

La fracturation osseuse : du fait technique à l'essai d'interprétation sociétale

L'exemple de l'antilope saïga du gisement magdalénien de Saint-Germain-la-Rivière (Gironde)

Caroline MASSET, Sandrine COSTAMAGNO, David COCHARD et Véronique LAROULANDIE

Résumé : La fracturation osseuse est une pratique couramment observée sur les gisements paléolithiques, celle-ci intervenant dans diverses chaînes opératoires de transformation et d'utilisation des ressources animales, notamment alimentaires. La moelle osseuse, contenue dans la cavité médullaire des os longs, est une ressource alimentaire non négligeable pour de nombreux groupes humains, en particulier dans les zones périglaciaires, tels les Nunamiuts d'Alaska ou les Koriaks de Sibérie. Différents procédés sont mis en œuvre pour sa récupération ; leur variabilité s'explique en partie par l'existence de traditions techniques et de modes de consommation de la moelle, propres aux différents groupes. Ces traditions entraînent souvent une standardisation des procédés de fracturation à l'intérieur de chaque groupe. De tels schémas récurrents sont-ils perceptibles dans le registre paléolithique ? Si oui, est-il possible de mettre en évidence une transmission des gestes relatifs à la récupération de la moelle ?

Afin d'apporter des éléments de réponse à ces questions nous proposons dans le cadre de cet article, une étude détaillée des traces de percussion observées sur les os longs d'antilope saïga (*Saiga tatarica*), provenant de l'ensemble supérieur Magdalénien moyen de Saint-Germain-la-Rivière (Gironde). Les schémas observés ont ensuite été comparés à ceux décrits dans la littérature afin d'apprécier leurs spécificités et de discuter des paramètres ayant pu influencer sur cette répartition des traces.

Les vestiges fauniques de Saint-Germain-la-Rivière sont intensément fracturés et présentent de nombreuses traces de percussion d'origine anthropique attribuables à cette activité de fracturation de l'os. Des récurrences dans la localisation des traces de percussion ont pu être mises en évidence. Celles-ci varient selon les éléments squelettiques considérés et sont plus ou moins marquées. L'existence de telles récurrences tend à prouver que la disposition des points d'impact dépend d'un choix délibéré. Ces choix ne semblent pas être dictés exclusivement par l'existence de contraintes mécaniques (e. g. la structure osseuse) ou ergonomiques spécifiques aux éléments squelettiques. Par ailleurs, l'existence d'une variabilité inter- et intra-spécifique, observable d'après les données de la littérature laisse à penser qu'il s'agit de choix dictés en partie par un facteur culturel.

L'analyse des traces de percussion a également permis de mettre en évidence, dans certains cas, la présence de plusieurs points d'impact sur une surface réduite. L'une des hypothèses que l'on peut émettre ici serait qu'il y ait eu plusieurs tentatives pour fracturer l'os. Ces pièces posent alors la question de l'acharnement et de la maîtrise du geste et pourraient évoquer des os fracturés par des novices.

Mots clefs : Fracturation osseuse, Paléolithique, Magdalénien moyen, *Saiga tatarica*, transmission des savoir-faire.

Abstract: Bones collected on Palaeolithic archaeological sites are rarely found whole. While a range of natural factors and mechanisms can be the cause of this bone fragmentation (e.g. carnivores, weathering, and sediment compaction), human activity is often a major agent, as bone fracturing takes place in many operational sequences involving the transformation and exploitation of animal resources, particularly in terms of the use of bone marrow and the bone itself as a raw material.

The bone marrow contained in the medullary cavity of long bones is an important food resource for many human groups, particularly in periglacial areas, such as among the Nunamiut of Alaska or the Siberian Koriak. These groups each use different processes to remove the bone marrow. This variability is partly explained by the technical traditions and modes of consumption specific to each group, which often lead to a standardization of fracturing techniques within the group. Can recurring patterns of this kind be observed in the Palaeolithic context? And if so, is it possible to demonstrate the transmission of such processes in terms of the removal of the bone marrow?

To help answer such questions, we present in this article a detailed study of the percussion marks observed on saiga antelope (*Saiga tatarica*) long bones from the upper complex at Saint-Germain-la-Rivière (Gironde), attributed to the

Middle Magdalenian. This includes an inventory of the number of impact marks on each fragment, their nature, their arrangement in relation to each other, and their location on the anatomical element. The degree of percussion has been calculated for the different parts of the anatomical elements in order to establish whether there were any preferred impact zones. The patterns observed were then compared with those described in publications in order to establish their specific characteristics and to assess the parameters that may have affected such distributions of marks.

Saint-Germain-la-Rivière has already been the subject of a detailed taphonomic study (Costamagno, 1999) demonstrating the significant role of Magdalenian hunter-gatherers in the accumulation and modification of bone remains and the limited impact of carnivores. This homogeneity in the constitution of the assemblage reduces the risk of confusion between human and natural agents in the attribution of the marks observed. The corpus studied was composed of 640 bone remains, all of which were fragments of the main long bones containing bone marrow (humeri, radioulnae, femurs, tibiae, and metapodials). The faunal remains at Saint-Germain-la-Rivière were intensely fractured and present numerous human percussion marks that can be attributed to this activity of fracturing the bone. Almost 19% of the corpus presented such marks. No correlation was observed between the distribution of the percussion marks and the conservation/identification of the different skeletal parts. Recurrences in the location of the impact points were nonetheless identified. These recurrences varied in relation to the skeletal elements considered and differed in degree. In the case of the radii, for example, the vast majority of impact marks were found on the proximal parts, in contrast with the humeri and tibiae for which the distribution of percussion marks, although more variable, appeared to indicate a selection predominantly in favour of the distal parts. The preferred percussion surface also varied according to the element, mainly the anterior surface in the case of the radii but the lateral or medial surfaces in the case of the humeri.

The existence of such recurrences indicates that the arrangement of the impact points results from deliberate choice. This choice of location to perform the fracturing of the bone does not appear to be dictated solely by mechanical constraints (e.g. bone structure) or ergonomic constraints specific to each skeletal element. If that were the case, the patterns observed for a specific species would be relatively similar from one level to another and one site to another. However this is not the case, as at Saint-Germain-la-Rivière, for a single taxon, the saiga antelope, the pattern observed in the upper complex (Middle Magdalenian) differs from that observed in the lower complex (Lower Magdalenian). The most striking case is that of the radii, as between the two complexes the arrangement of the impact points is diametrically opposed. This variability is not specific to this species as at other sites attributed to different techno-complexes, differences in the choice of the location of the percussion marks have also been observed, particularly for reindeer and ibex. This is also the case for sites attributed to the same period. Thus, while we cannot completely exclude the possibility of a preferential choice in relation to the bone structure itself, the existence of such inter and intra-species variability suggests choices dictated in part by cultural factors.

Furthermore, the analysis of percussion marks has allowed us to highlight in some cases the presence of several impact points on the same bone fragment. Thus, some of the bone fragments have multiple percussion marks (up to eight identified), sometimes located over a small area and in the form of chopmarks. This type of mark is generally attributed to the disarticulation stage of the limbs during the butchery process. Given their location on the bone element, this does not however appear to be the case here. Moreover, they do not appear to be of a technical nature and cannot be attributed to retouchers. One of the hypotheses that we can put forward here is that several attempts were made at fracturing the bone. This then raises the question of the tenacity and mastery of the technique and could imply that these bones were fractured by novices.

Keywords: Bone breakage, Palaeolithic, Middle Magdalenian, *Saiga tatarica*, transmission of know-how.

LES OSSEMENTS sont couramment trouvés brisés dans les gisements archéologiques du Pléistocène. De multiples facteurs et mécanismes d'origine biologique ou non biologique peuvent être responsables de cet état (e. g. Binford, 1981 ; Blumenschine et Selvaggio, 1988 ; Oliver, 1989 ; Marean, 1991 ; Villa et Mahieu, 1991 ; Fisher, 1995). Tout d'abord, il est important de distinguer une « fragmentation » sur os sec d'une « fracture » sur os frais (Brugal *et al.*, 1994 ; Brugal, 2001). La première peut être induite par des processus post-dépositionnels, tels les processus diagenétiques, la chute de pierres, la météorisation ou encore le piétinement produit par des agents biologiques (Marean, 1991 ; Fisher, 1995). La seconde va résulter de l'action d'agents biologiques accumulateurs ou perturbateurs secondaires, tels que les carnivores ou l'homme (Blumenschine, 1988 ; Blumenschine et Selvaggio, 1988 ; Villa et Mahieu, 1991). La chute de pierres dans les sites en pied de falaise

ou en grotte peut aussi induire une fracturation sur os frais (Oliver, 1989 ; Griggo, 2015).

Dans les sociétés humaines, la fracturation des ossements peut intervenir dans diverses chaînes opératoires, dans le cadre de la production de supports d'industrie osseuse comme les retouchoirs ou les poinçons, la fabrication de supports (Thiébaud *et al.*, 2007 ; Tartar, 2009 ; Soulier *et al.*, 2014a), ou en réponse à des besoins alimentaires (e. g. Binford, 1978). En effet, la moelle contenue dans les cavités médullaires des os, tout comme la graisse stockée dans le tissu spongieux, représente un apport alimentaire non négligeable (Binford, 1978). La moelle est riche en acides gras insaturés et présente ainsi un intérêt pour la santé, en particulier pour les peuples vivant en milieu arctique qui ont un régime alimentaire hyper-protéinique (Binford, 1981 ; Malet, 2007 ; Morin, 2007 ; Costamagno et Rigaud, 2014). C'est donc naturellement qu'elle constitue un « élément nutritionnel fonda-

mental » chez les groupes de Sibérie (Karlin et Tchesnokov, 2007) ou d'Alaska (Binford, 1978). Contrairement à la graisse contenue dans les tissus spongieux, la moelle est une ressource dont l'accès est relativement facile puisque, une fois l'os nettoyé de sa viande, son extraction ne nécessite généralement que l'utilisation d'un percuteur et d'une enclume (Binford, 1978 et 1981; Blumenschine et Selvaggio, 1988; Enloe, 1993; Stiner, 2003). Ainsi, il n'est pas surprenant de trouver cette pratique dès le Paléolithique inférieur en Afrique (Blumenschine, 1995; Domínguez-Rodrigo et Barba, 2006) et encore de nos jours dans de nombreuses sociétés traditionnelles (*e. g.* Binford, 1981; Karlin et Tchesnokov, 2007; Costamagno et David, 2009).

Les travaux d'ethnoarchéologie mettent en évidence, selon les groupes concernés, des procédés spécifiques dans les modes de récupération de la moelle. Cette variabilité s'explique notamment par l'existence de traditions culturelles et de modes de consommation de la moelle propres aux différents groupes (*e. g.* Binford, 1981; Enloe, 1993; Abe, 2005). Par exemple, chez les Dolganes et les Koriaks (Sibérie), la technique de fracturation est systématiquement la même : les coups destinés à fracturer l'os sont assenés au quart de la longueur, après avoir détaché la moelle des parois à l'aide de légers coups portés le long de la diaphyse (Karlin et Tchesnokov, 2007). Chez les Hadzas (Tanzanie), la fracturation osseuse va faire l'objet de différents procédés et choix de percuteur selon le contexte (site d'abattage ou camp résidentiel), mais également selon la taille de la proie et le mode de consommation envisagé. Dans la majorité des cas, la moelle est récupérée puis cuisinée, mais l'os peut également être réduit par fracturation afin de réaliser du bouillon gras. Enfin, la moelle peut être consommée crue directement après la fracturation (Oliver, 1993). L'auteur conclut néanmoins que ces comportements et le schéma qui en résulte sont spécifiques aux Hadzas et donc non transposables à d'autres groupes humains. Dans certains groupes, l'observation de marqueurs culturels dans la fracturation est plus problématique. Ainsi, J. Enloe (1993) signale, dans le cas des Nunamiuts (Alaska), que les stratégies de subsistance varient intra- et inter-groupes. Ainsi, au sein d'un même groupe, la fracturation osseuse est différente selon qu'elle est réalisée au fur et à mesure de l'acquisition des os ou que le traitement s'opère à la chaîne sur une grande quantité d'ossements (Binford, 1978; Enloe, 1993). Dans le dernier cas, des récurrences vont apparaître, car une même personne va toujours utiliser la même technique; alors qu'à l'opposé, l'absence de schéma peut se traduire par l'action de plusieurs personnes. Dans différents groupes, la chaîne opératoire de récupération de la moelle osseuse peut varier d'un élément anatomique à l'autre en lien avec les propriétés de la moelle elle-même (pour une synthèse complète voir Soulier *et al.*, 2014b). Dans les os longs des membres, plus on s'approche des éléments distaux, plus la moelle est liquide (Irving *et al.*, 1957; Malet, 2007; Morin, 2007). L'humérus et le fémur vont donc nécessiter une réduction plus importante que le radius, le tibia ou les métapodiens,

sauf s'ils sont préalablement chauffés afin de liquéfier la moelle (*e. g.* chez les Nunamiuts, les ossements sont placés à proximité des foyers à cet effet : Binford, 1978) ou plongés dans un bouillon (Costamagno et David, 2009).

Les facteurs culturels qui semblent régir certains choix dans la fracturation osseuse chez les sociétés traditionnelles, sont-ils perceptibles dans les temps préhistoriques, là où seuls les ossements persistent? Afin d'aborder cette question, nous nous sommes intéressés à cette pratique dans les niveaux du Magdalénien moyen du site de Saint-Germain-la-Rivière (Gironde). L'intérêt s'est porté sur l'antilope saïga (*Saiga tatarica*) qui est l'espèce majoritairement exploitée sur ce gisement (Costamagno, 1999; Langlais *et al.*, 2015). L'objectif de la présente étude est d'étudier les traces de percussion sur les os longs de cet ongulé afin de rechercher la présence ou l'absence de schémas opératoires particuliers de fracturation. Comme nous l'avons vu, ces derniers peuvent résulter de différents facteurs, soit de contraintes anatomiques des os (relevant alors de la connaissance technique), soit de traditions (pouvant aller du mode de consommation au mode opératoire). Afin de discuter du ou des facteurs à l'origine des récurrences et des différences observées, cette étude sera complétée par une comparaison bibliographique. Dans le cas de figure où des schémas opératoires se dégageraient, il a déjà été souligné que ceux-ci nécessitent une transmission ou du moins un apprentissage (Blasco *et al.*, 2013) ce qui nous conduira à nous demander si des marqueurs de transmission peuvent être perceptibles sur le matériel faunique, tout comme on l'observe sur le matériel lithique (*e. g.* Pigeot, 1987 et 1990; Klaric, 2003; Roux et Bril, 2005; Simonet, 2008; Takakura, 2013) ou dans le domaine de l'art (Fritz, 1999; Rivero Vilá, 2011; Rivero, 2014).

