



« 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 Pétillon (Pétillon, 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 – superficielle 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 superficielle



b - percussion superficielle



c - percussion linéaire indirecte



d - pression statique



Fig. 2 – Techniques de fracture et stigmates. a : éclatement (percussion superficielle) ; b : retouche (percussion superficielle) ; 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.

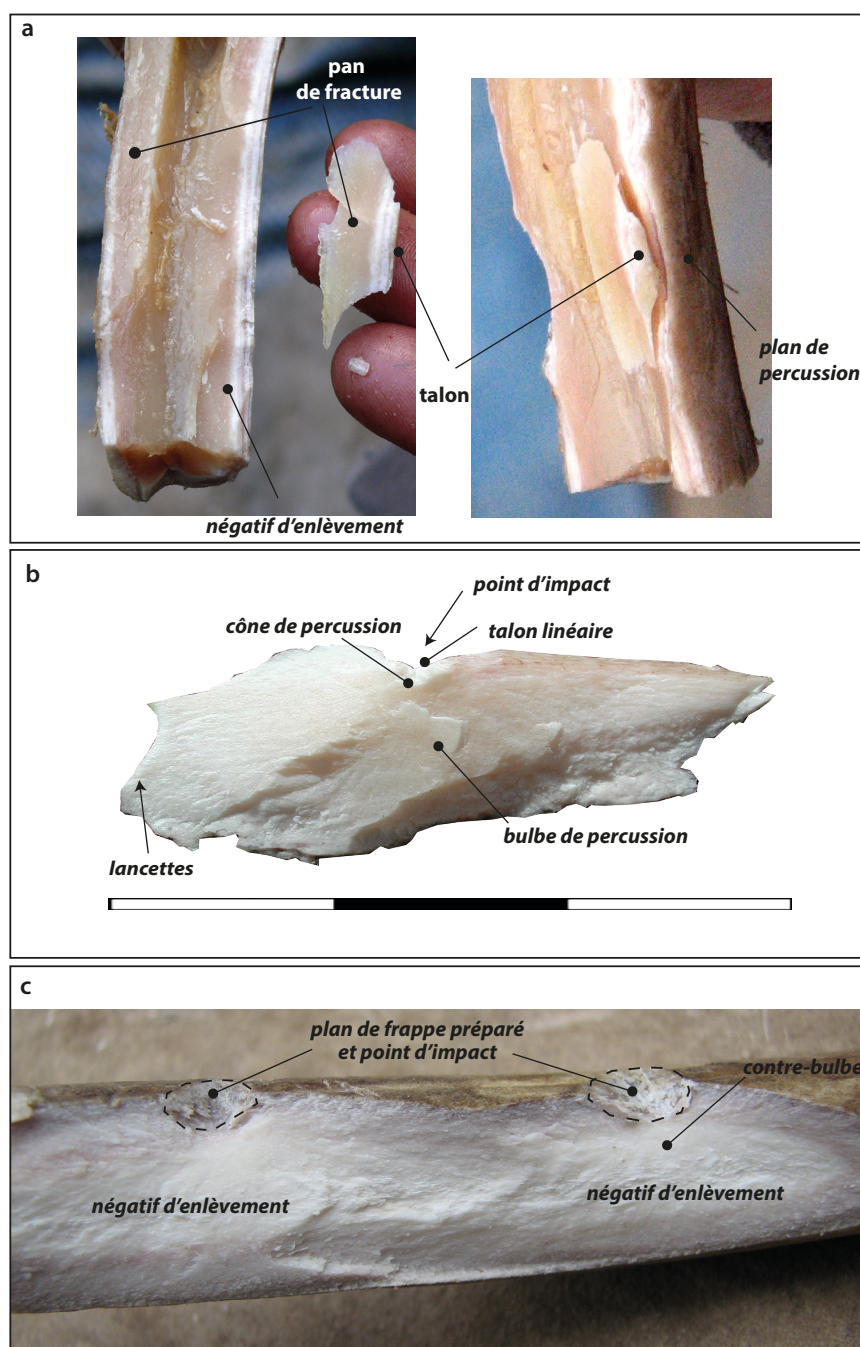


Fig. 3 – Pans de fracture, négatifs d'enlèvement et stigmates secondaires associés à la fracture conchoïdale sur la matière osseuse. a : pan de fracture, négatif d'enlèvement et éclat de retouche sur fragment de diaphyse ; b : éclats de retouche avec point d'impact, talon linéaire, bulbe et lancettes ; 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 and secondary stigmata associated with conchoidal fracturing on osseous material. a : fracture plan, removal 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).

