Russie), in M. Christensen et N. Goutas (dir.), « À coup d'éclats ! » *La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*, actes de la séance de la Société préhistorique française (Paris, 25 avril 2017), Paris, SPF (Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 261-282.

**Aline AVERBOUH**  
 CNRS UMR 7209 Archéozoologie,  
 Archéobotanique :  
 Sociétés, pratiques et environnements  
 Muséum national d'histoire naturelle  
 CP55 ou 56  
 55 rue Buffon  
 75005 Paris  
 aline.averboug@mnhn.fr





« À coup d'éclats ! »

*La fracturation des matières osseuses en Préhistoire :  
discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*  
Actes de la séance de la Société préhistorique française de Paris (25 avril 2017)

Textes publiés sous la direction de  
Marianne CHRISTENSEN et Nejma GOUTAS  
Paris, Société préhistorique française, 2018  
(Séances de la Société préhistorique française, 13), p. 365-368  
[www.prehistoire.org](http://www.prehistoire.org)  
ISSN : 2263-3847 – ISBN : 2-913745-2-913745-74-1

## COMITÉ SCIENTIFIQUE DE LA SÉANCE

### Co-directrices de l'ouvrage :

Marianne CHRISTENSEN (Université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, UMR 7041 – ArScAn)

Nejma GOUTAS (CNRS, UMR 7041 – ArScAn)

### Le comité scientifique

Claire ALIX (Université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, UMR 8096 – Archéologie des Amériques, Nanterre)

Jean-Guillaume BORDES (Université de Bordeaux, UMR 5199 – PACEA, Bordeaux)

Jean-Christophe CASTEL (Muséum d'histoire naturel de Genève, Suisse)

François-Xavier CHAUVIÈRE (Office du patrimoine et de l'archéologie de Neuchâtel, Suisse)

Sandrine COSTAMAGNO (CNRS, UMR 5608 – TRACES, Toulouse)

Catherine DUPONT (CNRS, UMR 6566 – CReAAH, Rennes)

Damien FLAS (Université de Liège, Belgique)

Charlotte LEDUC (INRAP, UMR 8215 – Trajectoires, Nanterre)

Sébastien LEPETZ (CNRS, UMR 7209 Archéozoologie, Archéobotanique : sociétés, pratiques et environnements, Muséum national d'histoire naturelle, Paris)

Olga LOZOVSKAYA (Institute for the History of Material Culture, Russian Academy of Sciences, Russie)

Yolaine MAIGROT (CNRS, UMR 8215 – Trajectoires, Nanterre)

Ludovic MEVEL (CNRS, UMR 7041 – ArScAn, Nanterre)

Pierre NOIRET (Université de Liège, Belgique)

Damien PESESSE (UMR 6566 – CReAAH, Rennes)

Jean-Marc PÉTILLON (CNRS, UMR 5608 – TRACES, Toulouse)

Noëlle PROVENZANO (CNRS, UMR 5140 – Archéologie des Sociétés Méditerranéennes, Montpellier)

Francesca ROMAGNOLI (Dpto. Prehistoria y Arqueología, Fac. Filosofía y Letras – Universidad Autónoma de Madrid, Espagne)

Élise TARTAR (CNRS, UMR 7041 – ArScAn, équipe Ethnologie préhistorique, Nanterre)

**PARTICIPANTS DU THÈME**  
**« RESSOURCES ANIMALES : ACQUISITION, TRANSFORMATION ET CONSOMMATION »**

**Responsables**

Marianne CHRISTENSEN (Université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, UMR 7041 – ArScAn).

Nejma GOUTAS (CNRS, UMR 7041 – ArScAn).

<http://www.arscan.fr/ethnologie-prehistorique/themes/ressources-animales-acquisition-transformation-et-utilisation/>

**Participants**

*Membres de l'UMR 7041 (ArScAn)*

Équipe Ethnologie préhistorique (<http://www.arscan.fr/ethnologie-prehistorique/>):

Olivier BIGNON, Pierre BODU, Aude CHEVALLIER, Tiphane CHICA-LEFORT, Marianne CHRISTENSEN, Laurent DAVIN, Nejma GOUTAS, Delphine KUNTZ (depuis 2015), Jessica LACARRIÈRE (depuis 2017), Siegfried LÉGLISE, Claire LUCAS, Gisèle MAERKY, Romain MALGARINI (depuis 2015), Caroline PESCHAUX, Catherine SCHWAB, Élise TARTAR, Jose Miguel TEJERO, Julien TREUILLOT, Rocío VILLAR. Jusqu'en 2014 : Malvina BAUMANN.

