Chapitre 6

La fabrication d'objets en matières dures animales

Marianne Christensen[1], José-Miguel Tejero[2]
1- Université Paris I Panthéon-Sorbonne UMR 7041 ArScAn Équipe Ethnologie préhistorique,
3, Rue Michelet 75006 - Paris (France)
2- CNRS UMR 7041 ArScAn Équipe Ethnologie préhistorique,
21 Allée de l'Université 92023 - Nanterre cedex (France). SERP Université de Barcelone (Espagne).

6.1 Introduction

Les matières dures animales ont été utilisées comme matière première depuis la Préhistoire jusqu'aux Temps Modernes. Durant cette longue période, elles ont été progressivement remplacées par d'autres matériaux. D'abord, à partir de l'Âge des métaux, par le cuivre, le bronze et le fer, utilisés pour certaines catégories d'outils actifs comme les ciseaux, les coins, les haches, ou encore pour certaines armes ; puis à partir du XX^{e} siècle, par des matières artificielles comme le bakélite et d'autres polymères utilisés pour fabriquer des manches, des boutons, des pions de jeu, des éléments décoratifs, etc.

Pendant la Préhistoire en Europe, au Paléolithique ancien et moyen, l'os a été utilisé ponctuellement pour fabriquer certains outils (bifaces, retouchoirs), mais c'est surtout à partir du Paléolithique récent (vers 40 000 BP) que les matières dures animales ont été largement choisies par les sociétés de chasseurs-cueilleurs pour produire une panoplie variée d'équipement : armes et instruments de chasse (pointes de projectiles, propulseurs...), outils quotidiens (bâtons percés, poinçons, lissoirs, aiguilles, coins et ciseaux...), objets de parure (perles, pendeloques et bracelets) et objets symboliques (statuettes et autres d'objets d'art mobilier). Plus tard, à partir du Néolithique (vers 6 000 BP), les sociétés sédentaires étendent leur exploitation à de nouvelles catégories d'objets liés au domaine quotidien (gaines, merlins, spatules...), agricole (merlins, pioches...) et à la consommation (cuillères, godets...). Dans les sociétés urbanisés (gallo-romaine, médiévale et moderne), ces matériaux continuent à être très utilisés par des catégories sociales diverses dans de nombreux domaines : religieux (statuaire, crucifix, couvertures de missels...), ameublement (plaquages, charnières, verrous...),

hygiène (boîtes, peignes, étuis...), loisirs (dés, pions..) et également dans l'ornement (parures, manches...).

Les choix des matières dures animales exploitées (os, bois de cervidé, ivoire, corne...) ont évolué aussi à travers le temps. Leurs origines sont variées : terrestre, avienne, marine et les proportions entre espèces sauvages et espèces domestiques ont suivi l'évolution des sociétés. Les outils de transformation changent eux aussi : de l'outil en pierre à celui en métal, de l'outil actionné manuellement à celui mécanisé à l'archet ou au tour. Malgré ces changements, les techniques fondamentales de transformation restent les mêmes, à quelques exceptions près, même si le métal et les moyens mécanisés introduisent davantage d'aisance et de rapidité dans la transformation. De fait, les manières d'exploiter les morphologies naturelles des matières dures animales évoluent et le taux de transformation est de plus en plus élevé. A partir de l'époque romaine, les objets sont souvent si travaillés que seuls les déchets permettent d'identifier l'origine anatomique spécifique [1].

Les outils et objets fabriqués en matière dure animale peuvent aussi avoir une durée de vie longue ou courte selon leur destination fonctionnelle, les forces qui les sollicitent et l'entretien auquel ils sont soumis. Ainsi certains outils et objets peuvent avoir été utilisés tout au long d'une vie, voire d'une génération, comme nous le montre l'utilisation de certains objets historiques issus de contextes connus [2]. Ceci ne fait que compliquer notre compréhension de l'usage et l'entretien des objets issus de contextes archéologiques sans sources documentaires.

Actuellement, dans les sociétés d'Europe occidentale, le travail de ces matériaux est devenu très rare. Il existe encore quelques artisans exploitant l'ivoire, quelques manufactures de peignes et manches de couteaux en corne, os ou bois animal, et probablement quelques artisans travaillant dans certains domaines techniques à l'exemple des fabricants de chaussures évoqué par A. Choyke en Bulgarie (*ibid*).

Ces histoires « d'os » peuvent donc être très complexes, y compris au cours de la Préhistoire.

6.2 Les matières dures animales et leurs caractéristiques

Chez les vertébrés, les matières dures animales comprennent toutes parties dures du squelette animal interne (os, dents) ou externe (bois de cervidés, corne, carapace...). A ceux-ci, il convient d'ajouter les coquilles des espèces invertébrées (différentes classes de mollusques parmi lesquelles des gastéropodes et des bivalves). Par convention, pour les archéologues technologues, les matières osseuses ne comprennent qu'une partie de l'ensemble des matières dures animales : l'os, le bois et les dents (dont la principale composante est souvent la dentine, comme les défenses de proboscidiens ou de sangliers). Ces différentes matières ne présentent pas les mêmes caractéristiques morphologiques et structurelles, et elles possèdent, de fait, des qualités mécaniques différentes (*cf*. Partie « Histologie et ontogénie » de cet ouvrage).

L'os et le bois de cervidé sont constitués de deux principaux tissus osseux (compact et spongieux) dont les proportions varient selon leur emplacement et leur rôle fonctionnel dans le squelette animal, qu'il soit terrestre ou marin (*cf*. Partie « Histologie

et ontogénie »). L'exploitation technique de ces matériaux concerne principalement le tissu compact, de structure plus dense et homogène que le tissu spongieux alvéolé et plus fragile. L'ivoire est, quant à lui, principalement constitué de dentine, matière très homogène et dense.

Lors de la fabrication d'un objet, les objectifs répondent à un besoin et aux qualités recherchées par l'artisan qui peut donc choisir d'utiliser soit de l'os, soit du bois ou encore de la dentine. Il peut exploiter un bloc de matière première dans sa quasi totalité, c'est-à-dire en conservant ses caractéristiques morphologiques, dimensionnelles et structurelles dont dépendent des qualités mécaniques particulières. Il peut aussi rechercher une forme particulière, non existant naturellement, ou un élément structurel particulier, ce qui le conduit à prélever une partie du bloc de matière première, le plus souvent dans la partie compacte de la matière osseuse [3]. Selon les choix effectués, les caractéristiques mécaniques du matériau diffèrent, et donc celles de l'outil fabriqué.