LA FRACTURATION OSSEUSE : FACTEURS LIMITANT ET INTÉRÊTS DE L'ANALYSE

La fracturation d'origine anthropique est perceptible grâce à la présence de marques (ou stigmates) de percussion sur les ossements (*e. g.* encoches, *percussion pits*) qui permettent de documenter et d'analyser cette pratique. Toutefois, il est nécessaire de rappeler que l'étude des traces de boucherie est soumise à diverses limites méthodologiques. La première est que l'intention sous-jacente n'est pas toujours accessible. C'est le cas notamment des stries de boucherie qui peuvent témoigner de multiples activités (*e. g.* dépouillement, désarticulation, décharnement, raclage : Binford, 1981; Costamagno, 1999). Dans le cas des impacts de percussion, il est généralement admis que les stigmates de percussion témoignent d'une volonté de fracturer l'os. Une des difficultés tient à savoir si cette fracturation est réalisée pour récupérer la moelle ou pour produire des supports d'industrie osseuse (Averbouh, 2000; Tartar, 2009; Soulier, 2013), les deux productions pouvant être imbriquées en une même chaîne opératoire complexe (Castel *et al.*,

1998). Dans tous les cas, et contrairement aux autres traces de boucherie – particulièrement les stries –, le contact entre l'os et le percuteur est ici recherché. Cette particularité, permet de postuler que l'intention de l'individu était bien de percuter l'os au niveau de la zone où l'on observe l'impact (Blasco *et al.*, 2013). Une seconde difficulté réside dans le fait que les traces de boucherie sont des épiphénomènes tributaires de nombreux facteurs (Lyman, 2005; Blasco *et al.*, 2013). Leur formation n'est pas le but recherché et leur enregistrement sur l'os n'est pas systématique, que ce soit pour les stries de boucherie (Lyman, 2005) ou pour les traces de percussion (Enloe, 1993; Thiébaud *et al.*, 2007). S'ajoutent des limites de lisibilité des traces de percussion notamment pour les zones les moins denses telles que les extrémités articulaires (Binford, 1981). Ainsi, dans le cas de la fracturation osseuse, certains coups ne sont pas identifiables sur les ossements. Toutefois, aucune étude expérimentale ne semble montrer que, lors des opérations de fracturation osseuse, les traces de percussion se forment préférentiellement sur certaines portions diaphysaires au détriment d'autres localisations (*e. g.* Brugal et Defleur, 1989; Thiébaud *et al.*, 2007 et 2008). On peut donc supposer que la non formation de traces identifiables au cours de la fracturation osseuse est un phénomène aléatoire, ou en lien avec d'autres paramètres tels que la technique et la force employée. Ainsi, on peut admettre que les traces observées, sans être l'image de l'intégralité des coups portés, restent une représentation relativement fidèle des emplacements de percussion qui ont été choisis permettant ainsi de dégager des tendances.

PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU GISEMENT

L'une des conditions requise pour entreprendre une telle étude est de s'assurer de l'origine anthropique de la fracturation osseuse. En effet, de nombreux agents peuvent en être responsables. Il est important de pouvoir écarter au maximum ces autres possibilités, en particulier l'action des carnivores qui peut être confondue avec celle de l'homme. Pour cela le gisement de Saint-Germain-la-Rivière nous a semblé être un bon candidat.

Le gisement magdalénien de Saint-Germain-la-Rivière se situe sur la rive droite de la Dordogne (fig. 1). Depuis sa découverte en 1929 par H. Mirande et R. Lépront, il a fait l'objet de diverses campagnes de fouilles : par H. Mirande et R. Lépront tout d'abord (de 1929 à 1933), puis par R. Blanchard (de 1933 à 1934); de 1963 à 1968, G. Trécolle organisa une nouvelle campagne de fouilles sur le talus prolongeant la terrasse inférieure correspondant à l'abri principal. (*e. g.* Lépront et Mirande, 1933; Blanchard *et al.*, 1972; Lenoir, 1983). Les derniers travaux de terrain ont été réalisés par M. Lenoir en 1996 (Lenoir, 1997).

Saint-Germain-la-Rivière est un gisement ayant livré un matériel archéologique varié et abondant en industrie lithique (Lenoir *et al.*, 1991; Langlais, 2007), indus-

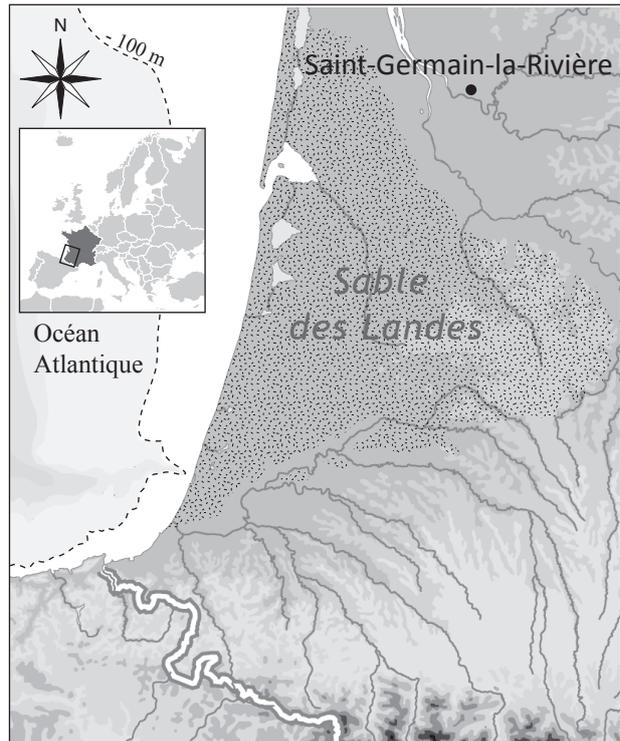


Fig. 1 – Localisation du gisement de Saint-Germain-la-Rivière (Gironde).

Fig. 1 – Location of the site of Saint-Germain-la-Rivière (Gironde).

trie osseuse (Vanhaeren et D'Errico, 2003; Pétilion et Ducasse, 2012; Langlais *et al.*, 2015), restes humains (Blanchard *et al.*, 1972; Gambier et Lenoir, 1991) et vestiges fauniques (Ouzrit, 1986; Costamagno, 1999 et 2001; Langlais *et al.*, 2015). Ce site est particulièrement renommé en raison de la découverte en 1934 de la sépulture primaire d'un jeune individu de sexe féminin (Blanchard *et al.*, 1972; Henry-Gambier *et al.*, 2002). Ce squelette d'*Homo sapiens*, attribué au Magdalénien moyen (Gambier *et al.*, 2000) était ocré et accompagné d'un important mobilier funéraire (Blanchard *et al.*, 1972; Vanhaeren et D'Errico, 2003).

Récemment, dans le cadre du projet de l'Agence nationale de la recherche « Magdatis », le matériel issu des fouilles Trécolle a fait l'objet d'une réévaluation, afin de caractériser les comportements technoéconomiques mis en œuvre par les chasseurs-collecteurs. La reprise de ce matériel a conduit à la proposition d'une nouvelle archéo-séquence divisée en deux grands ensembles principaux : l'ensemble inférieur, attribué au Magdalénien inférieur, et l'ensemble supérieur, correspondant au Magdalénien moyen (Langlais *et al.*, 2015).

La faune issue des fouilles Trécolle a fait l'objet d'études paléontologiques et archéozoologiques (Ouzrit, 1986; Costamagno, 1999; Langlais *et al.*, 2015) qui ont permis de révéler un spectre faunique riche et relativement diversifié (Costamagno, 1999). Dans l'ensemble des niveaux, la présence d'au moins six espèces d'herbivores, six de carnivores, cinq d'oiseaux ainsi que de

lièvre et de spermophile est attestée (Ouzrit, 1986; Langlais *et al.*, 2015). En nombre de restes, l'antilope saïga domine largement ce spectre faunique, quel que soit l'ensemble. Viennent ensuite le harfang (*Bubo scandiacus*), le renne (*Rangifer tarandus*), le cheval (*Equus caballus*) et les Bovinés (tabl. 1). Ce spectre faunique est caractéristique d'un milieu ouvert non arctique et suggère un environnement steppique sec et froid lors des occupations du site (Ouzrit, 1986).

Les vestiges fauniques sont relativement bien conservés. Ils ont peu souffert des processus taphonomiques, que ce soit la dissolution, la météorisation, le dépôt de concrétions ou l'action des racines. Au total moins de 5% des pièces ayant fait l'objet d'observations taphonomiques (à savoir près de 12000 pièces) présentent une surface mal conservée (Langlais *et al.*, 2015). Les carnivores sont peu représentés à Saint-Germain-la-Rivière comparativement aux herbivores (Langlais *et al.*, 2015), que ce soit pour l'ensemble inférieur (0,68% des vestiges déterminés) ou l'ensemble supérieur (0,28% des vestiges déterminés). Dans les deux ensembles, les traces typiques de carnivores telles que les traces de dents, les os rognés ou digérés (*e. g.* Binford, 1981; Blumenschine et Selvaggio, 1988; Capaldo et Blumenschine, 1994; Blumenschine, 1995) sont rares : elles concernent moins de 1% des vestiges. De plus, la rareté des cylindres diaphysaires et la présence de nombreuses extrémités articulaires, portions souvent sous-représentées dans les accumulations osseuses ayant subi une perturbation secondaire par des carnivores (*e. g.* Binford, 1981; Cruz-Urbe, 1991), témoignent du très faible impact des carnivores sur l'assemblage osseux (Costamagno, 1999; Langlais *et al.*, 2015).

Les vestiges osseux sont néanmoins extrêmement fracturés. À l'exception de certaines phalanges et des os courts, aucun os d'ongulés n'est complet (Costamagno, 1999). En appliquant la méthode établie par P. Villa et É. Mahieu (1991), il a été déterminé que la fracturation s'est produite principalement sur os frais (Costamagno,

1999). Les bords de fractures sont en effet majoritairement courbes et présentent un aspect lisse. Les fouilles de G. Trécolle ayant été menées dans le talus bien en avant de l'abri rocheux, une fragmentation liée à la chute de pierre est fortement improbable. La présence de nombreuses traces de percussion suggère, en revanche, que cette importante fracturation osseuse est due à l'activité humaine, en lien avec l'extraction de la moelle contenue dans les cavités médullaires (Costamagno, 1999). Les fragments de diaphyses sont majoritairement de petite taille et couvrent moins de la moitié de la circonférence de l'os, ce qui confirme l'hypothèse d'une fracturation d'origine anthropique (Costamagno, 1999). Hormis cette fracturation, de nombreuses traces de boucherie (*e. g.* stries, traces de désarticulation, combustion) attestent une exploitation poussée des carcasses. Au total, plus de 30% des vestiges osseux présentent des traces anthropiques. Ces données, associées à l'abondance d'éléments d'industrie lithique et osseuse et d'éléments de parure, permettent de conclure que le principal agent accumulateur à Saint-Germain-la-Rivière est l'homme (Costamagno, 1999; Langlais *et al.*, 2015).

CORPUS D'ÉTUDE ET MÉTHODE D'ANALYSE

Corpus

L'objectif de ce travail est, en premier lieu, d'identifier d'éventuelles récurrences dans les modes de fracturation. Dans le cadre de cette étude exploratoire, nous nous sommes intéressés exclusivement aux restes osseux d'antilope saïga provenant de l'ensemble supérieur, soit du Magdalénien moyen. Ce choix a été dicté principalement par des critères quantitatifs. L'antilope saïga est en effet l'ongulé majoritairement exploité à Saint-Germain-la-Rivière (tabl. 1). Si le NRD (nombre de restes déterminés) total est sensiblement identique dans les deux ensembles de ce site, le NRD et le NMI (nombre minimum d'individus) de cette espèce sont nettement plus importants dans l'ensemble supérieur que dans l'ensemble inférieur (Langlais *et al.*, 2015). Les restes des six os longs à cavité médullaire suivants ont été étudiés, à savoir humérus, radius, fémur, tibia, métacarpien et métatarsien (fig. 2). L'ulna a également été considérée puisque elle est en relation étroite avec le radius pour former le radio-ulnaire. Cela représente au total un corpus de 640 restes osseux.

Mesures et unités de décompte

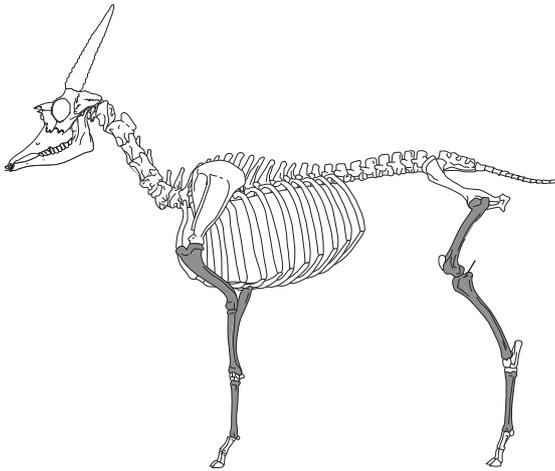
Tous les fragments osseux ont été observés sous lumière rasante à l'aide d'une loupe (grossissement $\times 10$) et d'une loupe binoculaire (grossissement $\times 40$) lorsque cela a été nécessaire. La longueur des fragments ne présentant pas de cassure récente a été mesurée au dixième de millimètre près.

Afin de quantifier la représentation osseuse, plusieurs unités ont été utilisées au cours de cette étude : le NMI

Taxon	Inférieur		Supérieur	
	NRD	NMI	NRD	NMI
<i>Saiga tatarica</i>	1 438	18	2 067	43
<i>Rangifer tarandus</i>	498	5	367	5
<i>Equus caballus</i>	183	6	141	5
Bovinae	117	3	66	2
<i>Cervus elaphus</i>	2	1	1	1
<i>Equus hydruntinus</i>	1	1	2	1
Total	2 239		2 644	

Tabl. 1 – Saint-Germain-la-Rivière : fréquence en nombre de restes déterminés (NRD) et nombre minimum d'individus (NMI) des taxons d'ongulés identifiés par ensemble à Saint-Germain-la-Rivière (d'après Langlais *et al.*, 2015).

Table 1 – Saint-Germain-la-Rivière: frequency in terms of number of identified specimens (NRD) and minimum number of individuals (NMI) of ungulate taxa identified per assemblage at Saint-Germain-la-Rivière (after Langlais *et al.*, 2015).



Référence squelette post-crânien : dessin M. Coutureau (INRAP), en collaboration avec V. Forest (© 1996 ArcheoZoo.org, d'après R. Barone, 1976, *Anatomie comparée des mammifères domestiques*, 1. *Ostéologie - atlas*, Paris, Vigot, pl. 8, p. 23). Crâne : dessin J.-B. Mallye.

Fig. 2 – Éléments squelettiques observés lors de cette étude (en gris).

Fig. 2 – *Skeletal elements observed in this study (in grey).*

et le NRD, mentionnés précédemment, et le NME, soit le nombre minimum d'éléments (Poplin, 1976; Bunn, 1982; Binford, 1984; Brugal *et al.*, 1994). Pour évaluer le nombre de fragments présentant des stigmates de percussion, une nouvelle unité a été introduite, notée NRD_i (pour : nombre de restes déterminés présentant des impacts). Le pourcentage de fragments présentant des points d'impact (noté % NRD_i) a également été calculé pour l'ensemble du corpus et pour chaque élément squelettique étudié selon la formule suivante :

$$\% NRD_{ix} = \frac{NRD_{ix}}{NRD_x} \times 100$$

Les stigmates de percussion : définition et description

La fracturation anthropique des ossements est perceptible grâce à la présence de stigmates de percussion caractéristiques. Ceux-ci sont générés lors du contact entre le percuteur et la surface de l'os, permettant ainsi d'identifier la zone de percussion, soit le point d'impact. Ces marques présentent des formes et aspects multiples :

- encoches : marques de forme semi-circulaire à arquée localisées sur le bord de fracture et accompagnées de négatifs d'enlèvement en face médullaire (Binford, 1981);

- pseudo-encoches : marques ne remplissant pas tous les critères des encoches, plus anguleuses et pouvant ne pas présenter de négatifs d'enlèvement (Capaldo et Blumenschine, 1994);

- *percussion pits* : dépressions relativement circulaires en surface, de taille millimétrique. Ils sont la conséquence du contact entre la surface de l'os et les irrégularités du percuteur (Blumenschine et Selvaggio, 1988);

- éclats adhérents : présents dans les encoches, ce sont des éclats de percussion qui ne se sont pas complètement détachés de l'os (White, 1992);

- *crushing* : écrasements de matière d'aspect « esquilleux » observés au niveau des parties spongieuses, résultant de l'enfoncement de l'os compact dans l'os spongieux (Binford, 1981; White 1992). Le terme français « écrasement » pouvant parfois prêter à confusion nous utilisons la terminologie anglo-saxonne;

- *chopmarks* : incisions courtes et profondes, présentant une section en V et résultant de l'utilisation d'un objet tranchant comme percuteur (Lyman, 1977). Ce type de trace est généralement attribué aux opérations de désarticulation (White, 1992).