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 appuyerons 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⁽¹⁾, 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 »⁽²⁾. 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⁽³⁾. La « production baguettaire » 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 baguettaire

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

– la « baguette vraie » désigne un support de forme hautement artificielle et standardisée, découlant d'une exploitation très sélective (par extraction⁽⁵⁾ 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 baguettaire » 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'issu par exemple d'une partition). Les éclats baguettaires 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⁽⁶⁾, 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

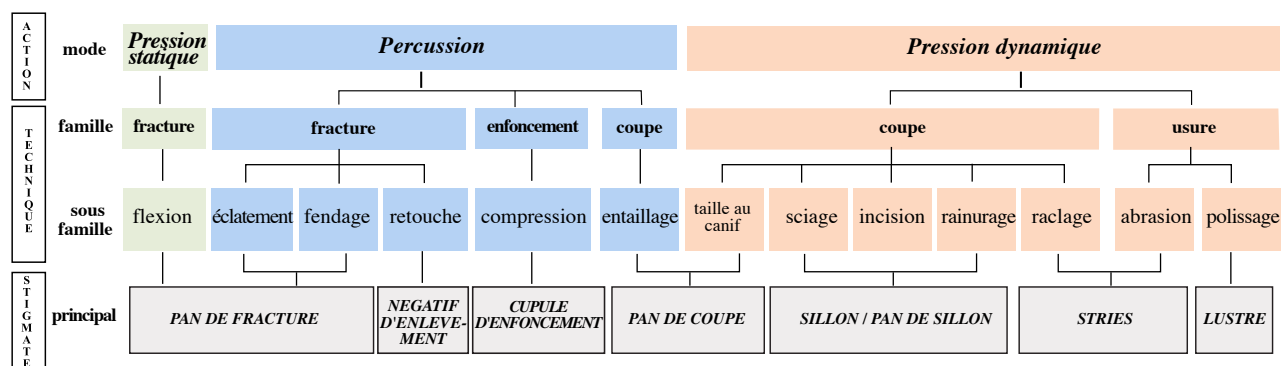


Fig. 4 – Taxinomie des techniques (d'après Christensen, 2015, fig. 5).

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⁽⁷⁾. 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 raclage) 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 superficielle 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