6.2.1 Les variables morpho-structurelles des différents matériaux

Ces caractéristiques varient non seulement en fonction des différentes catégories de matières (os, bois, ivoire et autres dents), mais aussi à l'intérieur de chacune de ces catégories. À travers le temps, les artisans ont privilégié certaines caractéristiques grâce à leurs connaissances empiriques des qualités des différents matériaux : une morphologie reconnue comme plus adéquate, une résistance forte, une bonne élasticité...

La morphologie des os des mammifères terrestres varie aussi selon leur position dans l'architecture du squelette et leur fonctionnalité [4]. On parle ainsi d'os long pour ceux qui sont formés d'un cylindre creux (canal médullaire), principalement constitué de tissu compact (fémur, tibia, humérus, radius, ulna. . .) ; d'os plats, parfois allongés, formés de « plaques » minces de tissu compact enfermant le tissu spongieux (côte, coxal, omoplate..) ; d'os effilés naturellement appointés ou rapide à appointer(fibula, métapode vestigiel, ulna...), et enfin d'os courts surtout constitués de tissus spongieux recouvert d'une mince pellicule de tissu compact (phalanges, vertèbres...).

De manière générale, les os longs ont été majoritairement choisis car présentant les proportions de tissu compact les plus importantes. Durant la Préhistoire, les métapodes ont été préférentiellement choisis, probablement à cause de leur rectitude qui permettait facilement un débitage par extraction, fracturation, ou bipartition. Ce dernier procédé est facilité par la présence de gouttières assez marquées sur les deux faces crâniale (palmaire) et caudale, entre les deux doigts soudés de certaines espèces d'ongulés. Les os plats, allongés ou effilés ont aussi été exploités, mais dans une proportion moindre, pour leurs morphologies naturellement minces ou appointées. Les côtes étaient particulièrement utilisées pour leurs caractéristiques structurelles, leur composition en deux plaquettes fines de tissu compact fournissant probablement souplesse et flexibilité aux outils fabriqués [5]. Ainsi par exemple, au Moyen Âge, près de 95 % des objets en os étaient fabriqués sur os long ou os plat (com. pers J.-F Goret). Les chiffres, pour le Paléolithique récent, sont probablement très proches.

Quant aux dents, elles sont également choisies pour leur morphologie naturelle, ou pour la valeur symbolique accordée à l'animal auquel elles appartenaient. Au Paléolithique récent, mais aussi au Néolithique, ce sont principalement des canines (dont celles supérieures du cerf mâle, nommé craches ou croches), ou des incisives de petits, moyens et grands mammifères. Elles étaient utilisées telles quelles, simplement munies d'un moyen d'attache ou de suspension [6]. Plus exceptionnellement des dents perforées ont été appointées pour devenir un outil. Au Magdalénien, il s'agissait de dents d'une morphologie spécifique, les incisives de cheval provenant de l'arcade dentaire centrale du maxillaire qui sont plus longues et larges que leurs homologues et présentent une symétrie régulière [7].

L'utilisation en outil de dents de morphologie particulière devient plus fréquente à partir du Mésolithique et du Néolithique avec notamment, les « défenses de sanglier », parfois débitées, et les incisives de castors. Ces dernières restent le plus souvent fixées dans le maxillaire, qui constitue ainsi une sorte de manche ; dans certains cas, une perforation dans le manche/maxillaire permet d'avancer la dent au fur et à mesure de son usure [8-10].

D'autres dents de très grands mammifères ont été choisies comme blocs de matière première pour être débitées en supports, comme les défenses de proboscidiens (incisives supérieures allongées pouvant atteindre chez les mammouths pour les plus grande 4,10 m de long pour un poids de 84 kg – [11]. Elles ne sont pas toujours choisies pour leur morphologie ou leur grande dimension mais, plus souvent pour l'homogénéité et la densité de leur structure qui permet notamment d'obtenir, par polissage, un lustré important. Cette qualité de l'ivoire a été particulièrement appréciée des Aurignaciens français (38 000 – 28 000 BP) pour la fabrication de petites perles en forme de panier, ou de fac-similés de craches de cerfs et de coquillages [12]. Les défenses de proboscidiens « ivoire vrai » - [13], traversées seulement par un minuscule canal nerveux, offrent également un bloc volumétrique de matière inégalable par rapport aux autres matières osseuses. Elles permettent ainsi de fabriquer des sculptures en ronde-bosse de grandes dimensions, dont des statuettes pouvant atteindre une trentaine de centimètres, comme l'Homme-Lion de Hohlenstein-Stadel [14]. Ainsi les Paléolithiques l'ont utilisé pour faire des sculptures ou des objets quotidiens ou symboliques de grandes dimensions (lances, broyeurs, pillons...), tels qu'on en connaît dans les sites d'Europe orientale [15, 16]. L'ensemble des qualités de l'ivoire de proboscidiens continue à être exploité régulièrement, ainsi que celui d'autres espèces (hippopotames, mammifères marins - morse, cachalot, narval...) dès l'âge de Bronze final et pendant les périodes protobyzantine, byzantine, romaine, médiévale et jusqu'au début du XX^{e} siècle, où l'ivoire sera remplacé par la bakélite (inventé dans les années 1930) et d'autres matières plastiques ou végétales d'apparence similaire.

Les bois de cervidés présentent aussi des morphologies spécifiques et variées selon les espèces [17]. Certains sont palmés offrant de grandes parties plates avec un tissu compact peu important (daim, élan, mégacéros) ; d'autres sont petits et étroits (chevreuil) ; d'autres encore présentent de longues tiges digitées dont le tissu compact peut dépasser aisément une dizaine de millimètres d'épaisseur (cerf, renne). Si certains bois présentent des dimensions importantes et des portions de perche/merrain

presque rectilignes, ils semblent recherchés davantage pour leurs caractéristiques structurelles et mécaniques que morphologiques. Certains outils comme les bâtons percés, les propulseurs, les gaines et les biseaux massifs, exploitent aussi parfois la forme naturelle en « T » ou en « Y » des embranchements entre le merrain/perche et l'un des andouillers.

Déterminer à partir de ces caractéristiques morphologiques et structurelles l'origine anatomique et taxinomique des matières osseuses exploitées est bien évidemment un atout pour l'analyse technologique des productions. Cela permet de mieux comprendre la gestion et l'économie de ces matériaux dans les sociétés du passé, mais nécessite, en particulier pour les os, une étroite collaboration avec les archéozoologues. Cette précaution permet d'éviter certains pièges à savoir d'interpréter des morphologies parfaitement naturelles de l'os, comme des aménagements anthropiques, à l'image par exemple des apophyses anconales sur l'ulna d'oiseau [18].