Les marques de percussion anthropique peuvent être confondues avec celles laissées par les carnivores (Binford, 1981; Capaldo et Blumenschine, 1994). En effet, ces derniers peuvent produire des encoches, appelées ici encoches dentaires (ou *toothnotches*), ainsi que des enfoncements de la paroi corticale (*i. e. puncture* et *pits* : *e. g.* Binford, 1981, Capaldo et Blumenschine, 1994). S. D. Capaldo et R. J. Blumenschine (1994) ont montré que les encoches de percussion sont plus étendues avec une forme plus aplatie que les encoches dentaires plus petites et circulaires. Les *pits* des carnivores ne présentent pas, quant à eux, de micro-stries internes produites lors du contact entre les irrégularités du percuteur et la surface osseuse (Blumenschine et Selvaggio, 1988; Blumenschine, 1995). Il existe néanmoins une variabilité très importante de ces marques, conduisant donc à considérer principalement ces observations plus comme des tendances que comme des critères stricts. Toutefois, les fragments ayant subi l'action des carnivores présentent généralement des bords crénelés à la suite de la mastication de l'os, ainsi que des empreintes de dents sur les faces opposées correspondant aux traces de la mâchoire supérieure et inférieure (Binford, 1981). Les très rares pièces de Saint-Germain-la-Rivière présentant de telles traces ont été écartées de notre étude.

Décompte des points d'impact

Les points d'impact visibles sur chaque fragment osseux ont été décomptés et localisés. Il existe au moins trois cas de figure particuliers où plusieurs points d'impact observés sur un même fragment peuvent résulter d'un même geste ou d'une même intention :

- présence de coup et de contrecoup : il arrive que deux impacts soient observés sur deux faces opposées de l'os. De telles traces sont généralement attribuées à l'utilisation d'une enclume qui va générer la formation d'un contrecoup (Johnson *et al.*, 1983). Cependant, il est difficile de différencier clairement le coup initial du contrecoup (Thiébaud *et al.*, 2007 et 2008). Par conséquent, la présence de contrecoup a été enregistrée ici, mais la face initiale de percussion reste inconnue;

- présence d'impacts alignés sur le bord de fracture : ce cas de figure est généralement interprété comme résultant d'une technique visant à fendre l'os dans sa longueur afin

d'accéder à la cavité médullaire. Elle permettrait également la production maîtrisée de supports de forme prédéterminée (Mozota Holgueras, 2012 ; Soulier, 2013 et 2014) ;

– présence de plusieurs points d'impact sur une surface réduite : il peut arriver que plusieurs points d'impact soient accolés les uns aux autres, voire superposés. Dans ce dernier cas, il est difficile de dénombrer exactement le nombre de coups portés. Ce cas de figure a déjà été observé et interprété comme la marque de plusieurs tentatives non abouties de fracturation de l'os (White, 1992 ; Lyman, 1995). On se propose ici de discuter de ces traces comme de possibles indices d'acharnement témoignant de l'existence de différents niveaux d'acquisition de savoir-faire dans la fracturation, comme cela a pu être mis en évidence sur le matériel lithique (*e. g.* Pigeot, 1987 ; Klaric, 2003).

Le nombre d'impacts par reste pouvant être lié à la longueur des fragments, le rapport entre la longueur des fragments et le nombre d'impacts a été calculé.

Localisation des fragments et des impacts : analyse des récurrences

Afin de discerner d'éventuelles récurrences dans le choix des zones percutees, il est tout d'abord nécessaire d'apprécier les biais potentiels inhérents au taux de conservation ou de détermination différentielle des portions de chaque os, comme le préconise J.-C. Castel (2005). Pour estimer cette représentation différentielle et afin d'avoir une meilleure résolution, les os longs sont virtuellement divisés en cinq portions dans leur longueur : extrémité proximale (EP) et distale (ED), diaphyse proximale (DP), médiane (DM) et distale (DD). Chacune de ces portions est à nouveau subdivisée en deux sous-portions, proximale et distale (fig. 3a), comme suggéré par M. Patou (1987) ou E. J. Reitz et E. S. Wing (1999), et chacune des faces est également divisée en deux parties, comme indiqué sur la figure 3b. Pour chaque fragment archéologique, la ou les portions qu'il couvre sur l'élément anatomique correspondant a été enregistrée. L'occurrence des différentes portions a ainsi été obtenue pour chacun des éléments squelettiques étudiés. Afin d'estimer la relation entre la fréquence des portions anatomiques (*i. e.* le nombre de fragments) et la fréquence des traces de percussion pour ces mêmes portions, un test de corrélation de Spearman a été effectué entre ces deux valeurs quantitatives avec le logiciel PAST (v. 2.17 : Hammer *et al.*, 2001).

Pour évaluer l'existence de récurrence, chaque point d'impact a été localisé dans le système de division de l'os précédemment décrit. Pour les cas particuliers où plusieurs impacts sont observés sur une surface réduite et semblent résulter d'une même intention, ces points d'impact ont été considérés comme un seul stigmate afin de ne pas biaiser les résultats. De même, pour le calcul des récurrences sur les différentes portions de la diaphyse, les traces liées aux coups et contrecoups ont été comptabilisées comme un seul et même événement et non comme deux afin, là aussi, de ne pas fausser l'analyse. L'existence d'un contrecoup a toutefois été conservée lors de l'analyse des faces

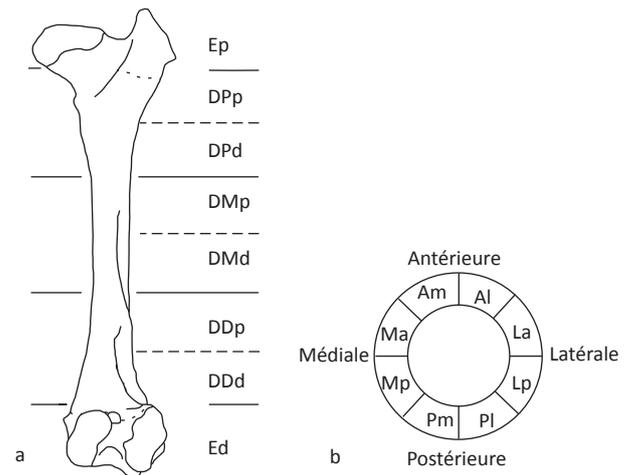


Fig. 3 – Division théorique des ossements adoptée lors de cette étude (exemple du fémur). a : division de la diaphyse ; b : division des faces. Ep : extrémité proximale ; DPp : diaphyse proximale, fragment proximal ; DPd : diaphyse proximale, fragment distal ; DMp : diaphyse médiane, fragment proximal ; DMd : diaphyse médiane, fragment distal ; DDp : diaphyse distale, fragment proximal ; DDd : diaphyse distale, fragment distal ; Ed : extrémité distale ; Am : antéro-médial ; Al : antéro-latéral ; Ma : medio-antérieur ; Mp : médio-postérieur ; Pm : postéro-médial ; Pl : postéro-latéral ; Lp : latéro-postérieur ; La : latéro-antérieur.

Fig. 3 – *Theoretical division of the bones employed in this study (example of the femur). a: division of the diaphysis; b: division of the surfaces. Ep: proximal epiphysis; DPp: proximal diaphysis, proximal fragment; DPd: proximal diaphysis, distal fragment; DMp: medial diaphysis, proximal fragment; DMd: medial diaphysis, distal fragment; DDp: distal diaphysis, proximal fragment; DDd: distal diaphysis, distal fragment; Ed: distal epiphysis; Am: anteromedial; Al: anterolateral; Ma: medioanterior; Mp: medioposterior; Pm: posteromedial; Pl: posterolateral; Lp: lateroposterior; La: lateroanterior.*

de percussion. Une planche de synthèse a été réalisée pour chacun des éléments squelettiques afin d'identifier d'éventuelles récurrences dans les gestes de percussion.

RÉSULTATS

Description des fragments osseux

Les six os longs analysés sont représentés dans des proportions comparables. Par ailleurs, l'ensemble des portions osseuses, articulaires comme diaphysaires, sont documentées et ce quel que soit l'élément considéré (tabl. 2). Pour le corpus étudié, la longueur moyenne des fragments est de 46,4 mm avec un écart allant de 13,0 mm à 99,8 mm. En ne considérant que les fragments présentant des traces de percussion, cette moyenne atteint 52,8 mm, avec un minimum de 20,1 mm et un maximum de 91,5 mm. Il n'y a pas de différence majeure de longueur entre les fragments présentant ou non des impacts de percussion (fig. 4). Comme mentionné précédemment,

	Art	Mixte	Diaph	NRD
Humérus	16	36	40	92
Radius	11	38	58	107
Ulna	19	6	14	39
Fémur	36	10	37	83
Tibia	26	54	33	113
MTT	15	57	39	111
MTC	13	52	30	95
Total	136	253	251	640

Tabl. 2 – Saint-Germain-la-Rivière (ensemble supérieur) : décompte des fragments articulaires ou diaphysaires par élément squelettique. Notation : articulaire (Art), diaphysaire (Diaph), et mixte.

Table 2 – Saint-Germain-la-Rivière (upper complex): Number of articular fragments and/or diaphysal fragments per skeletal element. Abbreviations: articular (Art), diaphyseal (Diaph) and mixed.

la circonférence pour une bonne partie des fragments couvre moins de la moitié de la circonférence de l'os (45% du nombre de restes étudiés). Les cylindres diaphysaires sont rares dans l'échantillon étudié (n = 8) et quatre d'entre eux présentent des traces de percussion anthropique.

Fréquence des traces de percussion

Sur les 640 restes du corpus, 121 montrent des traces de percussion anthropique (NRD_i), soit près de 19% des vestiges (tabl. 3). Quel que soit l'élément squelettique, les encoches

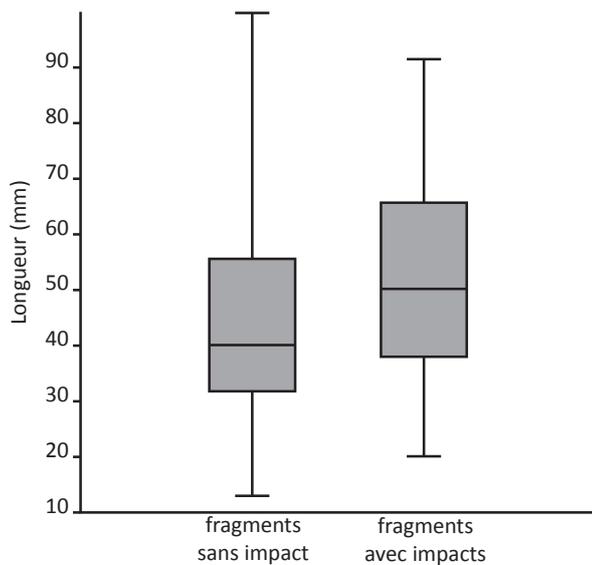


Fig. 4 – Saint-Germain-la-Rivière (ensemble supérieur) : boîte à moustache présentant la longueur des fragments osseux avec ou sans impacts.

Fig. 4 – Saint-Germain-la-Rivière (upper complex): boxplot of the length of bone fragments, with or without percussion marks.

sont majoritaires (plus de 50% des traces), puis viennent les *percussion pits* (19% des traces); les autres types de traces sont plus rarement observés (moins de 5% chacune).

Le nombre de fragments présentant des points d'impact varie pour chaque élément squelettique et n'est pas proportionnel au NRD de ces éléments (tabl. 3 et fig. 5). L'humérus est celui qui porte le plus de marques de percussion (29,3%) suivi par le métatarsien, le radius et le fémur avec des taux respectifs de 21,6%, 20,0% et 18,1%. En dépit de son nombre de restes élevé (n = 113), le tibia présente relativement peu de marques de percussion (15,0%). Le métacarpien (13,7%) et l'ulna (10,2%) sont quant à eux les éléments qui portent le moins de traces d'impact.

	NRD	NME	NRD _i	% NRD _i
Humérus	92	24	27	29,3
Radius	107	28	21	20,0
Ulna	39	19	4	10,2
Fémur	83	21	15	18,1
Tibia	113	32	17	15,0
MTT	111	30	24	21,6
MTC	95	29	13	13,7
Total	640	183	121	

Tabl. 3 – Saint-Germain-la-Rivière (ensemble supérieur) : nombre de restes déterminés (NRD), nombre minimum d'éléments (NME), nombre de restes déterminés présentant des impacts (NRD_i), et taux de percussion (%NRD_i) pour chaque élément squelettique d'antilope saïga étudié.

Table 3 – Saint-Germain-la-Rivière (upper complex): number of identified specimens (NRD); minimum number of elements (NME); number of identified specimens with percussion marks (NRD_i); and percussion rate (%NRD_i) for each skeletal element of saiga antelope studied.

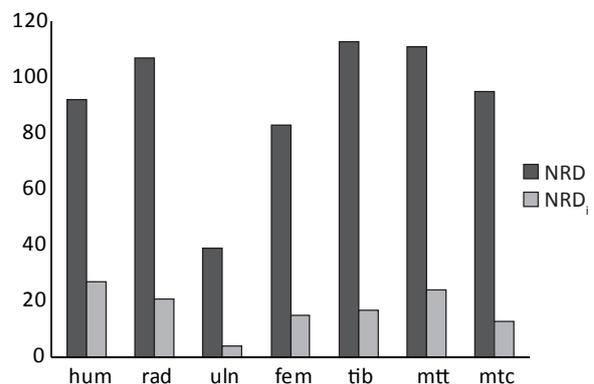


Fig. 5 – Saint-Germain-la-Rivière (ensemble supérieur) : nombre de restes déterminés (NRD) et nombre de restes déterminés présentant des impacts (NRD_i) pour chaque élément squelettique de *Saiga tatarica*.

Fig. 5 – Saint-Germain-la-Rivière (upper complex): number of identified specimens (NRD) et number of identified specimens with percussion marks (NRD_i) for each skeletal element of *Saiga tatarica*.

Nombre de points d'impact par fragment

La majorité des fragments (67,7% du NRD_i) ne présente qu'un seul point d'impact (fig. 6), qu'il soit matérialisé sous la forme d'un *pit*, d'une encoche ou d'une pseudo-encoche. Le nombre de pièces portant de multiples traces de percussion est très faible puisque seulement six restes montrent plus de trois points d'impact, soit 5,0% du NRD_i, avec un maximum de huit impacts sur un fragment. La rareté de ces pièces n'est pas une conséquence de la longueur des fragments puisqu'il n'existe aucune relation statistiquement significative entre cette mesure et le nombre de points d'impact ($R^2 = 0,08$; $p = 8,9.10^{-5}$).

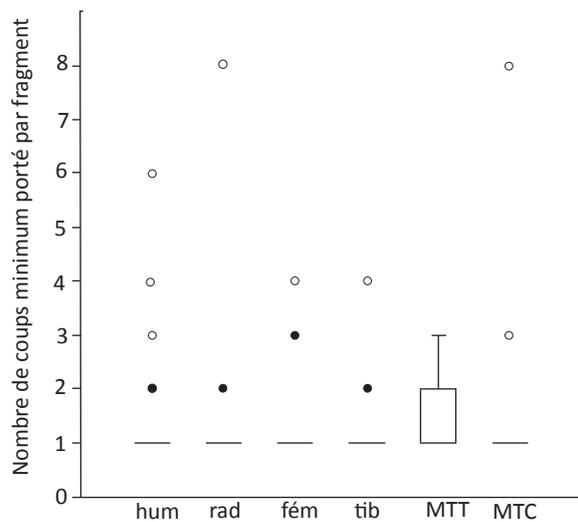


Fig. 6 – Saint-Germain-la-Rivière (ensemble supérieur) : boîte à moustache présentant le nombre de coups minimum porté par les fragments osseux. Les cercles vides indiquent un seul fragment, les cercles pleins deux fragments.

Fig. 6 – Saint-Germain-la-Rivière (upper complex): boxplot of the minimum number of marks found on the bone fragments. The open circles indicate a single fragment, the full circles two fragments.