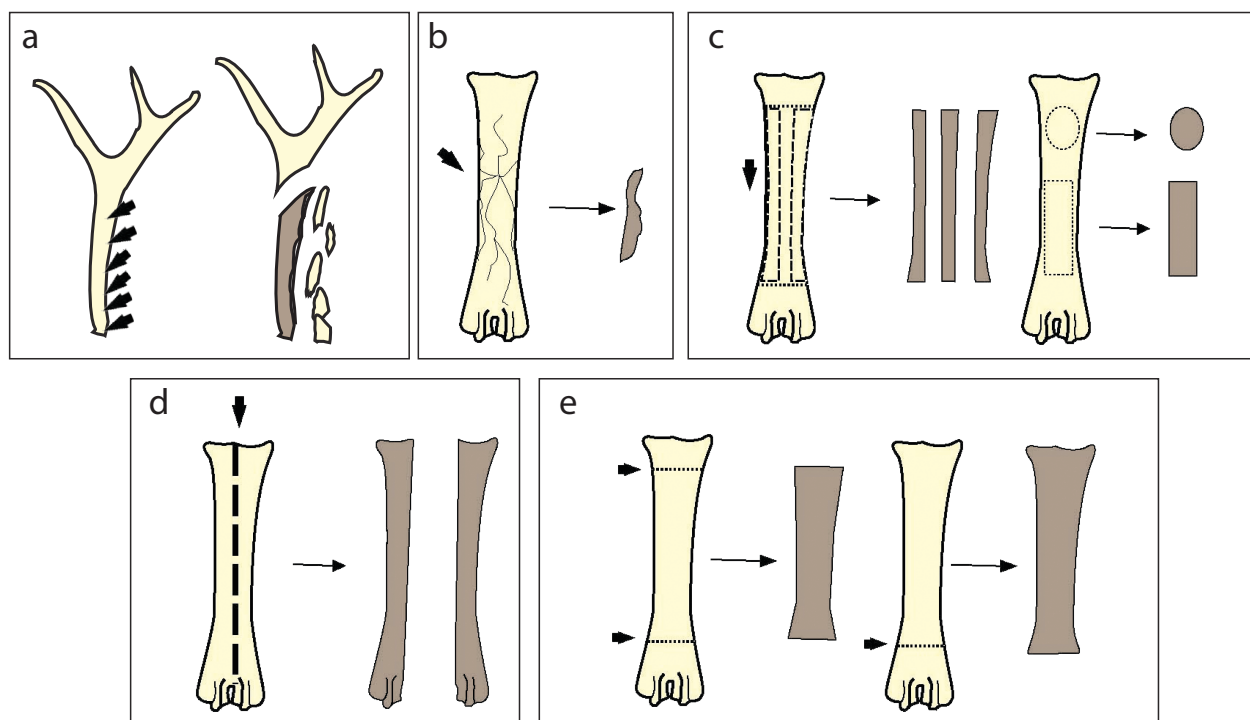


Fig. 6 – Méthodes de débitage. a : par réduction ; b : par fracturation ; c : par extraction ; d : par bipartition ; e : par segmentation (b à e d'après Averbouh, 2000).

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⁽⁸⁾, 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⁽⁹⁾ 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⁽¹⁰⁾. 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⁽¹¹⁾ 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⁽¹²⁾ (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⁽¹³⁾ (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⁽¹⁴⁾ », 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⁽¹⁵⁾ *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'avèrs 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. Actualité 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^{es} 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., 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.
- 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^e 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^e 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 (Alexandrovskaja, 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^e 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^e 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^e 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^{es} 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.), *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.
- 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^e au IV^e 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^e 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 Zamoskje 2 (Excavations 1995-2000), Russia, in V. M. Lozovski, O. V. Lozovskaya et I. Clemente-Conte (dir.), *Zamoskje 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 Zamoskje 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

In 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 ⁽¹⁾ (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...

At 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’⁽²⁾ (Pelegrin, 1991a, p. 109). Different elements characte-