Équipe APOHR (<http://www.arscan.fr/apohr/equipes/>)

Bénédicte KHAN.

*Membres extérieurs*

Aline AVERBOUH et Laura MANCA (UMR 7209, MNHN); Céline BEMILLI (UMR 7209, MNHN, INRAP); Jean-Marc PETILLON (UMR 5608, TRACES, jusqu'en 2015), Delphine KUNTZ (UMR 5608, TRACES jusqu'en 2014), Jessica LACARRIÈRE (UMR 5608, TRACES, jusqu'en 2016) et Benjamin MARQUEBIELLE (UMR 5608, TRACES); Charlotte Leduc (INRAP, UMR 8215, Trajectoires).

## ADRESSES DES AUTEURS

**Aline AVERBOUH**

UMR 7209 Archéozoologie, Archéobotanique :  
Sociétés, pratiques et environnements  
Muséum national d'histoire naturelle, CNRS  
CP55 ou 56  
55 rue Buffon  
75005 Paris  
aline.averbough@mnhn.fr

**Céline BEMILLI**

INRAP Centre de recherches archéologiques  
30, boulevard de Verdun  
F-76120 Le Grand Quevilly  
et UMR 7209 Archéozoologie, Archéobotanique :  
Sociétés, pratiques et environnements  
Muséum national d'histoire naturelle, CNRS  
CP55 ou 56  
55 rue Buffon  
75005 Paris  
celine.bemilli@inrap.fr

**Olivier BIGNON-LAU**

UMR 7041 ArScAn, Ethnologie préhistorique  
MAE, 21, allée de l'Université  
F-92023 Nanterre cedex  
olivier.bignon-lau@cnrs.fr

**Pierre BODU**

UMR 7041 ArScAn, Ethnologie préhistorique  
MAE, 21, allée de l'Université  
F-92023 Nanterre cedex  
pierre.bodu@cnrs.fr

**Sacha BONZOM-CHAPELLE**

Étudiante, Université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne  
Centre de Recherches Préhistoriques  
3, rue Michelet  
F-75006 Paris  
sacha.bonzomchappelle@yahoo.fr

**François-Xavier CHAUVIÈRE**

Office du patrimoine et de l'archéologie de Neuchâtel  
Section archéologie  
Espace Paul-Vouga, Laténium  
CH-2068 Hauterive  
francois-xavier.chauviere@ne.ch

**Aude CHEVALLIER**

Post-doctorante, UMR 7041 ArScAn, Ethnologie préhistorique  
MAE, 21, allée de l'Université  
F-92023 Nanterre cedex  
aude.chevallier@gmail.com

**Tiphanie CHICA-LEFORT**

Doctorante, Université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne  
UMR 7041 ArScAn, Ethnologie préhistorique  
MAE, 21, allée de l'Université  
F-92023 Nanterre cedex  
tiphanie.chica-lefort@malix.univ-paris1.fr

**Marianne CHRISTENSEN**

Université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne

et UMR 7041 ArScAn, Ethnologie préhistorique  
3, rue Michelet  
F-75006 Paris  
marianne.christensen@univ-paris1.fr

**Evgeiy Y. GIRYA**

Experimental Traceological Laboratory  
Institute for the History of Material Culture  
Russian Academy of Sciences  
18, Dvortsovaya Embankment  
RU-191186 Saint-Petersbourg  
kostionki@yandex.ru

**Nejma GOUTAS**

UMR 7041 ArScAn, Ethnologie préhistorique  
MAE, 21, allée de l'Université  
F-92023 Nanterre cedex  
nejma.goutas@cnrs.fr

**Stéphan HINGUANT**

INRAP Bretagne  
et UMR 6566 CReAAH  
263, avenue du Général Leclerc  
Campus de Beaulieu, Université de Rennes 1, CS 74205  
F-35042 Rennes cedex  
stephan.hinguant@inrap.fr

**Bénédicte KHAN**

Doctorante Université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne  
UMR 7041 ArScAn, APOHR  
MAE, 21, allée de l'Université  
F-92023 Nanterre cedex  
benedicte.khan@gmail.com