	Isolés	Contre-coup	Alignés	Accolés	Superposés
Humérus	17	8	2	1	2
Radius	18	–	–	1	2
Ulna	3	–	–	1	–
Fémur	8	3	1	1	2
Tibia	10	4	–	3	2
MTC	10	–	–	1	1
MTT	16	1	3	3	–
Total	82	16	6	11	9

Tabl. 4 – Saint-Germain-la-Rivière (ensemble supérieur) : dénombrement des fragments présentant des points d'impact isolés, en contrecoup, alignés, accolés et superposés pour chacun des éléments squelettiques étudiés. Les (–) indiquent l'absence.

Table 4 – Saint-Germain-la-Rivière (upper complex): Number of fragments presenting impact points that are isolated, opposed, aligned, juxtaposed, and superimposed for each of the skeletal elements studied. The (–) indicate that none were observed.

Des contrecoups sont identifiés sur seulement seize fragments, soit 13,2% du NRD_i (tabl. 4). Il est possible que la circonférence des fragments ait influencé notre vision des contrecoups; toutefois seulement 25% des fragments ayant une circonférence supérieure ou égale à la moitié de la circonférence de l'os présente des contrecoups. Très peu de vestiges montrent des points d'impacts alignés en bord de fracture (5,0% du NRD_i). Seuls l'humérus, le fémur et le métatarsien sont concernés par de tels indices et, à chaque fois, cela ne concerne que deux points d'impact (matérialisés sous la forme d'encoches ou de *percussion pits*).

Enfin, 9,1% du NRD_i présentent plusieurs impacts côte à côte (fig. 7a), voire quasi superposés (7,4% du NRD_i), aboutissant parfois à des écrasements et pouvant évoquer des tentatives répétées et non abouties (cf. acharnement) de fracturation de l'os (fig. 7b). Il est intéressant de noter qu'aucune des pièces marquées par de telles traces ne comporte d'indice d'existence de contrecoup,



Fig. 7 – Saint-Germain-la-Rivière (ensemble supérieur) : restes d'antilope saïga présentant plusieurs traces de percussion anthropique. a : détail d'un fragment de fémur présentant plusieurs *pits* sur une faible surface; b : fragment d'humérus présentant une plage d'écrasement formée par la superposition de plusieurs percussions; c : agrandissement de la plage d'écrasement de la figure 7b.

Fig. 7 – Saint-Germain-la-Rivière (upper complex): saiga antelope remains with several human percussion marks. a: detail of a femur fragment presenting several pits over a small surface area; b: humerus fragment presenting a crushed surface made by several overlapping percussion marks; c: enlargement of the figure 7b crushing range.

même lorsque la circonférence du fragment aurait pu permettre un tel enregistrement.

Parmi ces fragments, certains portent plus de trois impacts. Pour la plupart d'entre eux ($n = 5/6$), les stigmates correspondent à des *chopmarks*, situés, pour la majorité des fragments ($n = 4/5$), sur des zones assez éloignées des extrémités articulaires (fig. 7b et fig. 8). Pour ces pièces, le percuteur utilisé semble avoir été un outil à bord tranchant. C'est le cas notamment pour trois cylindres diaphysaires.

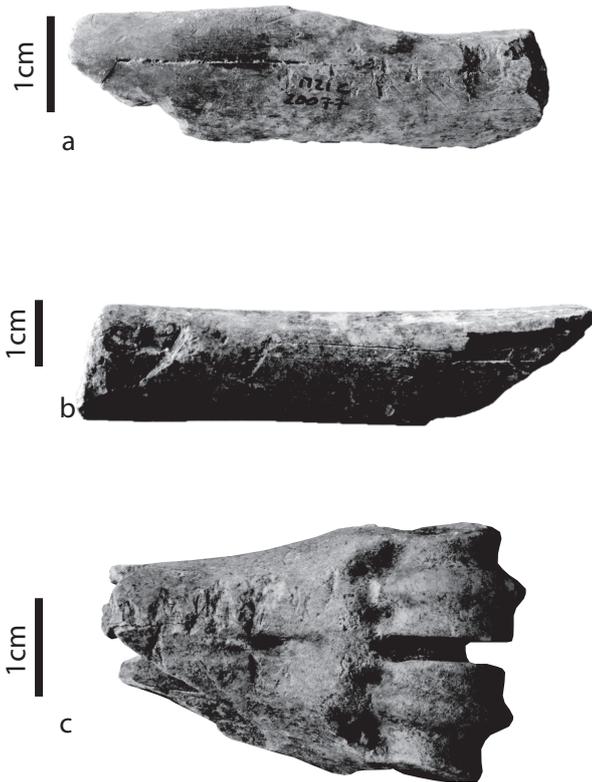


Fig. 8 – Saint-Germain-la-Rivière (ensemble supérieur) : restes d'antilope saïga présentant plusieurs traces de percussion sous la forme de *chopmarks* et de plages d'écrasement. a : fragment de radius; b : cylindre diaphysaire de tibia; c : extrémité distale de métacarpien.

Fig. 8 – Saint-Germain-la-Rivière (upper complex): saiga antelope remains presenting several percussion marks in the form of *chopmarks* and crushed surfaces. a: radius fragment; b: diaphyseal tibia cylinder; c: distal extremity of a metacarpal.

Représentation anatomique et localisation des impacts

Au niveau de la représentation des éléments squelettiques, les différentes portions anatomiques définies sont inégalement représentées, certaines étant absentes alors que d'autres sont documentées par au moins trente fragments (fig. 9). Parmi les fragments déterminés anatomiquement, certains n'ont pas pu être replacés avec précision sur les diaphyses. Pour les métapodiens cela est problématique. En effet, en raison de la régularité de la diaphyse, plus

d'un tiers des fragments est concerné (tabl. 5), ne permettant pas de tester statistiquement la corrélation entre la fréquence des portions squelettiques et la localisation des impacts. Dans le cas du radius, vingt-huit fragments n'ont pu être replacés précisément entre les portions DMp et DDp de la diaphyse, toutefois la face a pu être déterminée. Pour cet élément, comme pour l'humérus, le fémur et le tibia, seule une très faible partie des fragments montrant des traces de percussion n'a pas pu être positionnée avec précision (tabl. 5), ce qui minimise les biais potentiels dans les schémas dégagés.

	Nd	Nd avec impact
Humérus	9	5
Radius	28	1
Fémur	2	0
Tibia	3	0
MTC	44	7
MTT	29	5
Total	115	18

Tabl. 5 – Saint-Germain-la-Rivière (ensemble supérieur) : dénombrement des fragments qui n'ont pas pu être positionnés précisément sur les éléments anatomiques (Nd) et décompte de ceux présentant des traces de percussion (Nd avec impact) pour chaque élément squelettique d'antilope saïga étudié.

Table 5 – Saint-Germain-la-Rivière (upper complex): number of fragments that could not be positioned on the anatomical elements (Nd) and number of those presenting percussion marks (Ndi) for each saiga antelope skeletal element studied.

La localisation des impacts n'est pas distribuée de manière homogène, des disparités s'observant en fonction de l'élément squelettique considéré (fig. 10). Dans le cas de l'humérus (fig. 10a), plus de la moitié des fragments présentent des traces de percussion au niveau des portions distales (52% du NRD_i), majoritairement en face latérale (59% des fragments correspondant à ces portions) ou médiale. On remarque également qu'une large majorité des fragments portant un contrecoup concerne ces portions et faces ($n = 6/8$). Pour le radius, la majeure partie (71%) des points d'impact se situe sur les portions proximales, notamment à la base de l'extrémité articulaire. La face antérieure est majoritairement choisie, avec 81% des points d'impact (fig. 10c) confirmant ce qui avait été observé précédemment (Costamagno, 1999). Au total, pour plus de 66% du NRD_i , les impacts de percussion ont été portés en face antérieure sur les portions proximales. L'ulna ne présente que très peu de traces de percussion ($NRD_i = 4$). Celles-ci correspondent à des encoches ($NRD_i = 3$) et des *chopmarks* ($NRD_i = 1$) et sont situées en faces médiale ou latérale (fig. 10c). Dans le cas du fémur (fig. 10b), la percussion a été portée préférentiellement sur la diaphyse médiane (86,7%) toutes faces confondues. Pour le tibia, il ressort que plus de 60% des percussions observées sont présentes sur les portions dis-

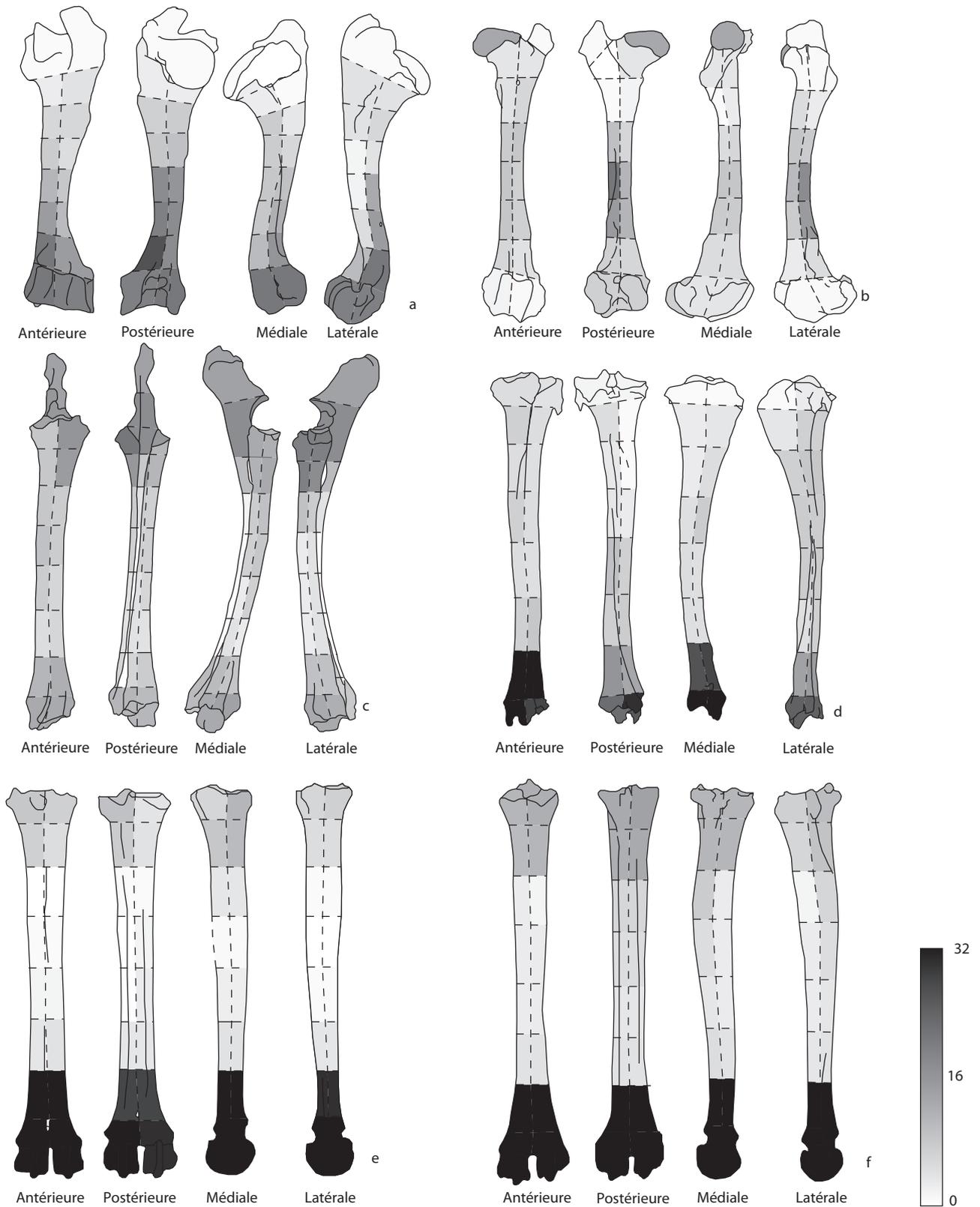


Fig. 9 – Saint-Germain-la-Rivière (ensemble supérieur): représentation des différentes portions osseuses en nombre de restes pour a : l'humérus ; b : le fémur ; c : le radio-ulnaire et d : le tibia (représentation cumulée sur un élément gauche).

Fig. 9 – Saint-Germain-la-Rivière (upper complex): representation of the different bone parts with number of remains for a: the humerus ; b: the femur ; c: the radioulnar ; and d: the tibia (cumulative representation on a left element).

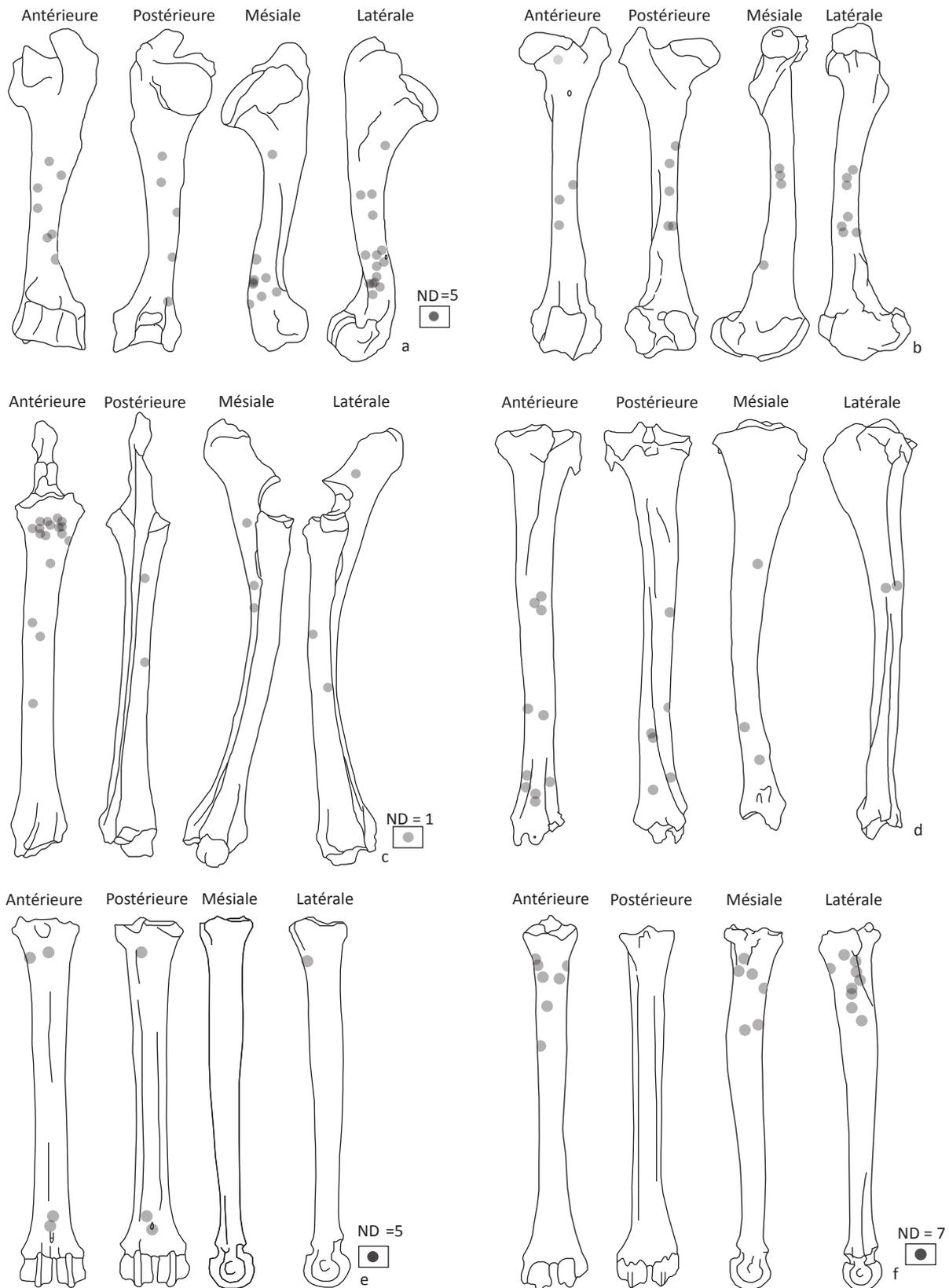


Fig. 10 – Saint-Germain-la-Rivière (ensemble supérieur) : localisation cumulée des impacts de percussion sur a : l’humérus ; b : le fémur ; c : le radio-ulnaire ; d : le tibia ; e : le métacarpien et f : le métatarsien d’Antilope saïga et nombre de restes avec impact n’ayant pu être positionné (ND) par élément osseux.