rize 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

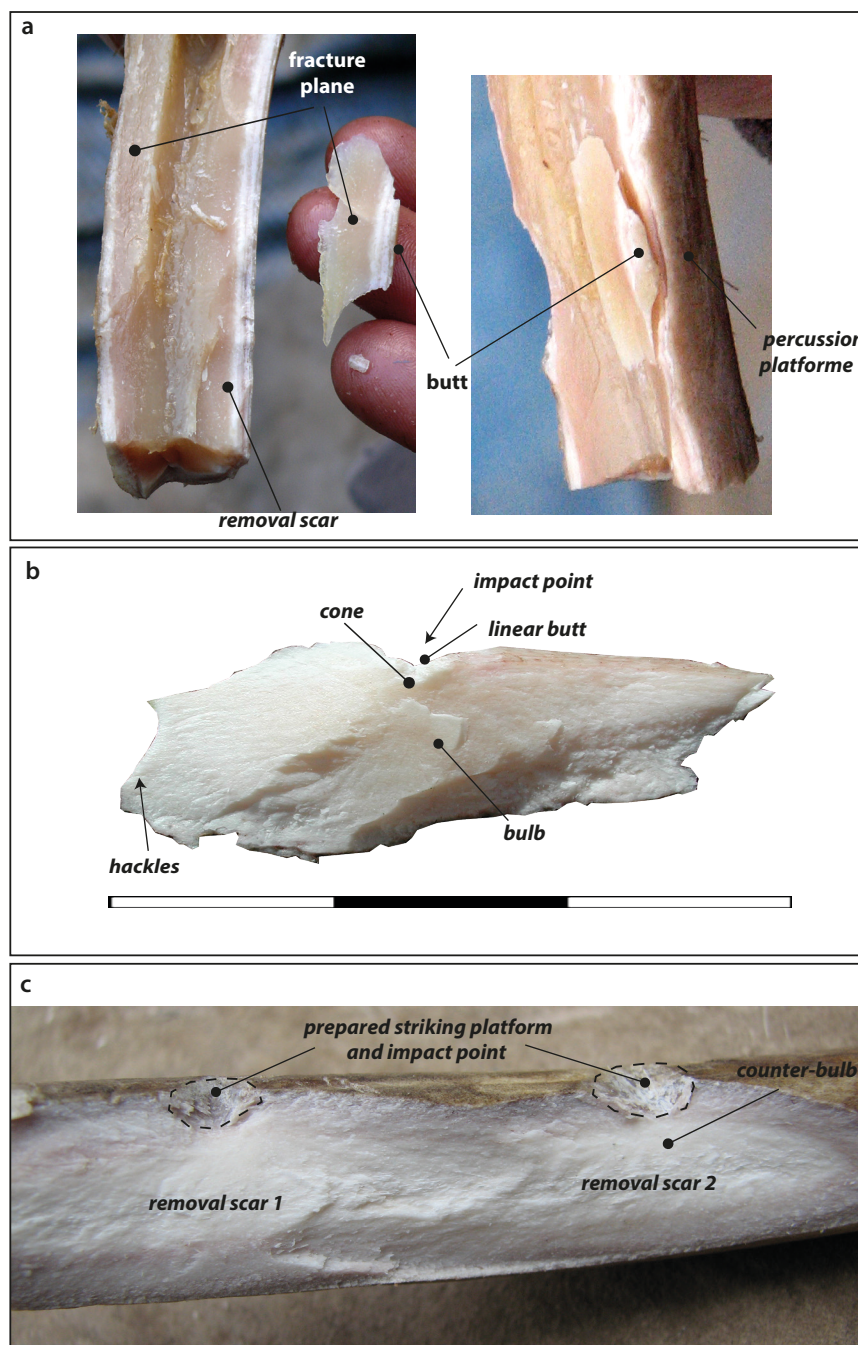


Fig. 3 – Fracture plans, removal scars and secondary stigmata associated with conchoidal fracturing on osseous material. a: fracture plan scar and retouch flake on a diaphysis fragment; b: retouch flakes with impact point, linear butt, bulb and hackles; c: removal scar on reindeer antler: impact marks 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' ⁽³⁾ (Inizan *et al.*, 1995, p. 59).

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

The operational sequence, and in particular here the technical operational sequence ⁽⁵⁾, 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' ⁽⁶⁾ (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' ⁽⁷⁾ (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' ⁽⁸⁾ (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’⁽⁹⁾. 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⁽¹⁰⁾. ‘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⁽¹¹⁾. 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⁽¹²⁾ 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⁽¹³⁾, 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⁽¹⁴⁾. 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

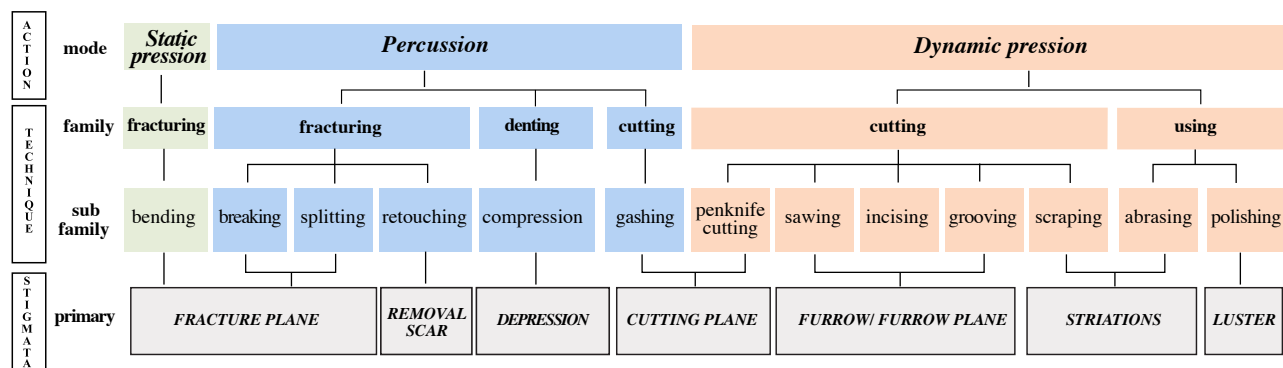


Fig. 4 – Taxinomy of the techniques (after Christensen, 2015, fig. 5).