6.2.2 Fonction et caractéristiques mécaniques des matières choisies

On ne fait pas n'importe quel outil avec n'importe quelle matière dure animale ! Les premiers outils en matières dures animales du Paléolithique moyen européen sont en os ; il s'agit de retouchoirs (des éclats de diaphyses utilisés tels quels pour retoucher des éclats lithiques), de rares bifaces (dont la fonction reste inconnue). Depuis peu, s'y ajoutent des outils intermédiaires sur éclat d'os bruts [19] ainsi que quelques rares outils en coquillages, reconnus dans certains sites côtiers méditerranéens [20].

Le début du Paléolithique supérieur est, quant à lui, marqué par l'exploitation de nouvelles matières premières osseuses qui ne sont plus liées directement à la sphère alimentaire : le bois animal et l'ivoire. Néanmoins l'os continue à être très utilisé. Dans les séries aurignaciennes de 39 sites français étudiés par Ch. Leroy-Prost, l'outillage quotidien (lissoirs, retouchoirs, objets appointés...) est essentiellement fabriqué en os : 44,6 % (sur un total de 336 pièces identifiées), et seulement 4,4 % en bois animal ; toutefois la matière de la moitié des objets n'a pas été identifiée [21]. Des études plus récentes montrent que cet écart est confirmé, et même amplifié comme l'a fait apparaître l'étude d'E. Tartar sur 4 séries de l'Aurignacien ancien (93,6 % des outils quotidiens sont en os contre 6,4 % en bois animal sur un total de 771 pièces [5].

Le bois animal semble, lui,réservé à certaines catégories d'objets, essentiellement une nouvelle arme : la pointe de projectile, et très rarement à la fabrication de pièces intermédiaires biseautées et de bâtons percés. Les faits archéologiques sont très clairs. Pour l'Aurignacien, D. Liolios, confirme cette dichotomie os/domestique versus bois/cynégétique [22]. De même, dans l'étude d'E. Tartar[5], toutes les pointes de projectiles (230 pièces) sont en bois de cervidé et seulement 20 % des objets intermédiaires sont en bois animal (31 sur 154 outils). D'après l'analyse de H. Knecht sur 18 sites aurignaciens, 507 sur 523 pointes projectiles sont en bois de cervidé, une est en os et 15 restent indéterminées [23]. Enfin, d'après l'analyse de J.-M. Tejero sur 2 séries aurignaciennes françaises, seulement 3 pointes sur 314 sont fabriquées en os [24]. Pour l'Aurignacien espagnol les chiffres sont les mêmes. Toutes phases confondues, parmi quelques 200 pointes de projectiles recensées, seules 2 pièces sont en os et 2 en ivoire, le restant est en bois de cervidé [25].

Pourquoi, ces hommes modernes (*Homo sapiens*) arrivés en Europe il y a environ 40 000 ans ont-ils commencé à exploiter d'autres matières osseuses que l'os ? À cause de la faible minéralisation du bois animal comparé à l'os ? [26], ou parce que la résilience du bois animal à la fracture est deux fois plus élevée que celle de l'os [27] ? Sans connaître les propriétés physico-chimiques des matériaux choisis, telles que nous les appréhendons actuellement, les fabricants de cette époque devaient connaître empiriquement leurs propriétés mécaniques, par exemple pour avoir observé la résistance des bois utilisés lors des combats par les cervidés mâles en rut. De fait, l'exploitation du bois animal prend son envol avec les hommes aurignaciens. Certaines qualités de ce matériau (résistance à la compression, élasticité) ont été mises à profit pour fabriquer certains types d'outils, tandis que d'autres, majoritaires, sont toujours fabriqués sur os, comme l'ont montré les études de D. Liolios, E. Tartar et J.-M. Tejero [22,5, 24].

Dans l'état actuel de la recherche, cette dichotomie entre l'os utilisé pour l'outillage quotidien et le bois animal pour les pointes de projectiles semble se maintenir de manière plus au moins constante au cours du Paléolithique supérieur, comme le montrent les exemples représentés dans la Figure 1 issus de sites magdaléniens espagnols et français.

Pour cette même période, une catégorie d'outil domestique, les pièces biseautées intermédiaires, dérogent à cette constante, mais leur mode de fonctionnement en percussion indirecte explique le choix du bois de cervidé plutôt que de l'os pour ces outils ; ils doivent résister aux mêmes contraintes que les pointes de projectile : un choc violent. Néanmoins, E. Tartar a mis en évidence, à l'Aurignacien, l'existence d'une nouvelle catégorie d'objets intermédiaires en os largement dominant : de « simples » éclats d'os bruts naturellement biseautés utilisés tels quels en percussion indirecte. Ainsi, sur 3 sites (Castanet, Brassempouy et Gatzaria) les pièces intermédiaires sont majoritairement en os avec 123 exemplaires contre 31 exemplaires en bois de cervidé sur ces mêmes sites [5]. Ce dernier cas, nous montre que ce schéma général énoncé, même s'il est valable dans les grandes lignes, n'est pas exclusif d'une période ou une région géographique. La réalité archéologique est toujours complexe et il convient de ne pas oublier qu'au-delà des faits constatés dans la plupart des gisements préhistoriques, il existe toujours des choix inexpliqués en termes d'adaptation à une fonction ou aux caractéristiques mécaniques d'une matière première.

On observe, en tout cas en Europe occidentale, une dichotomie fonctionnelle dans l'utilisation de l'os et du bois. Selon les technologues, elle serait en relation avec les caractéristiques morpho-structurelles nécessaires au fonctionnement de l'outil. Les études des séries archéologiques font ressortir que le bois animal est reconnu pour sa bonne adaptation à la fabrication d'outils devant résister à des chocs ou à une pression forte dans l'axe longitudinal (projectiles, outils intermédiaires, merlins et compresseurs...). L'os, lui, serait préférable pour une utilisation en pression, comme dans le cas des outils perforants (poinçons, alènes ou aiguilles), malgré sa faible résistance dans l'axe longitudinal [28] ; la caractéristique exploitée est alors l'importante minéralisation de l'os qui permet de maintenir la pointe de l'outil acérée. Il existe toutefois des exceptions en particulier dans le domaine du travail de la pierre : les compresseurs en bois de cervidé pour la retouche par pression et des retouchoirs

en os pour détacher des éclats par percussion. L'ivoire, quant à lui, est en Europe occidentale principalement choisi pour des objets appartenant au monde symbolique (des parures et objets d'art mobilier, parfois de grande dimension). Ce dernier constat est fort probablement lié à la relative rareté de ce matériau dans nos latitudes. En Europe orientale c'est l'inverse, le bois cervidé est rare et, sauf exception, l'ivoire est intensément utilisé pour fabriquer en premier lieu des outils, et secondairement des pointes de projectiles devant résister à un choc [15].