Fig. 10 – Saint-Germain-la-Rivière (upper complex): cumulative location of percussion impact marks on a: the humerus; b: the femur; c: the radioulnar; d: the tibia; e: the metacarpal; and f: the metatarsal of saiga antelope; and number of remains with impact marks that could not be positioned (ND) according to bone part.

tales (fig. 10d). Au regard de l'abondance de cette portion du tibia, cela représente moins de 30% des fragments. En ce qui concerne la face de percussion, 45% des fragments montrent un impact en face antérieure.

Comme l'indiquent les résultats des tests de Spearman (tabl. 6), il n'existe pas de corrélation statistiquement significative entre la fréquence des points d'impacts et le nombre de restes par portion que ce soit pour l'humérus ou pour le radius. Dans le cas du fémur et du tibia en revanche, on ne peut pas exclure l'existence d'une corrélation à tendance positive au seuil de 5%. Cette corrélation reste toutefois faible, montrant que l'abondance relative des fragments de fémur et de tibia n'est pas le seul facteur expliquant l'abondance des traces de percussion. Il ressort ainsi que la représentation différentielle des portions de diaphyse n'a pas d'influence majeure sur la quantité d'impacts identifiés par portion.

	Humérus	Radius	Fémur	Tibia
ρ	0,27	0,01	0,37	0,38
p.value	0,06	0,9	0,01	0,01

Tabl. 6 – Saint-Germain-la-Rivière (ensemble supérieur) : résultats du test de Spearman évaluant le degré de corrélation entre la représentation des différentes portions osseuses et le nombre de points d'impact observés sur chacune de ces portions pour l'humérus, le radius, le fémur et le tibia d'antilope saïga.

Table 6 – Saint-Germain-la-Rivière (upper complex): results of the Spearman test evaluating the degree of correlation between the representation of the different bone portions and the number of impact marks observed on each of these portions of the humerus, radius, femur, and tibia of saiga antelope.

En dépit de la difficulté, évoquée précédemment, dans la localisation précise des portions diaphysaires des métapodiens, plusieurs observations peuvent être faites sur ces éléments. Ainsi, près de 71% du NRD_i des métatarsiens présentent des impacts à proximité de l'extrémité proximale, pour une grande majorité en face latérale (43% du NRD_i). Malgré leur bonne représentation dans l'échantillon, ni les portions distales, ni les faces postérieure et distale ne présentent d'impact de percussion (fig. 10f). Dans le cas du métacarpien, aucune récurrence ne se dégage (fig. 10e). En effet, les rares fragments présentant des traces de percussion anthropique sont autant des portions diaphysaires proximale, médiane que distale.

Synthèse des résultats : récurrence et variabilité

Notre étude menée sur la fracturation osseuse anthropique des os longs d'antilope saïga de Saint-Germain-la-Rivière tend à montrer l'existence de schémas propres à chaque élément squelettique considéré. La variabilité inter-élément s'exprime dans la localisation des impacts de percussion, tant au niveau de la portion diaphysaire, que de la face choisie, chaque élément semblant avoir

subi un traitement différent. En effet, pour une portion donnée, la fréquence des impacts varie considérablement entre les éléments (fig. 11). Un exemple intéressant est le cas de la portion distale de la diaphyse, notée Dd, de l'humérus ou du tibia qui comptabilise une grande majorité des impacts. Au contraire, le radius présente presque exclusivement des impacts à la base de l'extrémité proximale en face antérieure, et jamais sur les portions distales pourtant présentes dans l'assemblage.

Une variabilité intra-élément s'observe également de manière plus ou moins marquée selon les éléments considérés (fig. 11). Ainsi, pour le radius, pratiquement aucune variabilité dans la disposition des impacts n'est observée, les trois quarts d'entre eux étant situés à la base de l'extrémité proximale en face antérieure. Cette faible dispersion spatiale des impacts affecte également l'humérus et le métatarsien, dans une moindre mesure. Au contraire, pour le tibia, une plus grande variabilité est observée dans la localisation des impacts sur la diaphyse, aucune concentration ne s'individualisant clairement. Il en est de même pour le métacarpien, mais certains fragments n'ayant pu être replacés avec précision sur la diaphyse, cela pourrait fausser notre perception. En revanche, sur cet os, il apparaît clairement que des coups ont été portés tout autant sur les portions à la base des extrémités articulaires, proximale et distale, que sur la diaphyse. Pour le fémur, la zone la plus affectée par les marques de fracturation anthropique correspond aux portions médianes de la diaphyse. Néanmoins, la face de percussion est plus variable.

La variabilité intra et inter-éléments mise en évidence ne concerne pas seulement la localisation de la percussion, mais touche également le nombre de percussions par fragment. Pour chaque élément squelettique, la majorité des fragments ne présente qu'un seul point d'impact, plus rarement deux. Au maximum, nous avons pu enregistrer jusqu'à huit coups sur un même vestige (fig. 6).

Il est important de rappeler que les traces de percussion ne se forment pas systématiquement ou peuvent disparaître avec le temps (Enloe, 1993; Thiébaud *et al.*, 2007). Par conséquent, il est possible que la variabilité intra-élément observée ait été plus ou moins marquée lors de la mise en œuvre de cette fracturation.

DISCUSSION

Cette étude a mis en évidence l'existence de zones portant préférentiellement des points d'impact. La faible influence de la représentation osseuse dans cette distribution suggère que cette dernière n'est pas le résultat d'un phénomène aléatoire mais bien d'un fait anthropique matérialisant un choix préférentiel, plus ou moins marqué et propre à chaque élément, de certaines zones pour la percussion des os longs à cavités médullaires. Il est important de rappeler que la fracturation osseuse est un processus impliquant de nombreux paramètres (fig. 12), qui vont eux-mêmes influencer sur les techniques

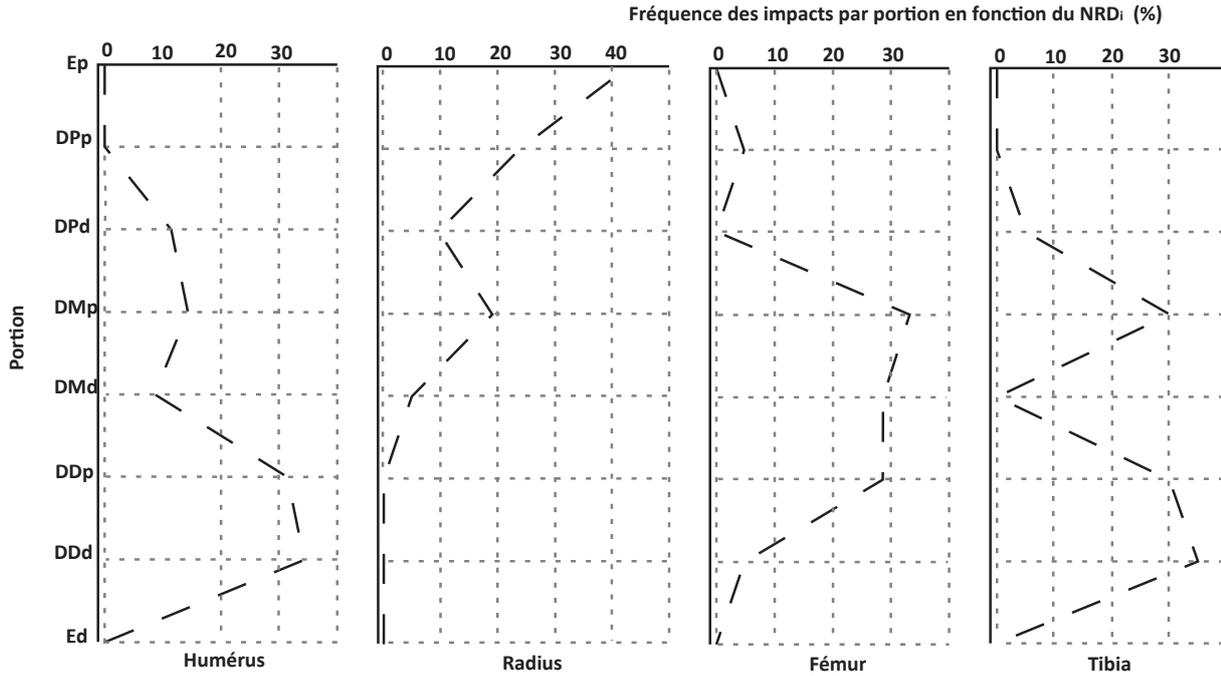


Fig. 11 – Saint-Germain-la-Rivière (ensemble supérieur) : fréquence (en%) des traces de percussion par portion en fonction du NRD_i de l'élément concerné.

Fig. 11 – Saint-Germain-la-Rivière (upper complex): frequency (%) of percussion marks per bone element according to the number of identified remains per species of the element concerned.

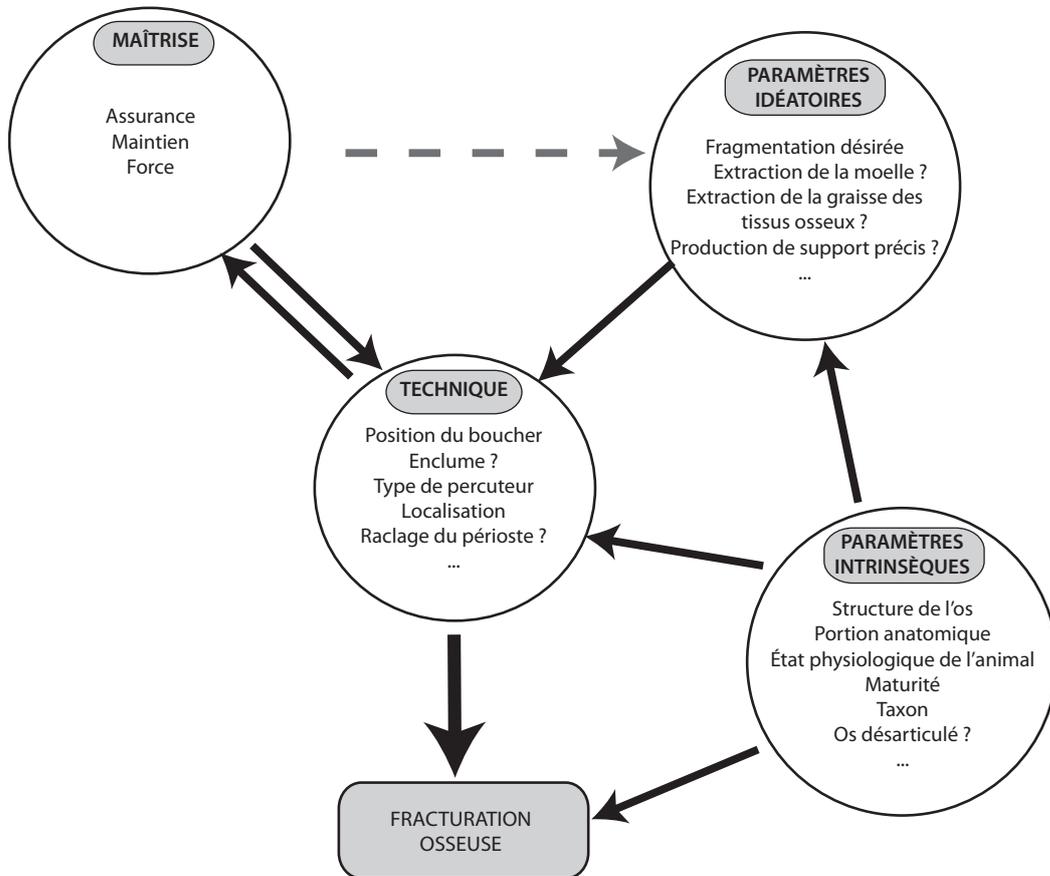


Fig. 12 – Relations des facteurs pouvant influencer sur la fracturation osseuse.

Fig. 12 – Relationship of the factors that can affect bone fracturing.

employées (Moigne, 1983 ; Mateos Cachorro, 2000). La question des causes sous-jacentes à l'existence des récurrences observées dans la fracturation se pose donc. Deux possibilités, non exclusives, sont envisageables : 1) il s'agit d'un choix adapté à des paramètres intrinsèques, propres à chaque élément squelettique (*e. g.* épaisseur de l'os cortical, ergonomie, état de la moelle, état de l'os) ; 2) il s'agit d'un choix lié à des paramètres idéatoires (contingences nutritives, besoins techniques, normes culturelles). Par ailleurs, la présence de fragments présentant de multiples impacts de percussion indique plusieurs tentatives non abouties de fracturation et suggère donc un possible acharnement, soulevant notamment la question de la transmission de ces connaissances.

Pourquoi cette répartition des traces de percussion ?

Une adaptation aux contraintes de l'os ?

H. T. Bunn (1989) suggère que les propriétés des os influencent davantage la fracturation que la technique utilisée, ce qui peut justifier la nécessité d'une adaptation des techniques à la morphologie de l'os. À partir de ses observations des pratiques de boucherie des Nunamiuts (Alaska), L. R. Binford a mis en évidence l'existence de schémas de fracturation (Binford, 1978 et 1981). Il souligne que les coups ne sont pas portés de façon aléatoire, mais bien sur les zones où l'épaisseur de l'os cortical est la moins importante. De nombreux auteurs ont par la suite proposé que les hommes du Paléolithique percutaient les ossements au niveau de zones de « moindre résistance » (*e. g.* Giusberti et Peretto, 1991 ; Belai, 1995). Au vu de nos observations, cette hypothèse d'une adaptation des techniques de percussion aux contraintes de l'os peut être proposée pour Saint-Germain-la-Rivière, *a minima*, pour le radius. Dans le cas du radius, l'extrémité proximale de cet élément est l'une des zones où l'épaisseur de l'os cortical est la plus faible. Par ailleurs, l'os spongieux y est peu développé, favorisant une meilleure diffusion de l'onde de percussion et par conséquent une fracturation plus efficace. Dans le cas de l'humérus, il a plusieurs fois été proposé que cet os se fracture préférentiellement au niveau des portions distales de la diaphyse (Moigne, 1983 ; Giusberti et Peretto, 1991). Toutefois, paradoxalement, l'os cortical semble y être plus développé.

Les contraintes ergonomiques peuvent également influencer le choix des zones de percussions. Ainsi, pour l'humérus par exemple (en raison de la présence de la tête humérale et de la trochlée en face antérieure et postérieure), la percussion sur les faces médiale ou latérale peut permettre d'avoir une meilleure stabilité de l'os. La portion proximale du radius présente une face antérieure plus plane favorisant la percussion et, dans cette disposition, l'os peut facilement être stabilisé, à condition d'avoir retiré l'ulna au préalable. Or, à Saint Germain-la-Rivière, plusieurs restes d'ulna montrent des stigmates de percussion sous la forme d'encoches ($NRD_i = 3$) et de *chopmarks* ($NRD_i = 1$). Ces traces sont toutes situées

sur les faces médiale et latérale de l'ulna, jamais sur la face postérieure. Il semble donc peu probable qu'elles se soient formées consécutivement à l'utilisation d'une enclume lors de la fracturation du radio-ulnaire. L'ulna ne présentant aucun intérêt pour la moelle, ces traces de percussion anthropique pourraient en revanche témoigner d'une séparation de l'ulna et du radius, afin de faciliter la fracturation du radius par la suite. Il semble donc que le choix de la localisation des points d'impact soit aussi en partie imputable à la morphologie même de l'os. Dans le cas du fémur, à l'exception de la face postérieure plus plane, la diaphyse est régulièrement convexe. L'absence de localisation très précise des points d'impact le long de la diaphyse pourrait donc là aussi trouver une explication dans la morphologie de cet élément. Pour les métapodiens, il semble que leur structure soit favorable à un fendage longitudinal de la diaphyse, comme en attestent les pans de fractures observés à Saint-Germain-la-Rivière ou sur d'autres sites (Tartar, 2009 ; Costamagno, obs. pers). La présence de deux encoches ou de *percussion pits* alignés sur le bord de la fracture de quatre fragments en face antérieure et sur les portions médianes de la diaphyse pourrait suggérer que le but ait été ici d'exploiter cette propriété de l'os et de le fendre dans la longueur. Une telle technique a déjà été observée sur d'autres sites (Soulier, 2013 ; Feyfant *et al.*, 2015).