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⁽¹⁵⁾, 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,

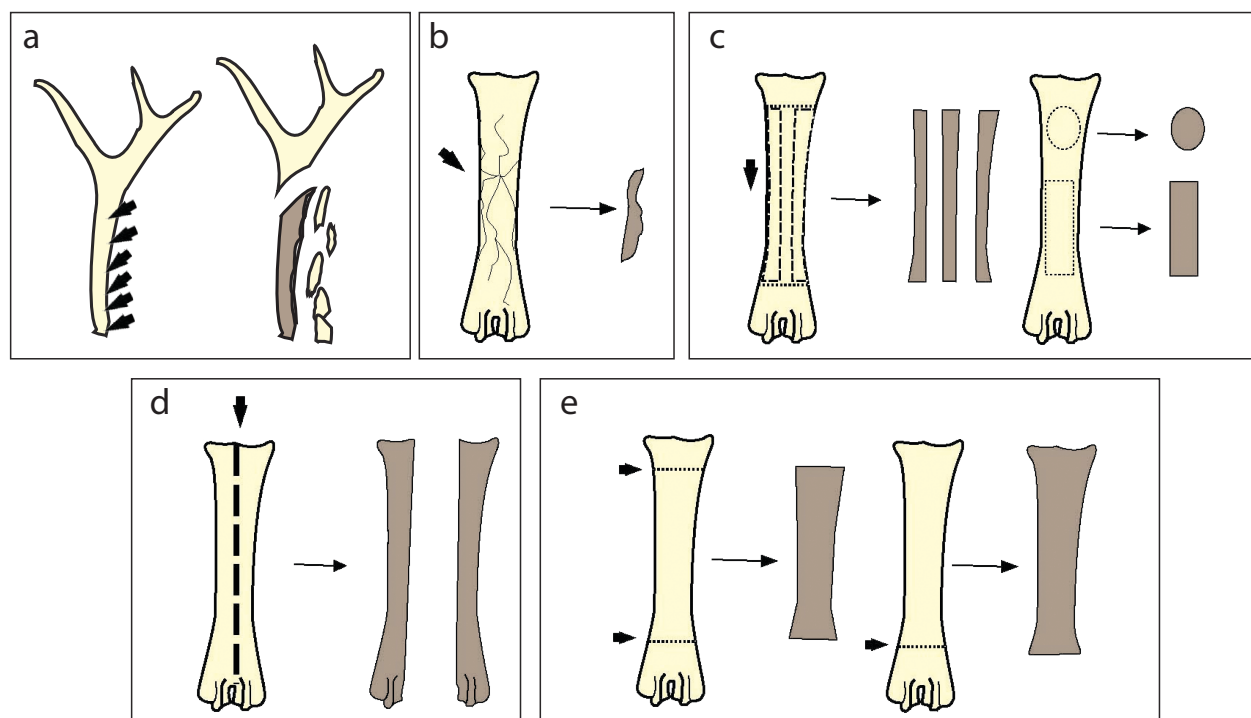


Fig. 6 – Methods of debitage (blank production). a: by reduction; b: by fracturing; c: by extraction; d: by bipartition; e: by segmentation (b to e after Averbouh, 2000).

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

In 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*⁽¹⁶⁾, 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⁽¹⁷⁾. 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 [...]'⁽¹⁸⁾ (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⁽¹⁹⁾ 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⁽²⁰⁾ (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⁽²¹⁾ (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'⁽²²⁾ 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 ⁽²³⁾ *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 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. Actualité 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^{es} 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^e 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^e 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^e 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, 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.
- 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^e 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^e 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^{es} 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.
- SEME NOV 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^e au IV^e millénaire B.C. : histoire, technologie 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^e 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), Brassempony (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 tecn-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