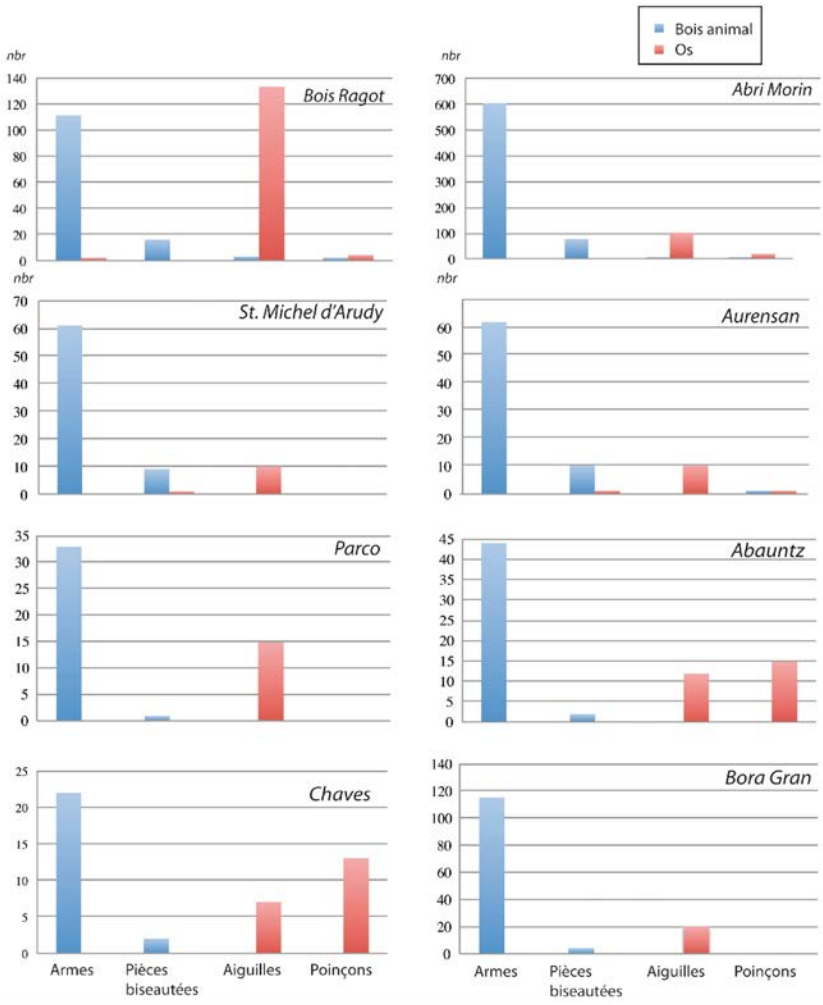


Figure 1 – Répartitions des matières premières selon les catégories d'outils dans différents sites magdaléniens français et espagnols. Les outils dont le fonctionnement est en percussion directe ou indirecte sont majoritairement en bois de cervidé (Bois Ragot d'après Christensen et Chollet, [56] ; St. Michel d'Arudy d'après Pujol, [57], L'abri Morin d'après Descombes, [58] et Aurensan d'après Baumann, [59] ; Parco, Abauntz, Chaves et Bora Gran d'après Tejero [60].

D'un point de vue fonctionnel, nos connaissances sur les propriétés mécaniques des matières osseuses des outils, restent souvent très générales, faute d'études précises.

Un des premiers qui se soit intéressé à ces qualités dans le but de répondre à une problématique archéologique est A. Albrecht en 1977 [28] pour les pointes de projectiles paléolithiques ; puis, A. Macgregor en 1983 [29] tente d'expliquer la préférence du bois animal à l'os dans certaines productions des périodes plus tardives.

Ce questionnement réapparaîtra dans les années 1990 afin de mieux comprendre les techniques de transformation des matières osseuses, mais il est alors davantage orienté vers l'histologie [3, 22, 23, 30, 31].

Mieux connaître ces caractéristiques, c'est aussi mieux comprendre les choix effectués par les sociétés du passé. Des recherches en biomécanique sont très développées dans le domaine médical et biologique, et concernent le rôle des os et de leurs propriétés dans le corps vivant. Des recherches en pointe sur le bois animal sont également en cours [27,32-35]. Il serait intéressant de profiter de ces avancées en Préhistoire. De même, des recherches devraient être entreprises concernant les qualités mécaniques des différentes matières osseuses selon leur état (sec, humide...) et leur contexte climatique d'utilisation et de conservation. Cette voie de recherche pourrait permettre de mieux comprendre la résistance des outils dans leurs différentes modes de fonctionnement, leur durée de vie et leur gestion.

6.2.3 La taphonomie et ses pièges

Les matières osseuses sont constituées d'une fraction de matière minérale et organique. Elles sont donc soumises aux lois de la conservation différentielle et vouées à la destruction. Les contextes d'exposition et d'enfouissement jouent un rôle important sur leur conservation (fossilisation), mais aussi sur leur état de modification par des agents abiotiques ou biotiques non anthropiques (*cf.* Partie « Taphonomie, diagenèse » de cet ouvrage). De fait, l'équipement retrouvé en contexte archéologique ne constitue qu'une partie de celui qui a réellement existé. De plus, les déchets et les éléments bruts semblent davantage exposés à ces altérations que les objets façonnés [36]. Il apparaît ainsi, sans que l'on puisse précisément l'expliquer pour le moment, qu'une surface travaillée par des techniques faisant intervenir une pression pour enlever la matière (*cf. infra*) sera moins sujette à ces altérations qu'une surface brute (Figure 2).