Une variabilité archéologique ?

Contrairement aux auteurs mentionnés précédemment, R. Blasco et ses collaborateurs (Blasco *et al.*, 2013) proposent qu'à Bolomor Cave et Gran Dolina (Paléolithique moyen, Espagne) la fracturation osseuse a été réalisée sans tenir compte des propriétés physiques et mécaniques des os. Leurs expérimentations suggèrent même que cette fracturation ait pu être réalisée contre-intuitivement, indiquant l'existence d'une influence culturelle dans les procédés mis en œuvre sur ces sites. Des facteurs autres que des facteurs intrinsèques à l'os pourraient donc guider le choix des zones de percussion. La variabilité intra-élément observée sur les restes d'antilope saïga des deux ensembles de Saint-Germain-la-Rivière pourrait en être un témoignage. En effet, l'étude réalisée sur les vestiges de saïga de l'ensemble inférieur (Magdalénien inférieur) indique l'existence de zones de percussion préférentielles différentes de celles observées dans l'ensemble supérieur (Costamagno, 1999 ; Langlais *et al.*, 2015). C'est le cas par exemple du radio-ulnaire, pour lequel les coups ont été portés sur les portions proximales pour l'ensemble supérieur et sur les portions distales, toutes faces confondues, pour l'ensemble inférieur (voir Costamagno, 1999, pl. 22, pl. 27 et p. 186).

Nous avons comparé nos résultats à d'autres données disponibles dans la littérature, présentant en détail la répartition des traces d'impacts. Issus de divers technocomplexes mais centrés sur la France, ces données documentent une certaine variabilité dans les pratiques. Au sein d'un même technocomplexe et pour un même taxon, une variabilité inter-site est perceptible. Ainsi,

pour le Magdalénien supérieur, dans le cas de l'humérus de bouquetin, les coups ont été portés sans schéma précis sur le site du Rond-du-Barry (Costamagno, 1999), tandis que sur le gisement des Églises, on observe une récurrence des impacts sur la portion distale (Delpech et Villa, 1993).

Si l'on compare des sites attribués à des techno-complexes différents, une variabilité est également observable. Par exemple, dans le cas des os longs de renne, aucune récurrence n'est observable pour le site du Cuzoul de Vers (Badegoulien, Lot). Au contraire, pour les sites solutréen de Combe Saunière et magdalénien moyen de la Garenne, les impacts sont majoritairement observés sur les portions médianes, en ce qui concerne l'humérus et le fémur pour le premier et le fémur et le tibia pour le second (Castel, 1999; Bayle *et al.*, 2009; Soulier *et al.*, 2014b).

Si on prend l'exemple de l'humérus de plusieurs taxons, pour différentes périodes et différents sites (fig. 13), on constate souvent, mais pas systématiquement, que les impacts sont portés sur les portions distales, mais qu'en revanche le choix de la face percutée est plus variable. Des observations similaires peuvent être réalisées sur les autres os longs.

Les variabilités mises en évidence dans le traitement d'un même taxon, d'un même os et au sein d'une même culture montrent que le choix des zones à percuter n'est pas dicté par des contingences strictement mécaniques. Selon Blasco et ses collaborateurs (Blasco *et al.*, 2013), le choix de zones récurrentes pour la percussion des os longs pourraient alors faire partie d'un « répertoire comportemental acquis »; c'est-à-dire que ce choix serait inscrit culturellement au sein d'un ou plusieurs groupes et transmis dans le temps. Dans ce cas, la présence de

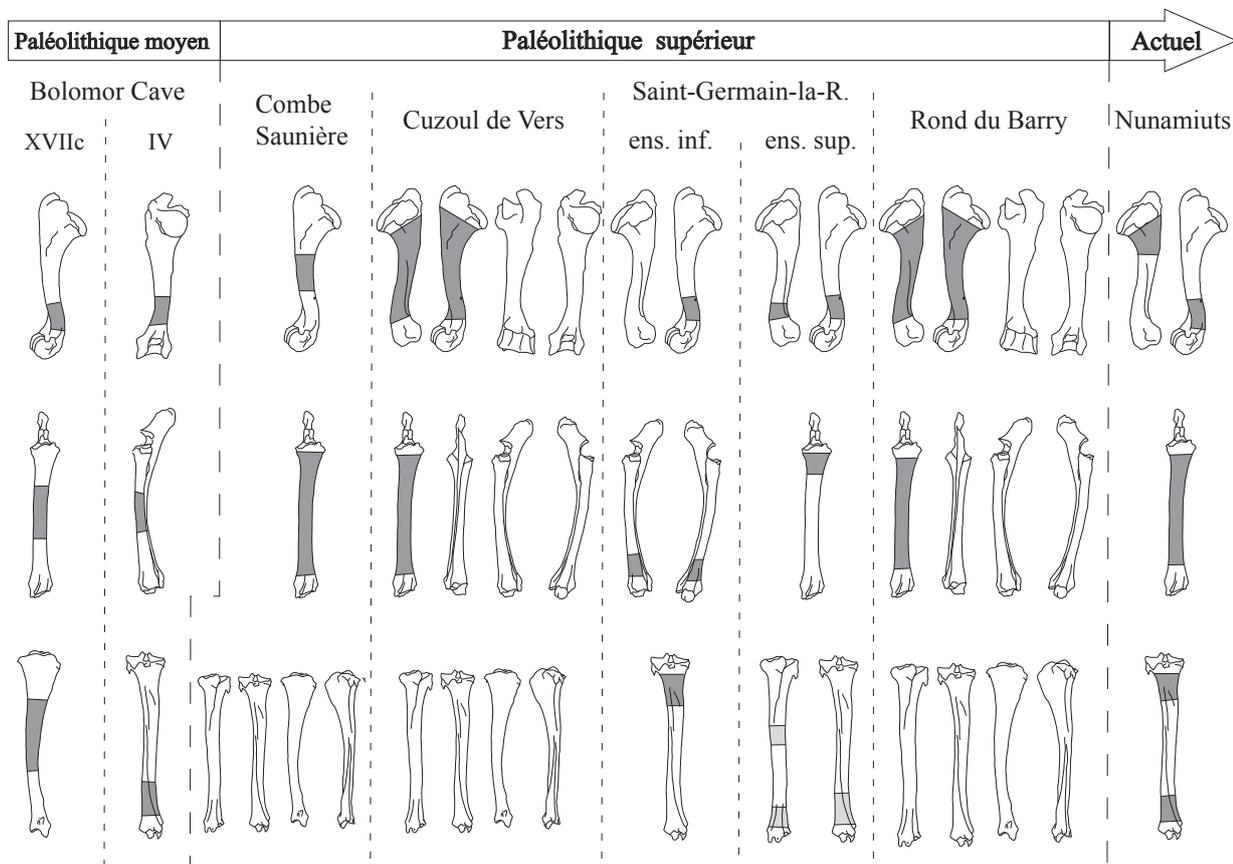


Fig. 13 – Représentation schématique des emplacements de percussion (zones grisées) pour l'humérus, le radio-ulnaire et le tibia des sites du Paléolithique moyen : Bolomor Cave (ongulés : Blasco *et al.*, 2013b); du Paléolithique supérieur : Combe Saunière (renne, Solutréen : Castel, 1999), Cuzoul de Vers (renne, Badégoulien : Castel, 1999), Saint-Germain-la-Rivière, ensemble inférieur (antilope saïga, Magdalénien inférieur : Costamagno, 1999) et ensemble supérieur (antilope saïga, Magdalénien moyen : cette étude), Rond du Barry (bouquetin, Magdalénien supérieur : Costamagno, 1999); de l'actuel : peuple Nunamiut d'Alaska (renne : Binford, 1981). Dans le cas du tibia pour l'ensemble supérieur de Saint-Germain-la-Rivière, les zones gris clair indique que les résultats ne sont pas significatifs.

Fig. 13 – Location of percussion marks (grey areas) for the humerus, radioulnar, and tibia for sites from the Middle Paleolithic: Bolomor cave (ungulates: Blasco *et al.*, 2013b.); the Upper Paleolithic: Combe Saunière (reindeer, Solutrean: Castel, 1999), Cuzoul de Vers (reindeer, Badegoulian: Castel, 1999), Saint-Germain-la-Rivière, lower complex (saïga antelope, Lower Magdalenian: Costamagno, 1999) and upper complex (saïga antelope, Middle Magdalenian: this study), Rond du Barry (ibex, Upper Magdalenian: Costamagno, 1999); Current: Nunamiut people of Alaska (reindeer: Binford, 1981). In the case of the tibia in the upper complex of Saint-Germain-la-Rivière, the light grey areas indicate that the results are not significant.

réurrences ou non dans les schémas de fracturation osseuse dans un niveau archéologique pourrait dépendre de la durée d'occupation du site (Blasco *et al.*, 2013). En effet, selon ces auteurs, la présence de schémas préférentiels pourrait indiquer une occupation longue par un seul groupe et au contraire l'absence de récurrence serait une preuve d'occupations courtes par plusieurs groupes distincts et de tradition (technique ou non) différente. Cette hypothèse est à considérer avec prudence au regard de la complexité des paramètres pouvant influencer l'extraction de la moelle, comme développé ci-dessous.

Les ressources exploitées et leurs modalités d'extraction

L'importante variabilité dans la mise en œuvre de la fracturation osseuse observée dans le registre archéologique peut trouver un écho dans les études ethnographiques. Celles-ci semblent en effet indiquer que chaque groupe possède des techniques de boucherie, parmi lesquelles les techniques liées à la récupération de la moelle qui lui sont propres, et donc culturellement marquées. Par exemple, la variabilité peut résulter de préférences dans la consommation de la moelle, mais également de l'existence, ou non, d'une fracturation différée et réalisée à la chaîne, de l'os après son stockage. Ce type de traitement peut conduire à une plus grande standardisation dans la méthode de fracturation, au contraire d'un traitement au fur et à mesure de l'acquisition qui, lui, va entraîner une plus grande variabilité (*e. g.* Binford, 1978 et 1981 ; Enloe, 1993). L'état de l'os lui-même (à savoir frais ou congelé) et celui de la moelle sont également des facteurs qui pourraient influencer la technique de fracturation. Concernant le premier paramètre, son influence sur la fracturation reste encore à démontrer (*e. g.* Thiébaud *et al.*, 2007 ; Soulier *et al.*, 2014b). En revanche, la différence de composition de la moelle entre les éléments distaux et proximaux (*e. g.* Irving *et al.*, 1957 ; Malet, 2007) fait que ces derniers nécessitent une réduction plus importante ; sauf s'ils sont préalablement chauffés afin de liquéfier la moelle, comme cela est observé chez les Nunamiuts (Binford, 1978), ou mis dans des bouillons, comme chez les Evenks (Costamagno et David, 2009). Ainsi, dans certains gisements, comme le Flageolet I et le Cuzoul de Vers, les impacts de percussion sont plus nombreux pour l'humérus et le fémur, suggérant une extraction de la moelle crue (Soulier *et al.*, 2014b). À Saint-Germain-la-Rivière, il est difficile de se positionner sur ce point car tous les ossements sont intensément fracturés. Si le taux de percussion (% NRD) est plus important pour l'humérus, celui du fémur est moins élevé que celui du radius ou du métatarsien (voir tabl. 3).

Pour de nombreux auteurs, l'unique objectif de la fracturation osseuse est de récupérer la moelle (Marshall et Pilgram, 1991). Néanmoins, en plus de cette question alimentaire, la fracturation osseuse peut revêtir un aspect plus technique et s'inscrire dans des chaînes opératoires imbriquées (Castel *et al.*, 1998 ; Gerbe, 2010, Soulier *et al.*, 2014a). En effet, comme le rappellent C. Thiébaud

et ses collaborateurs (Thiébaud *et al.*, 2007, p. 21), « deux objectifs principaux sont en relation avec la fracturation : un objectif alimentaire, la récupération de la moelle et un objectif technique, la réalisation d'outils en os ». Il a été proposé, par exemple, que certains éléments d'industrie osseuse puissent avoir été produits sur des supports de formes précises qui ne seraient pas seulement issus d'une simple sélection de déchets de la fracturation, mais bien produits volontairement (*e. g.* Liolios, 1999 ; Soulier, 2013). Cette prédétermination des supports a ainsi été récemment suggérée pour les retouchoirs en os des sites aurignaciens des Abeilles et d'Isturitz (Soulier, 2013 et 2014) et pour le site moustérien d'Axlor (Mozota Holgueras, 2012). Ainsi, à Isturitz, « la présence d'encoches de percussion alignées sur sept retouchoirs témoigne (...) de la pratique d'un débitage contrôlé pour certains éléments et donc potentiellement d'une recherche de morphologies de supports prédéfinies » (Soulier, 2013, p. 322). Ces observations suggèrent l'existence de deux chaînes opératoires imbriquées, dépendantes l'une de l'autre. Cette hypothèse rejoint celle précédemment formulée par J.-C. Castel et ses collaborateurs (Castel *et al.*, 1998) pour le site de Combe Saunière. D'après eux, les traitements techniques seraient adaptés aux parties anatomiques sélectionnées, témoignant de « l'existence d'une organisation cohérente de pratiques complémentaires permettant l'acquisition simultanée de ressources nutritives et techniques » (Castel *et al.*, 1998, p. 443). Pour l'ensemble supérieur de Saint-Germain-la-Rivière, l'existence d'une telle pratique pourrait être évoquée sur la base de la présence de certains fragments, principalement de métatarsien, présentant plusieurs marques d'impacts alignées le long de la fracture. Toutefois, sur ce site, aucun des éléments d'industrie osseuse retrouvés et récemment réétudiés (voir Langlais *et al.*, 2015), tels que les retouchoirs, ne permet d'affirmer que leur production s'inscrit dans ce type de chaîne technique. S'il n'y a pas de recherche de supports particuliers, ne s'agirait-il pas ici, comme proposé précédemment, de l'expression de normes culturelles ?

Les techniques utilisées et leur maîtrise

Quel que soit le domaine d'étude, la maîtrise du geste et des techniques est l'un des marqueurs de savoir-faire. Il est admis que cette maîtrise conduit à une standardisation des procédés et par là même des produits obtenus (Roux et Bril, 2005 ; Takakura, 2013). Au contraire, une mauvaise maîtrise, qu'elle soit technique ou conceptuelle va conduire à des erreurs, entraînant une moindre standardisation et donc une plus grande variabilité dans la production. À Saint-Germain-la-Rivière, on observe des schémas préférentiels dans la localisation des impacts de percussion. Toutefois, peut-on parler ici d'une standardisation liée à une bonne maîtrise ? Dans le cas de l'exploitation de la moelle, il ne s'agit pas d'une norme technique stricte comme on peut l'observer dans les productions lithiques (*e. g.* production lamellaire vs éclats Levallois) ou même artistiques avec, pour chaque technocomplexe, la production

de produits qui leurs sont propres. Par ailleurs, quel que soit l'emplacement de la percussion sur la diaphyse, l'os pourra être fracturé, rendant la moelle accessible. Par conséquent, les écarts au schéma préférentiel observé ne témoignent pas forcément d'une mauvaise maîtrise mais peuvent indiquer des écarts à une norme culturelle. Si une adaptation à la structure de l'os peut se faire par tâtonnement, essai ou erreur, l'aspect culturel lui nécessite une transmission entre individus, ce qui devient un élément intéressant pour discuter des interactions sociales sur un site. Ces récurrences sont donc de possibles témoignages d'une transmission des gestes et de procédés culturels, au travers des techniques de fracturation.