**Gennady A. KHLOPACHEV**

Département d'archéologie  
Musée d'anthropologie et d'ethnographie  
de l'Académie des sciences de Russie (Kunstkamera)  
3, quai Universitetskaia  
RU-199034 Saint-Petersbourg  
gakmae@yandex.ru et gak@kunstkamera.ru

**Jessica LACARRIÈRE**

Post-doctorante, UMR 7041 ArScAn, Ethnologie préhistorique  
MAE, 21, allée de l'Université  
F-92023 Nanterre cedex  
jessic.laca@gmail.com

**Charlotte LEDUC**

INRAP Grand-Est  
12, rue de Méric  
F-57063 Metz  
et UMR 8215 Trajectoires  
MAE, 21, allée de l'Université  
F-92023 Nanterre cedex  
charlotte.leduc@inrap.fr

**Alexandre LEFEBVRE**

Post-doctorant, UMR 5199 PACEA  
Université de Bordeaux  
Bâtiment B8  
Allée Geoffroy-Saint Hilaire



CS 50023  
F-33615 Pessac cedex  
alexandrelefebvre24@gmail.com

**Siegfried LÉGLISE**

Doctorant, Université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne UMR 7041  
ArScAn, Ethnologie préhistorique  
MAE, 21, allée de l'Université  
F-92023 Nanterre cedex  
siegfried.leglise@gmail.com

**Dominique LEGOUPIL**

UMR 7041 ArScAn, Ethnologie préhistorique  
MAE, 21, allée de l'Université  
F-92023 Nanterre cedex  
dominique.legoupil@cnrs.fr

**Gisèle MAERKY**

Doctorante, Université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne  
UMR 7041 ArScAn, Ethnologie préhistorique  
3, rue Michelet  
F-75006 Paris  
gisele.maerky@gmx.fr

**Romain MALGARINI**

Post-doctorant, UMR 7041 ArScAn, Ethnologie préhistorique  
MAE, 21, allée de l'Université  
F-92023 Nanterre cedex  
romain.malgarini@gmail.com

**Laura MANCA**

Post-doctorante, UMR 7209 Archéozoologie, archéobotanique :  
sociétés, pratiques et environnements  
Muséum national d'histoire naturelle  
55, rue Buffon,  
F-75005 Paris  
laura.manca@mnhn.fr

**Benjamin MARQUEBIELLE**

Post-doctorant, UMR 5608 TRACES  
Université Toulouse – Jean-Jaurès  
Maison de la Recherche  
5, allées Antonio-Machado  
F-31058 Toulouse cedex 9  
benjamin.marquebielle@yahoo.fr

**Jean-Marc PÉTILLON**

UMR 5608 TRACES  
Université Toulouse – Jean-Jaurès  
Maison de la Recherche  
5, allées Antonio-Machado  
F-31058 Toulouse cedex 9  
petillon@univ-tlse2.fr

**Manuel SAN ROMÁN**

Centro de Estudios del Hombre Austral,  
Instituto de la Patagonia,  
Universidad de Magallanes  
Av. Bulnes 01890  
CL-Punta Arenas  
manuel.sanroman@umag.cl

**Élise TARTAR**

UMR 7041 ArScAn, Ethnologie préhistorique  
MAE, 21, allée de l'Université  
F-92023 Nanterre cedex  
elise.tartar@cnrs.fr

**José-Miguel TEJERO**

Post-doctorant, UMR 7041 ArScAn, Ethnologie préhistorique  
MAE, 21, allée de l'Université  
F-92023 Nanterre cedex  
et Seminari d'Estudis i Recerques Prehistòriques (SERP)  
Université de Barcelone  
C/ Montalegre 6-8  
E-08001 Barcelona  
jose-miguel.tejero@mae.cnrs.fr

**Julien TREUILLOT**

Post-doctorant, UMR 7041 ArScAn, Ethnologie préhistorique  
MAE, 21, allée de l'Université  
F-92023 Nanterre cedex  
et 4, avenue de Champagne  
F-69410 Champagne-au-Mont-d'Or  
julien.treuillet@me.com

**Catherine SCHWAB**

Musée d'Archéologie nationale  
Château, place Charles-de-Gaulle  
F-78105 Saint-Germain-en-Laye cedex  
et UMR 7041 ArScAn, Ethnologie préhistorique  
catherine.schwab@culture.gouv.fr