Figure 2 – Exemple de conservation différentielle des surfaces brutes et travaillées. a) Outil spatulé du site « 2 »Ruta Sur (région Magellan, Chili), site de chasseurs-cueilleurs tardifs (≈ 1 600 BP). Fouille M. San Roman. © M. Christensen b) détail de la surface osseuse : à droite un pan de sillon produit par le rainurage et à gauche la surface naturelle de l'os dans la cavité médullaire. © M. Christensen

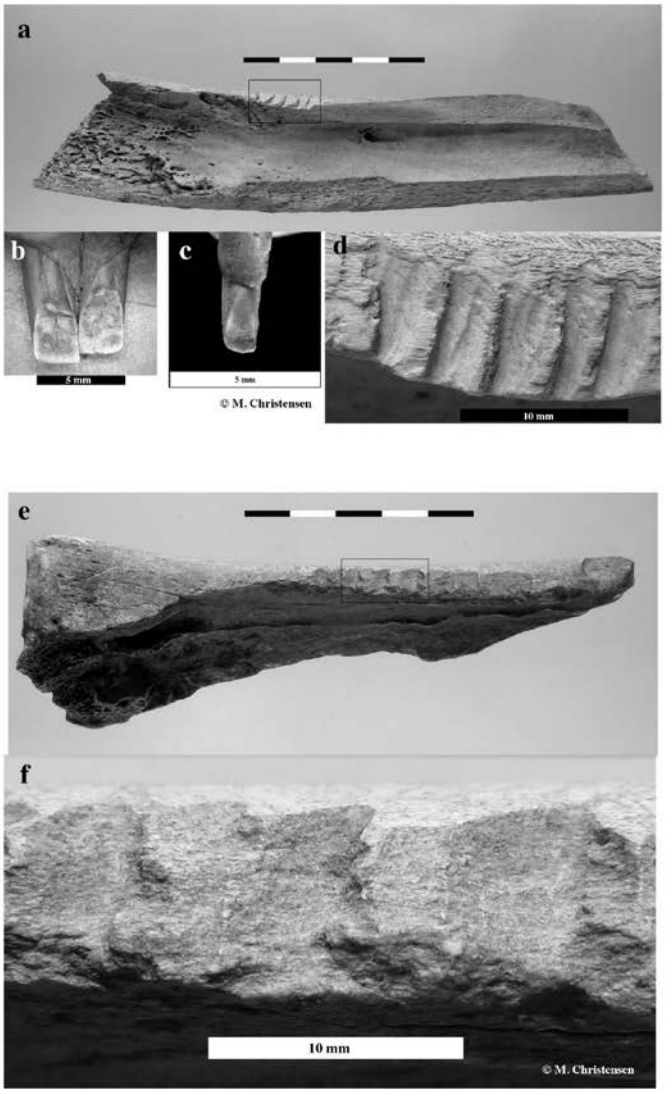


FIGURE 3 – Exemples d'os de guanaco grignotés par des rongeurs (*Ctenomyssp.* ou Cricetidae) provenant de Ponsonby (région Magellan, Chili), site de chasseurs-cueilleurs anciens (4 200 BP) : a) Éclat de tibia partiellement rongé ; b) incisives supérieures de *Ctenomys sp.* ; c) incisive d'un petit rongeur (Cricetidae) ; d) marques produites par les incisives supérieures d'un rongeur. Au centre des enlèvements, on remarque un petit sillon laissé par l'espace interstitiel entre les deux incisives lorsque l'animal attaque le bord du pan de fracture anthropique de face ; e) fragment de métatarse rongé ; f) détail de la partie rongé : l'animal a attaqué le bord de l'os en oblique et l'espace interstitiel entre les deux incisives est absent ou invisible ; ces traces peuvent à l'œil nu être confondues avec les stigmates laissés par un outil utilisé en entaillage. © M. Christensen

La lecture technologique des objets peut ainsi être sérieusement brouillée par ces altérations qui peuvent aller jusqu'à effacer ou rendre illisibles les traces de transformation anthropiques (*ibid*). Il est donc indispensable de connaître ces modifications non anthropiques afin de ne pas les confondre avec les traces anthropiques (Figure 3). Une approche combinée est donc très recommandable. Ainsi, l'analyse taphonomique et la lecture technique des éclats d'os gravés du Paléolithique moyen ont permis à F. d'Errico et P. Villa de supprimer leur statut d'objet d'art : leurs tracés géométriques interprétés initialement comme un décor anthropique sont simplement des traces de canaux vasculaires (Pech de L'Aze, Cueva Morin...) [37]. Ces chercheurs ont aussi démontré que des objets provenant de certains sites (Vaufrey, Camiac ou encore Pech de L'Aze...), interprétés comme des poinçons moustériens, sont en réalité des os dont la morphologie appointée résulte accidentellement de phénomènes sédimentaires et chimiques et non de l'action de l'homme [38]. De même, la perforation de certaines « pendeloques » serait produite par une « simple » action chimique [39].

6.3 Des techniques de transformation adaptées à une matière fibreuse

A. Leroi-Gourhan, dans son livre « L'homme et la matière » publié en 1943 [40], présentait les matières osseuses comme faisant partie des solides stables que l'on ne peut travailler que par enlèvement de matière (à la différence des matériaux plus plastiques que l'on peut déformer). Les caractéristiques physiques des solides stables leur permettent d'être travaillées par percussion, tout comme la pierre (un solide stable, lui aussi). Toutefois, à la différence de la pierre, les matières osseuses présentent une constitution proche des solides fibreux (bois, écorce. . .) qui permet de les travailler par d'autres procédés comme l'enlèvement contrôlé de matière. En simplifiant à l'extrême, les matières osseuses ont une structure fibrillaire principale orientée dans le sens longitudinal de l'os et du bois (également radiale pour l'ivoire « vrai »). Par conséquent, toute modification de ces blocs de matières premières doit se faire en séparant, en cassant, en coupant ou usant ces fibres osseuses au moyen d'une force, qui peut être une percussion, c'est à dire un choc, ou une pression dynamique, c'est à dire d'une pression associée à un mouvement. Ces deux opérations peuvent être réalisées à l'aide d'un outil présentant une partie active surfacique, linéaire ou pointue.... Le mode d'application de la force, l'outil et le geste constituent ce que certains appellent une technique, au sens le plus retreint d'une d'action élémentaire sur la matière [41,42] ; d'autres préfèrent le terme de modalité d'action ou d'exécution [43,44].

En Europe, au Paléolithique inférieur et moyen, la technique utilisée pour transformer les matières osseuses est identique à celle de la pierre : la percussion. Au début du Paléolithique supérieur d'importantes innovations techniques apparaissent. Dorénavant les matières osseuses vont être transformées par des modalités d'actions beaucoup plus variées et plus adaptées à leurs caractéristiques structurelles. Toutefois, cette image un peu radicale est actuellement discutée par certains chercheurs qui tendent à contester cette vision d'une rupture technique du travail des matières osseuses entre le Paléolithique moyen et le Paléolithique supérieur [22,45].