Un autre critère utilisé pour discuter de la maîtrise technique ou conceptuelle est la présence d'échecs, plus ou moins nombreux (Pigeot, 1987; Klaric *et al.*, 2011; Rivero Vilá, 2011). Selon J. Pelegrin « cinq ou six impacts sur 1 cm² témoignent d'une maladresse quelle que soit la chaîne opératoire »⁽¹⁾. À Saint-Germain-la-Rivière certaines pièces présentent de nombreux points d'impact sur une surface réduite (5,8% du NRD), allant jusqu'à former des écrasements. Dans ces cas-là, il semble qu'il y ait eu une certaine opiniâtreté, voire un acharnement.

Parmi les fragments présentant un nombre important de points d'impact, cinq sont caractérisés par la présence de *chopmarks*. De telles traces sont formées à la suite de l'emploi d'un tranchant lors de la percussion (Galán *et al.*, 2009; Blasco *et al.*, 2014). Au vu de la localisation de ces impacts (voir fig. 7 et fig. 8), il ne s'agit vraisemblablement pas de traces de désarticulation. Trois possibilités existent alors : 1) l'os n'est pas l'objet de la percussion mais l'outil ; 2) l'os a été projeté sur une enclume à bord tranchant dans le but de le fracturer, donc par percussion active (Blasco *et al.*, 2014) ; 3) l'os a été percute par un outil tranchant, donc par percussion directe passive (Galán *et al.*, 2009).

Dans le premier cas, il pourrait s'agir de retouchoirs. Par définition, ils se caractérisent par des impressions correspondant aux empreintes du tranchant lithique, ceci pouvant à terme entraîner la formation d'enfoncements (*e. g.* Dauvois, 1974; Armand et Delagnes, 1997; Tartar, 2009; Mallye *et al.*, 2012). Toutefois cette hypothèse semble peu probable ici. En effet, les enfoncements d'un retouchoir sont produits par l'arrachement de matière, due à la répétition d'un même geste et non pas par un ou deux gestes produits avec beaucoup de force, comme cela semble être le cas ici. Par ailleurs, d'autres impressions et stries fines devraient être visibles aux abords des enfoncements (Tartar, 2009). Au vu du nombre important de coups portés sur une surface réduite, la deuxième hypothèse de la percussion active n'est pas privilégiée. En effet, comme dans le cas des retouchoirs, si l'os a été projeté, la surface concernée devrait être plus étalée et les impacts moins alignés. Par conséquent, la troisième hypothèse de la percussion passive directe par percuteur tranchant ou retouché semble ici la plus probable. Si les percuteurs retouchés peuvent être utilisés pour segmenter les carcasses, il est intéressant de noter que les traces d'impacts ne sont « visibles que lorsque l'outil n'a pas

entièrement rempli sa fonction » (Helmer et Courtin, 1991). Des expérimentations de fracturation ont révélé par ailleurs que si les percuteurs retouchés marquent plus que les percuteurs bruts, ce type d'outils n'est pas adapté pour réaliser la fracturation, notamment dans un but alimentaire (Galán *et al.*, 2009). Les pièces présentant ce type de stigmates témoigneraient-elles du choix d'un percuteur inadapté, donc d'une erreur technique ? Le nombre d'impacts relevé sur ces vestiges, montrant aussi un certain acharnement (voir *supra*), il est alors tentant de voir dans ces pièces le témoignage de l'action de débutants au faible niveau de savoir-faire dans la fracturation osseuse.

CONCLUSION

À Saint-Germain-la-Rivière, la bonne conservation des surfaces osseuses ainsi que l'action très limitée des carnivores, nous a permis de réaliser une étude approfondie de la fracturation osseuse anthropique. La disposition des points d'impact tend à prouver que la fracturation dépend de choix délibérés et répond à des schémas relativement normés et propres à chaque élément squelettique. Ces schémas sont spécifiques à l'ensemble supérieur de Saint-Germain-la-Rivière et ne semblent pas correspondre aux schémas observés jusqu'à maintenant sur d'autres sites. Ainsi, si l'on ne peut pas exclure totalement l'hypothèse d'un choix adapté directement à la structure des os, l'existence de ces schémas laisse à penser qu'il pourrait s'agir de choix dictés en partie par un facteur culturel. De tels schémas nécessitent une transmission des connaissances et des techniques afin qu'ils puissent être transmis dans le temps (Blasco *et al.*, 2013). Par ailleurs, l'observation de nombreux impacts sur certains fragments pose la question de l'acharnement et de la maîtrise du geste et pourrait évoquer des os fracturés par des novices. À partir des restes osseux, il reste difficile d'aborder plus précisément la notion de transmission. Tout d'abord, rien ne permet de déterminer si la transmission des gestes du boucher (ou de n'importe quel autre savoir-faire étudié en Préhistoire) se faisait par un simple apprentissage individuel, par imitation ou par une réelle transmission active d'un individu à l'autre. Contrairement à l'étude des productions lithiques ou artistiques, en archéozoologie, il est encore délicat d'aborder ces notions d'apprentissage et de savoir-faire tant les gestes et les chaînes opératoires liées au traitement des carcasses animales restent à être appréhendées. Concernant plus spécifiquement le sujet abordé dans cet article, il serait intéressant de reproduire cette étude sur d'autres taxons et de l'étendre à d'autres sites dans la diachronie et la synchronie, afin de tester l'existence d'unités chronoculturelles dans les techniques de récupération de la moelle osseuse.

Remerciements : Cette étude a été menée dans le cadre d'un mémoire de master (réalisé à l'université de Bordeaux) grâce au soutien financier du projet ANR « Magdatis » (2011 BSH3

0005). Les auteurs remercient J.-M. Pétilion, responsable de ce projet pour l'université Toulouse – Jean-Jaurès. Nous tenons à remercier également D. Armand (PACEA) pour l'accès aux collections et M. Lenoir pour avoir partagé ses connaissances du site. Nous remercions également M. Langlais pour toute l'aide apportée. Enfin nous remercions C. Griggo et M.-C. Soulier, rapporteurs de cet article, pour leurs remarques et suggestions avisées.

NOTE

- (1) Communication orale lors de la table ronde « Appréhender les niveaux de savoir-faire dans les productions techniques préhistoriques et l'apprentissage dans les sociétés d'un passé sans écriture », L. Klaric et J.-G. Bordes (dir.), Cambronne, 27-29 septembre 2013.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABE Y. (2005) – *Hunting and Butchering Patterns of the Evenki in the Northern Transbaikalia Russia*, New York, Stony Brook University, 225 p.
- ARMAND D., DELAGNES A. (1997) – Les retouchoirs en os d'Artenac (couche 6c) : perspectives archéozoologiques, taphonomiques et expérimentales, in J.-P. Brugal, L. Meignen et M. Patou-Mathis (dir.), *Économie préhistorique : les comportements de subsistance au Paléolithique*, actes des XVIII^{es} Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire (Antibes, 23-25 octobre 1997), Sophia-Antipolis, APDCA, p. 205-214.
- AVERBOUH A. (2000) – *Technologie de la matière osseuse travaillée et implications paléolithiques : l'exemple des chaînes d'exploitation du bois de cervidé chez les Magdaléniens des Pyrénées*, thèse de doctorat, université Paris 1 - Panthéon-Sorbonne, 253 p.
- BAYLE G., CRÉPIN L., DAVID F. (2009) – Évolution des comportements de subsistance des Magdaléniens « à navettes » du Centre de la France : les grands mammifères du site d'habitat de « la Garenne », in J. Despriée, S. Tymula et A. Rigaud (dir.), *Données récentes sur le Magdalénien de « la Garenne » (Saint-Marcel, Indre) et la place du Magdalénien « à navettes » en Europe*, actes du colloque (Argent-sur-Creuse, 7-9 octobre 2004), Saint-Marcel, Association pour la sauvegarde du site archéologique d'Argentomagus et amis du musée (*Archéologie du val de Creuse en Berry*, num. spéc. n° 2), p. 65-104.
- BELAI D. (1995) – Techniques d'exploitation du cheval à la Caune de l'Arago, *Paléo*, 7, p. 139-155.
- BINFORD L. R. (1978) – *Nunamiut Ethnoarchaeology*, New York, Academic Press, 521 p.
- BINFORD L. R. (1981) – *Bones: Ancient Men and Modern Myths*, New York, Academic Press, 320 p.
- BINFORD L. R. (1984) – *Faunal Remains from Klasies River Mouth*, New York, Academic Press, 283 p.
- BLANCHARD R., PEYRONY D., VALLOIS H.-V. (1972) – *Le gisement et le squelette de Saint-Germain-la-Rivière*, Paris, Masson (Archives de l'Institut de paléontologie humaine, 34), 115 p.
- BLASCO R., ROSELL J., DOMÍNGUEZ-RODRIGO M., LOZANO S., PASTÓ I., RIBA D., VAQUERO M., PERIS J.F., ARSUAGA J.L., DE CASTRO J.M.B., CARBONELL E. (2013) – Learning by Heart: Cultural Patterns in the Faunal Processing Sequence during the Middle Pleistocene, *PLoS ONE*, 8, 2, e55863.
- BLASCO R., DOMÍNGUEZ-RODRIGO M., ARILLA M., CAMARÓS E., ROSELL J. (2014) – Breaking Bones to Obtain Marrow: A Comparative Study between Percussion by Batting Bone on an Anvil and Hammerstone Percussion, *Archaeometry*, 56, 6, p. 1085-1104.
- BLUMENSCHINE R. J. (1988) – An Experimental Model of the Timing of Hominid and Carnivore Influence on Archeological Bone Assemblages, *Journal of Archaeological Sciences*, 15, p. 483-502.
- BLUMENSCHINE R. J. (1995) – Percussion Marks, Tooth Marks, and Experimental Determinations of the Timing of Hominid and Carnivore Access to Long Bones at FLK Zinjanthropus, Olduvai Gorge, Tanzania, *Journal of Human Evolution*, 29, 1, p. 21-51.
- BLUMENSCHINE R. J., SELVAGGIO M. M. (1988) – Percussion Marks on Bone Surfaces as a New Diagnostic of Hominid Behaviour, *Nature*, 333, 6175, p. 763-765.
- BRUGAL J.-P. (2001) – Les assemblages fauniques : paléo-environnement, taphonomie et archéozoologie, *Gallia Pré-histoire*, 43, 1, p. 33-52.
- BRUGAL J.-P., DAVID F., FARIZY C. (1994) – Quantification d'un assemblage osseux : paramètres et tableaux. Actions anthropiques, in M. Patou-Mathis (dir.), *Outillage peu élaboré en os et en bois de cervidés*, IV, actes de la 6^e table ronde « Taphonomie - Bone Modification » (Paris, 11 septembre 1991), Treignes, CEDARC (Artefacts, 9), p. 143-153.
- BRUGAL J.-P., DEFLEUR A. (1989) – Approche expérimentale de la fracturation des os des membres de grands mammifères, in M. Pathou (dir.), *Outillage peu élaboré en os et en bois de cervidés*, III, Treignes, CEDARC (Artefact, 7), p. 14-20.
- BUNN H. T. (1982) – *Meat-Eating and Human Evolution: Studies on the Diet and Subsistence Practices of Plio-Pleistocene Hominids in East Africa*, thèse de doctorat, University of California, Berkeley.
- BUNN H. T. (1989) – Diagnosing Plio-Pleistocene Hominid Activity with Bone Fracture Evidence, in R. Bonnichsen et M. H. Sorg (dir.), *Bone Modification*, Orono, Center of the study of the First Americans, p. 299-315.
- CAPALDO S. D., BLUMENSCHINE R. J. (1994) – A Quantitative Diagnosis of Notches Made by Hammerstone Percussion and Carnivore Gnawing on Bovid Long Bones, *American Antiquity*, 59, 4, p. 724-748.
- CASTEL J.-C. (1999) – *Comportements de subsistance au Solutréen et au Badegoulien d'après les faunes de Combe Saunière (Dordogne) et du Cuzoul de Vers (Lot)*, thèse de doctorat, université Bordeaux 1, Talence, 619 p.
- CASTEL J.-C. (2005) – Économie préhistorique, boucherie et décompte des fragments osseux, *Revue de paléobiologie*, vol. spéc. 10, p. 23-30.

- CASTEL J.-C., LIOLIOS D., CHADELLE J.-P., GENESTE J.-M. (1998) – De l'alimentaire et du technique : la consommation du renne dans le Solutréen de la grotte de Combe Saunière, in J.-P. Brugal, L. Meignen et M. Patou-Mathis (dir.), *Économie préhistorique : les comportements de subsistance au Paléolithique*, actes des XVIII^{es} Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire (Antibes, 23-25 octobre 1997), Sophia-Antipolis, APDCA, p. 433-450.
- COSTAMAGNO S. (1999) – *Stratégies de chasse et fonction des sites au Magdalénien dans le Sud de la France*, thèse de doctorat, université Bordeaux 1, Talence, 760 p.
- COSTAMAGNO S. (2001) – Exploitation de l'antilope saïga au Magdalénien en Aquitaine : méthodes d'étude et applications archéologiques, *Paléo*, 13, p. 111-127.
- COSTAMAGNO S., DAVID F. (2009) – Comparaison des pratiques bouchères et culinaires de différents groupes sibériens vivant de la renniculture, *Archaeofauna*, 18, p. 9-25.
- COSTAMAGNO S., RIGAUD J.-P. (2014) – L'exploitation de la graisse au Paléolithique, in S. Costamagno (dir.), *Histoire de l'alimentation humaine : entre choix et contraintes*, actes du 138^e Congrès national des sociétés historiques et scientifiques (Rennes, 22-26 avril 2013), Paris, CTHS, p. 133-152.
- CRUZ-URIBE K. (1991) – Distinguishing Hyena from Hominid Bone Accumulations, *Journal of Field Archaeology*, 18, 4, p. 467-486.
- DAUVOIS M. (1974) – Industrie osseuse préhistorique et expérimentations, in H. Camps-Fabrer (dir.), *Premier colloque international sur l'industrie de l'os dans la Préhistoire* (Senanque), Aix-en-Provence, université de Provence, p. 72-84.
- DELPECH F., VILLA P. (1993) – Activité de chasse et de boucherie dans la grotte des Églises, in J. Desse et F. Audouin-Rozeau (dir.), *Exploitation des animaux sauvages à travers le temps*, actes des XIII^{es} Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire (Antibes, 15-17 octobre 1992), Juan-les-Pins, APDCA, 79-102 p.
- DOMÍNGUEZ-RODRIGO M., BARBA R. (2006) – New Estimates of Tooth Mark and Percussion Mark Frequencies at the FLK Zinj Site: the Carnivore-hominid-carnivore Hypothesis Falsified, *Journal of Human Evolution*, 50, p. 170-194.
- ENLOE J. (1993) – Ethnoarchaeology of Marrow Cracking: Implications for the Recognition of Prehistoric Subsistence Organisation, in J. Hudson (dir.), *From Bones to Behavior: Ethnoarchaeological and Experimental Contributions to the Interpretation of Faunal Remains*, Carbondale, Center for Archaeological Investigations - Southern Illinois University, p. 82-97.
- FEYFANT L., COCHARD D., MALLYE J.-B. (2015) – Exploitation du cheval au Magdalénien supérieur dans le Sud-Ouest de la France. Le cas de l'abri Faustin (Cessac, Gironde), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 112, 4, p. 693-716.
- FISHER 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 présentation*, Paris, Maison des sciences de l'homme, 217 p.
- GALÁN A. B., RODRÍGUEZ M., DE JUANA S., DOMÍNGUEZ-RODRIGO M. (2009) – A New Experimental Study on Percussion Marks and Notches and Their Bearing on the Interpretation of Hammerstone-broken Faunal Assemblages, *Journal of Archaeological Science*, 36, 3, p. 776-784.
- GAMBIER D., LENOIR M. (1991) – Les vestiges humains du Paléolithique supérieur en Gironde, *Bulletin de la Société anthropologique du Sud-Ouest*, 26, 1, p. 1-31.
- GAMBIER D., VALLADAS H., TISNERAT-LABORDE N., ARNOLD M., BRESSON F. (2000) – Datation de vestiges humains présumés du Paléolithique supérieur par la méthode du carbone 14 en spectrométrie de masse par accélérateur, *Paléo*, 12, p. 201-212.
- GERBE M. (2010) – *Économie alimentaire et environnement en Quercy au Paléolithique : étude des assemblages fauniques de la séquence des Fieux (Lot)*, thèse de doctorat, université Aix-Marseille 1 – université de Provence, Aix-en-Provence, 630 p.
- GIUSBERTI G., PERETTO C. (1991) – Évidence de la fracturation intentionnelle d'ossements animaux avec moelle dans le gisement de « la Pineta » de Isernia, Italie, *L'Anthropologie*, 95, 4, p. 765-778.
- GRIGGO C. (2015) – Un piège à bouquetin et chamois du Méso-lithique : la grotte Tempiette (Entremont-le-vieux, Savoie), *Les dossiers du musée Savoisien*, 1, 27 p.
- HAMMER Ø., HARPER D. A. T., RYAN P. D. (2001) – PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis, *Palaeontologia Electronica*, 4, 1, 9 p.
- HELMER D., COURTIN J. (1991) – Sur l'emploi de la percussion lancée en boucherie préhistorique : apports de l'expérimentation, in *Archéologie expérimentale, 2. La Terre : l'os et la pierre, la maison et les champs*, actes du colloque international « Expérimentation en archéologie : bilan et perspectives » (Beaune, 6-9 avril 1988), Paris, Errance, p. 39-45.
- HENRY-GAMBIER D., BRUZEK J., MURAIL P., HOUËT F. (2002) – Révision du sexe du squelette magdalénien de Saint-Germain-la-Rivière (Gironde, France), *Paléo*, 14, p. 205-212.
- IRVING L., SCHMIDT-NIELSEN K., ABRAHAMSEN N. S. (1957) – On the Melting Points of Animal Fats in Cold Climates, *Physiological Zoology*, 30, 2, p. 93-105.
- JOHNSON E., LEMOINE G., MCEACHERN A. (1983) – A Framework for Interpretation in Bone Technology, in G. LeMoine et A. S. MacEachern (dir.), *Carnivores, Human Scavengers and Predators: A Question of Bone Technology*, Calgary, The Archaeological Association of the University of Calgary, p. 55-93.
- KARLIN C., TCHESNOV Y. (2007) – Notes sur quelques procédés de récupération de la graisse de renne : approche ethnoarchéologique, in S. Beyries et V. Vaté (dir.), *Les civilisations du renne d'hier et d'aujourd'hui. Approches ethnohistoriques, archéologiques et anthropologiques*, actes des XXVII^{es} Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire (Antibes, 19-21 octobre 2006), Juan-les-Pins, APDCA, p. 309-323.
- KLARIC L. (2003) – *L'unité technique des industries à burins du Raysses dans leur contexte diachronique : réflexions sur la diversité culturelle au Gravettien à partir des données de la Picardie, d'Arcy-sur-Cure, de Brassempouy et du Cirque de la Patrie*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 426 p.
- KLARIC L., LIARD M., BERTRAN P., DUMARÇAY G., IGREJA M. D. A., AUBRY T., WALTER B. (2011) – La Picardie

- (Preuilly-sur-Claise, Indre-et-Loire) : neuf ans de fouilles sur un gisement rayssien finalement pas si mal conservé!, in N. Goutas, L. Klaric, D. Pesesse et P. Guillermin (dir.), *À la recherche des identités gravettiennes : actualités, questionnements et perspectives*, actes de la table ronde sur le Gravettien en France et dans les pays limitrophes (Aix-en-Provence, 6-8 octobre 2008), Paris, Société préhistorique française (Mémoire, 52), p. 291-310.
- LAM Y. M., CHEN X., PEARSON O. M. (1999) – Intertaxonomic Variability in Patterns of Bone Density and the Differential Representation of Bovid, Cervid, and Equid Elements in the Archaeological Record, *American Antiquity*, 64, 2, p. 343-362.
- LANGLAIS M. (2007) – Des identités qui se cherchent... Apports des industries lithiques à la question de l'origine du Magdalénien moyen dans le Sud-Ouest européen, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 104, 4, p. 759-770.
- LANGLAIS M., LAROULANDIE V., COSTAMAGNO S., PÉTILLON J.-M., MALLYE J.-B., LACRAMPE-CUYAUBERE F., BOUDADI-MALIGNE M., BARSHAY-SZMIDT C., MASSET C., PUBERT É., RENDU W., LENOIR M. (2015) – Premiers temps du Magdalénien en Gironde : réévaluation des fouilles Trécolle à Saint-Germain-la-Rivière (France), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 112, 1, p. 5-58.
- LENOIR M. (1983) – *Le Paléolithique des basses vallées de la Dordogne et de la Garonne*, thèse de doctorat, université Bordeaux 1, Talence, 702 p.
- LENOIR M. (1997) – Saint-Germain-la-Rivière : Pillebourse, *Gallia Information*, 97, p. 68.
- LENOIR M., MARMIER F., TRECOLLE G. (1991) – Données nouvelles sur les industries de Saint-Germain-la-Rivière (Gironde), in *25 ans d'études technologiques en Préhistoire*, actes des XI^{es} Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire (Antibes, 18-20 octobre 1990), Juan-les-pins, APDCA, p. 245-254.
- LÉPRONT R., MIRANDE H. (1933) – Le gisement de Saint-Germain-la-Rivière (sa découverte), *Revue d'histoire et d'archéologie du Libournais*, 36, p. 197-209.
- LIOLIOS D. (1999) – *Variabilité et caractéristiques du travail des matières osseuses au début de l'Aurignacien : approche technologique et économique*, thèse de doctorat, université Paris X, Nanterre, 359 p.
- LYMAN R. L. (1977) – Analysis of Historic Faunal Remains, *Historical Archaeology*, 11, p. 67-73.
- LYMAN R. L. (1994) – *Vertebrate Taphonomy*, Cambridge, Cambridge University Press, 524 p.
- LYMAN R. L. (2005) – Analyzing Cut Marks: Lessons from Artiodactyl Remains in the Northwestern United States, *Journal of Archaeological Science*, 32, 12, p. 1722-1732.
- MALET C. (2007) – L'alimentation lipidique en milieu froid, in S. Beyries et V. Vaté (dir.), *Les civilisations du renne d'hier et d'aujourd'hui. Approches ethnohistoriques, archéologiques et anthropologiques*, actes des XXVII^{es} Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire (Antibes, 19-21 octobre 2006), Juan-les-Pins, APDCA, p. 295-308.
- MALLYE J.-B., THIÉBAUT C., MOURRE V., COSTAMAGNO S., CLAUD É., WEISBECKER P. (2012) – The Mousterian Bone Retouchers of Noisetier Cave: Experimentation and Identification of Marks, *Journal of Archaeological Science*, 39, 4, p. 1131-1142.
- MAREAN C. (1991) – Measuring the Post Depositional Destruction of Bone in Archaeological Assemblages, *Journal of Archaeological Science*, 18, p. 677-694.
- MARSHALL F., PILGRAM T. (1991) – Meat Versus Within-bone Nutrients: Another Look at the Meaning of Body Part Representation in Archaeological Sites, *Journal of Archaeological Science*, 18, 2, p. 149-163.
- MATEOS CACHORRO A. (2000) – Fracturation anthropique intentionnelle sur mandibules et phalanges dans le niveau VIII de la grotte de las Caldas (Asturies, Espagne), *Préhistoire européenne*, 16-17, p. 255-270.
- MOIGNE A.-M. (1983) – *Taphonomie des faunes quaternaires de la Caune de l'Arago, Tautavel*, thèse de 3^e cycle, université Paris 6 – Pierre-et-Marie-Curie, 344 p.
- MORIN E. (2007) – Fat Composition and Nunamiut Decision-making: A New Look at the Marrow and Bone Grease Indices, *Journal of Archaeological Science*, 34, 1, p. 69-82.
- MOZOTA HOLGUERAS M. (2012) – *El hueso como materia prima: El utillaje óseo del final del Musteriense en el sector central del norte de la Península Ibérica*, thèse de doctorat, Universidad de Cantabria, Santander, 360 p.
- OLIVER J. S. (1989) – Analogues and Site Context: Bone Damages from Shield Trap Cave, Carbon County, Montana, USA, in R. Bonnichsen et M. H. Sorg (dir.), *Bone Modification*, Orono, Center of the study of the First Americans, p. 73-97.
- OLIVER J. S. (1993) – Carcass Processing by the Hadza: Bone Breakage from Butchery to Consumption, in J. Hudson (dir.), *From Bones to Behavior. Ethnoarchaeological and Experimental Contributions to the Interpretation of Faunal Remains*, Cabondale, Center for Archaeological Investigations - Southern Illinois university, p. 200-227.
- OUZRIT L. (1986) – *Recherches sur les faunes du Dryas ancien en Gironde. Le gisement de Saint-Germain-la-Rivière*, thèse de doctorat, université Bordeaux 1, Talence, 147 p.
- PATOU M. (1987). – La fracturation des os longs de grands mammifères : élaboration d'un lexique et d'une fiche type, in M. Patou (dir.), *Outillage peu élaboré en os et en bois de cervidés*, II, Paris, CEDARC (Artefact, 1), p. 11-22.
- 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.
- PIGEOT N. (1987) – Éléments d'un modèle d'habitation magdalénienne (Étiolles), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 84, 10-12, p. 358-363.
- PIGEOT N. (1990) – Technical and Social Actors. Flintknapping Specialists and Apprentices at Magdalenian Etiolles, *Archaeological Review from Cambridge*, 9, 1, p. 126-141.
- POPLIN F. (1976) – Remarques théoriques et pratiques sur les unités utilisées dans les études d'ostéologie quantitative, in F. Poplin, *Problèmes ethnographiques des vestiges osseux*, préactes du IX^e congrès de l'UISPP, thèmes spécialisés (Nice, 13-18 septembre 1976), p. 124-141.
- REITZ E. J., WING E. S. (1999) – *Zooarchaeology*, Cambridge, Cambridge university press, 455 p.
- RIVERO O. (2014) – Vers une caractérisation du gisement magdalénien d'Isturitz (Pyrénées-Atlantiques) à travers sa

- production artistique, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 111, 2, p. 255-274.
- RIVERO VILÁ O. (2011) – La noción de aprendizaje en el arte mobiliario del Magdaleniense Medio cántabro-pirenaico: la contribución del análisis microscópico, *Trabajos de Prehistoria*, 68, 2, p. 275-295.
- ROUX V., BRIL B. (2005) – General Introduction: A Dynamic Systems Framework for Studying a Uniquely Hominin Innovation, in V. Roux et B. Bril (dir.), *Stone Knapping, the Necessary Conditions for a Uniquely Hominin Behaviour*, Cambridge, McDonald Institute for Archaeological Research, p. 1-18.
- SIMONET A. (2008) – L'atelier de taille gravettien de Tercis (Landes). Un cas probable d'apprentissage de la confection d'armatures lithiques, in J.-M. Pétilion, M.-H. Dias-Meirinho, P. Cattelain, M. Honegger, C. Normand et N. Valdeyron (éd.), *Recherches sur les armatures de projectiles du Paléolithique supérieur au Néolithique*, actes du XV^e Congrès de l'UISPP (Lisbonne, 4-9 septembre 2006), *P@lethnologie*, 1, p. 192-219.
- SOULIER M.-C. (2013) – *Entre alimentaire et technique : l'exploitation animale aux débuts du Paléolithique supérieur : stratégies de subsistance et chaînes opératoires de traitement du gibier à Isturitz, La Quina aval, Roc-de-Combe et Les Abeilles*, thèse de doctorat, université Toulouse 2 - le Mirail, 754 p.
- SOULIER M.-C. (2014) – L'exploitation alimentaire et technique du gibier au début du Paléolithique supérieur aux Abeilles (Haute-Garonne, France), *Paléo*, 25, p. 287-307.
- SOULIER M.-C., GOUTAS N., NORMAND C., LEGRAND A., WHITE R. (2014a) – Regards croisés de l'archéozoologue et du technologue sur l'exploitation des ressources animales à l'Aurignacien archaïque : l'exemple d'Isturitz (Pyrénées-Atlantiques, France), in J. Jaubert, N. Fourment et P. Depaepe (dir.), *Transitions, ruptures et continuité en Préhistoire, 2. Paléolithique et Mésolithique*, actes du XXVII^e Congrès préhistorique de France (Bordeaux-Les Eyzies, 31 mai-5 juin 2010), Paris, Société préhistorique française, p. 315-332.
- SOULIER M.-C., KUNTZ D., LACARRIÈRE J., CASTEL J.-C. (2014b) – Le renne comme ressource alimentaire : discussion entre pratiques actuelles et paléolithiques, in S. Costamagno (dir.), *Histoire de l'alimentation humaine : entre choix et contraintes*, actes du 138^e Congrès national des sociétés historiques et scientifiques (Rennes, 22-26 avril 2013), Paris, CTHS, p. 153-169.
- STINER M. C. (2003) – Zooarchaeological Evidence for Resource Intensification in Algarve, Southern Portugal, *Promontoria*, 1, 1, p. 27-61.
- TAKAKURA J. (2013) – Using Lithic Refitting to Investigate the Skill Learning Process: Lessons from Upper Paleolithic Assemblages at the Shirataki Sites in Hokkaido, Northern Japan, in T. Akazawa, Y. Nishiaki et K. Aoki (dir.), *Dynamics of Learning in Neanderthals and Modern Humans*, Tokyo, Springer Japan, vol. 1, p. 151-171.
- 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*, thèse de doctorat, université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, 412 p.
- THIÉBAUT C., CLAUD É., COUDENNEAU A., COUMONT M.-P., ASSELIN G., BEAUVAL C., CHACÓN M.-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 projet collectif de recherche, service régional de l'Archéologie de Midi-Pyrénées, Toulouse, 171 p.
- THIÉBAUT C., CLAUD É., COUDENNEAU A., COUMONT M.-P., COSTAMAGNO S., GERBE M., MALLYE J.-B., MOURRE V., BEAUVAL C., BRENET M., CHACÓN M.-G., DAULNY L., DESCHAMPS M., MAURY S., PARAVEL B., PROVENZANO N., SOULIER M.-C. (2008) – *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 projet collectif de recherche, service régional de l'Archéologie de Midi-Pyrénées, Toulouse, 251 p.
- VANHAEREN M., D'ERRICO F. (2003) – Le mobilier funéraire de la Dame de Saint-Germain-la-Rivière (Gironde) et l'origine paléolithique des inégalités, *Paléo*, 15, p. 195-238.
- VILLA P., MAHIEU É. (1991) – Breakage Patterns of Human Long Bones, *Journal of Human Evolution*, 21, 1, p. 27-48.
- WHITE T. D. (1992) – *Prehistoric Cannibalism at Mancos 5MTUMR-2346*, Oxford, Princeton University Press, 462 p.

Caroline MASSET
UMR 5199 « PACEA »,
université de Bordeaux,
allée Geoffroy Saint Hilaire, CS 50023,
33615 Pessac Cedex
caroline.masset@yahoo.fr

Sandrine COSTAMAGNO
UMR 5608 « TRACES »,
université Toulouse – Jean-Jaurès,
Maison de la Recherche,
5, allées Antonio Machado,
31058 Toulouse Cedex 9
costamag@univ-tlse2.fr

David COCHARD
UMR 5199 « PACEA »,
université de Bordeaux,
allée Geoffroy Saint Hilaire, CS 50023,
33615 Pessac Cedex
david.cochard@u-bordeaux.fr

Véronique LAROULANDIE
UMR 5199 « PACEA »,
université de Bordeaux,
allée Geoffroy Saint Hilaire, CS 50023,
33615 Pessac Cedex
veronique.laroulandie@u-bordeaux.fr