6.3.1 Frapper, couper et frotter

Comment connaître les techniques de transformation des matières osseuses aux différentes époques du passé ?

Nous pouvons les identifier par une lecture des stigmates techniques sur les objets travaillés, c'est à dire par les marques de travail empreintes plus ou moins profondément dans la surface osseuse. Certaines témoignent de techniques qui ont coupées les fibres osseuses, d'autres qui les ont séparées dans le sens longitudinal ; d'autres encore ont agi à la surface des fibres en supprimant des petites particules de matière par usure... (Figure 4). À partir de ces stigmates, une véritable nomenclature a été proposée [46]. Elle classe les techniques d'après la manière dont ils agissent sur la matière selon les propositions d'A. Leroi-Gourhan en « percussion lancée » et « percussion posée ». Toutefois une percussion est lancée par définition [47] et on tend actuellement à remplacer le terme de « percussion posée » par celui de « pression ». Quoi qu'il en soit, ces différentes techniques peuvent être utilisées alternativement ou successivement dans une chaîne opératoire de fabrication, mais certaines conviennent davantage au débitage, et d'autres au façonnage d'un support préalablement débité.

Ainsi, les matières osseuses peuvent être travaillées par percussion, directe ou indirecte, effectuée à l'aide d'un outil à partie active tranchante, appointée, plane ou arrondie... ce qui amène à entailler des fibres et à supprimer des copeaux de matière ; à éclater de manière contrôlé ou non l'architecture de l'os, en propageant une force qui file le long des fibres, ou encore à détacher des éclats selon le principe d'une vraie fracture conchoïdale.

Elles peuvent aussi être travaillées en exerçant une pression dynamique : dans ce cas les modalités de suppression de matières sont diverses selon la morphologie de la partie active (piquant ou tranchant dièdre, trièdre,...), la position de l'outil par rapport aux fibres osseuses (parallèle, perpendiculaire ou oblique) et selon le mouvement (unidirectionnel ou en va-et-vient). Mais elles ont toutes en commun de couper les fibres osseuses d'une manière ou une autre.

Enfin, on peut les user par frottement contre un élément abrasif.

L'ensemble des techniques produit des résidus de dimensions et de morphologies différentes. Ainsi, chaque technique laisse des stigmates caractéristiques que l'on peut identifier par analogie à l'aide de référentiels expérimentaux.

Ce sont essentiellement les techniques faisant appel à la pression dynamique qui seront ensuite améliorées, et surtout régularisées, par la mécanisation de l'action, à l'aide de l'archet à partir du Mésolithique et surtout du Néolithique, ou plus tard avec le tour, très employé dans les sociétés urbanisées. De même, l'utilisation des outils en métal facilitera la manufacture d'objets en matière osseuse. Avec le temps, les objets réalisés seront de plus en plus stéréotypés et standardisés par la production mécanisée en série.

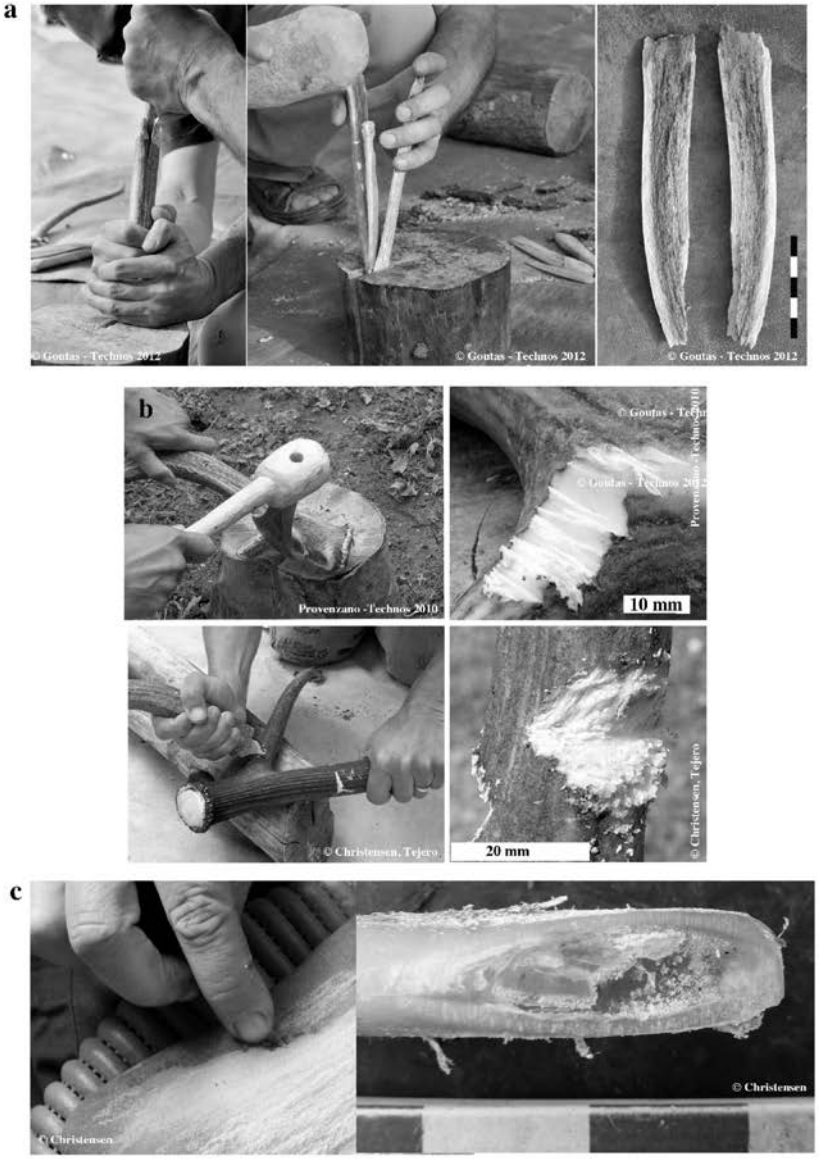


Figure 4 – exemples de travail de la matière osseuse, gestes et stigmates : a) Séparation longitudinale des fibres osseuses : le fendage du bois de renne est obtenu par une percussion indirecte. Cette technique produit un pan de fracture (image à droite), © Goutas - Technos 2012. b) Sectionnement perpendiculaire des fibres osseuses par entaillage : en haut à gauche avec une hache en bronze montée en herminette, en bas avec un outil lithique emmanché dans un tronçon de bois de cerf. A droite, les stigmates (pans de coupe ou négatifs d'enlèvements) ne présentent pas le même aspect selon la matière première de l'outil, © Christensen et Tejero, Provenzano - Technos 2010. c) Usure des fibres osseuses par frottement contre une pierre grenue. Cette abrasion produit des stries qui sont bien parallèles entre elles. © M. Christensen.

6.3.2 Traitement du tissu compact et ses conséquences

Qu'elles soient travaillées avec des outils en pierre ou en métal, les matières dures d'origine animale résistent de manière différentielle à la transformation. Ainsi l'ivoire est plus résistant que l'os ou le bois de cervidé [47].

Cependant certains traitements pourraient avoir été utilisés pour faciliter leur travail comme l'indiquent certains écrits pour les périodes antiques (voir MacGregor [48]). Des tests expérimentaux ont ainsi été menés par les préhistoriens pour tester l'efficacité de traitements par la chaleur, la vapeur, le froid, le trempage dans des solutions diverses acides ou basiques... [48,50-54]. Dans le cas de l'os et de l'ivoire frais, le trempage s'est révélé d'une efficacité très faible, seule la couche très superficielle étant affectée par le traitement (Figure 5). Par contre, sur l'ivoire subfossile à la matière organique déjà altérée, l'expérimentation montre que l'amélioration est assez nette, dès les premières heures de trempage [48, 55]. Dans le cas du bois de cervidé un trempage à l'eau est très efficace, peut-être en raison de sa structure binaire : tissu compact/tissu spongieux. Mais comme notre propre expérience l'a montré sur du bois de caribou, ce traitement est inutile sur un bois frais (travaillé immédiatement après la mue).

Dans tous les cas, ces traitements ne peuvent être démontrés que par « la concordance entre stigmates expérimentaux et stigmates archéologiques... » [3].

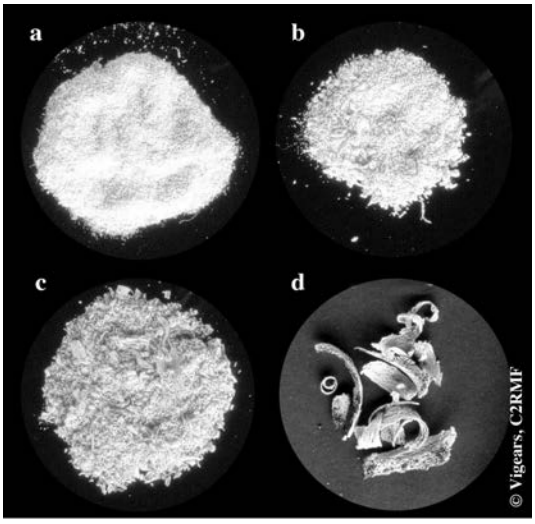


FIGURE 5 – Résidus de travail produits par le raclage de l'ivoire de proboscidiens dans différents états. a) Ivoire d'éléphant sec ; b) ivoire d'éléphant trempé ; c) ivoire de mammouth non altéré sec ; d) ivoire de mammouth subfossile trempé (d'après Christensen, 1999). Seul le trempage à l'eau de l'ivoire subfossile (d) a un réel effet de sur la matière en le rendant plus tendre à travailler, ce qui permet de produire de vrais copeaux de matière. © Vigears, C2RMF.

6.4 Conclusions

Pendant longtemps, l'industrie en os fut simplement utilisée comme un marqueur chronologique. Elle passait alors par une approche descriptive (typologique) destinées à identifier différentes phases culturelles. Depuis une dizaine d'années, les études de technologie osseuse, bien en retard sur les recherches en technologie lithique, se sont considérablement développées, en particulier pour les périodes préhistoriques. Elles prennent en compte l'ensemble de la chaîne opératoire technique, depuis la recherche des matériaux jusqu'à la production des objets, leur utilisation et leur abandon. L'intégration de ces données aux différents domaines d'activités des sociétés du passé a ainsi permis une avancée significative dans nos connaissances sur les systèmes socio-économiques et culturels de ces populations, mais bien des aspects de cet artisanat restent à découvrir.

Remerciements

Tous nos remerciements vont à N. Goutas (UMR 7041) et à N. Provenzano (UMR 5140) pour leurs commentaires sur les premières versions de ce texte ; ainsi qu'à M. San Roman (CEHA, Inst. de la Patagonie) pour nous avoir autorisé à illustrer certains propos avec des objets inédits issus de ses fouilles.

Bibliographie

[1] M. Feugère, P. Prevot, « Les matières dures animales (os, bois de cerf et ivoire) dans la vallée de l'Hérault : production et consommation » dans Le travail de l'os, du bois de cerf et de la corne à l'époque romaine : un artisanat en marge ? ed. I. Bertrand, Monographies Instrumentum 34, Montagnac,p. 231-268, 2008.

[2] A. Choyke, « Bonetools for a lifetime :experience and belonging »dans Normes techniques et pratiques sociales. De la simplicité des outillages pré- et protohistoriques, XXVIe rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes, ed. L. Astruc, F. Bon, V. Léa, P.-Y. Milcent, S. Philibert, APDCA, Antibes, p. 49 - 60, 2006.

[3] A. Averbouh, « Technologie de la matière osseuse travaillée et implications palethnologiques. L'exemple des chaînes d'exploitation du bois de cervidé chez les Magdaléniens des Pyrénées », thèse de l'université de Paris I - Panthéon-Sorbonne, juin 2000.

[4]R. Barone, Anatomie comparée des mammifères domestiques, t.1 ostéologie, 3ème édition,Vigot Frères, Paris, 428 pages, 1986 [1966].

[5]E. Tartar, « De l'os à l'outil : caractérisation technique, économique et sociale de l'utilisation de l'os à l'Aurignacien ancien. Étude de trois sites : l'Abri Castanet (secteurs nord et sud), Brassempouy (Grotte des Hyènes et Abri Dubalen) et Gatzarria », thèse de l'Université de Paris I - Panthéon-Sorbonne, mai 2009.

[6]Y. Taborin, Langage sans parole. La parure aux temps préhistoriques, éditions La Maison des Roches, Paris, 221 pages, 2004.

[7]A.-L. Méreau, « Les dents animales perforées : nouvelles perspectives fonctionnelles. Étude de quatre sites pyrénéens (Isturitz, Le Mas d'Azil, Arudy et Gourdan) », thèse de l'Université de Paris I - Panthéon-Sorbonne, mars 2012.

[8]B. Marquebielle, « L'industrie osseuse des niveaux du Mésolithique récent au Cuzoul de Gramat (Lot) ». Mémoire de Master II de l'Université de Toulouse II - le Mirail, juin 2008.

[9]Y. Maigrot, « Etude technologique et fonctionnelle de l'outillage en matières dures animales : La station 4 de Chalain (Néolithique final, Jura, France) », thèse l'Université de Paris I - Panthéon-Sorbonne, mai 2003.

[10]I. Clemente, E. Y. Gyria, O. V. Lozovzska, V. M. Lozovski, « Análisis de instrumentos en costilla de alce, mandíbulas de castor y caparazón de tortuga de Zamostje 2 (Rusia) » dans Functional Analysis : Its Application to the Study of Prehistoric Societies, eds. I. Clemente, R. Risch, J. F. Gibaja, BAR International Series 1073, p. 187-198, 2002.

[11]B. Lister, P. Bahn, Encyclopédie complète des Mammouths, éditions Delachaux et Niestlé, Genève, 167 pages, 1995.

[12]R. White, La parure en ivoire des hommes de Cro-magnon, Pour la Science/dossier. 43, avril –juin, 97-103, 2011.

[13]F. Poplin, « Délitage et débitage dans le travail de l'ivoire vrai sur des exemples du début du Paléolithique supérieur » dans Le travail et l'usage de l'ivoire au Paléolithique supérieur, Actes de la Table Ronde, Ravello, 29-31 mai 1992, eds. J. Hahn, M. Menu, Y. Taborin, P. Walter, F. Widemann, Istitutopoligrafico e Zecca delStato, Roma, p. 17-28, 1995.

[14]J. Hahn, Aurignacian signs, pendants and art objects in Central Eastern Europe. World Archeology.3, 252-256, 1972.

[15]N. Goutas, « De Brassempouy à Kostienki : l'exploitation technique des ressources animales dans l'Europe gravettienne » dans Les Gravettiens, ed. M. Otte, Errance, Actes Sud, Paris, p. 105-160, 2013.

[16]G. A. Khlopatchev, Les techniques de débitage de l'ivoire dans les sites de la plaine russe au Paléolithique supérieur (25 000 – 13 000 av. J.C.).Préhistoire Européenne. 16-17, 215-230, 2000/2001.

[17]R. J. Goss, Deerantlers : regeneration, function, and evolution, AcademicPress, New York, 316 pages, 1983.

[18]J.-B. Mallye, V. Laroulandie, « L'exploitation des petits animaux et les pièges de l'os : exemples chez les oiseaux et les mustélidés » dans Du complément alimentaire aux ressources utilitaires, XXIVe rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes, eds. J.-P. Brugal, J. Desse, APDCA, Antibes, p. 185-190, 2004.

[19]E. Tartar, The recognition of a new type of bonetools in Early Aurignacian assemblages : implications for understanding the appearance of osseous technology in Europe. Journal of Archaeological Science. 39, 2348-2360, 2012.

[20]K. Douka, E. Spinapolice, Neanderthal shell tool production : evidence from Middle Palaeolithic Italy and Greece. Journal of Word Prehistory. 25(2), 45-79, 2012.

[21]Ch. Leroy-Prost, L'industrie osseuse aurignacienne, essai de classification : Poitou, Charente Périgord. Gallia Préhistoire. 18(1), 65-156, 1975.

[22]D. Liolios, « Variabilité et caractéristiques du travail des matières osseuses au début de l'Aurignacien : approche technologique et économique », thèse de doctorat de l'Université de Paris X, Nanterre, 1999.

[23]H. Knecht, « Technological inovation and design during the Early Upper Paleolithic : A Study of Organic Projectile Technologies », Ph. D. Thesis, New York University, May 1991.

[24]J.-M. Tejero, Towards Complexity in Osseous Raw Material Exploitation by the First Anatomically Modern Humans in Europe : Aurignacian Deer Antler Working. Journal of Anthropological Archaeology (36) : 72-92, 2014.

[25]J.-M. Tejero, « La explotación de las materias duras animales en el Paleolítico superiorinicial. Una aproximación tecno-económica a las producciones óseas auriñacienses en la Península Ibérical », thèse UNED. Madrid, octubre 2010.

[26]J. D. Currey, Mechanical properties of bone with greatly differing functions. Journal of Biomechanics. 12, 313-319, 1979.

[27]P.Y. Chen, A. Y. Chen. M. Lin, Y.-S. Lin, Y. Seki, A. G. Stokes, J. Peyras, E. A. Olevsky, M. A. Meyers, J. McKittrick, Comparison of the structure and mechanical properties of bovine femur bone and antler of the North American elk (Cervuselaphus canadensis), Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Material. 1, 208–226, 2008.

[28]G. Albrecht, « Testing of Materials as Used for Bone Points of the Upper Palaeolithic » dans Méthodologie appliquée à l'industrie de l'os préhistorique. Deuxième colloque international sur l'industrie de l'os dans la Préhistoire, Abbaye de Sénanque, 1976, ed. H. Camps-Fabrer, Aix-en-Provence, Paris, p. 119-126, 1977.

[29]A. Mac Gregor, J. Currey, Mechanical Properties as Conditioning Factors in the Bone and Antler Industry of the 3rd to the 13th Century AD.Journal of Archaeological Science. 10, 71 -77, 1983.

[30]R. White, « Ivory Personal Ornaments of Aurignacian Age : Technological, Social and Symbolic Perspectives » dans Le travail et l'usage de l'ivoire au Paléolithique supérieur, Actes de la Table Ronde, Ravello, 29-31 mai 1992, eds. J. Hahn, M. Menu, Y. Taborin, P. Walter, F. Widemann, Istituto poligrafico e Zecca del Stato, Roma, p. 29-62, 1995.

[31]M. Christensen, « Le travail et l'usage de l'ivoire au Paléolithique supérieur : tracéologie des outils en silex et caractérisation chimique des polis d'utilisation », thèse de Doctorat de l'Université de Paris I - Panthéon-Sorbonne, 1996.

[32]S. R. Shaha, J. D. DesJardins, R. W. Bloba, Antler stiffness in caribou (Rangifer tarandus) : Testing variation in bon ematerial properties between males and females. Zoology. 111, 476–482, 2008.

[33]S. Krauss, P. Fratzl, J. Seto, J. D. Currey, J. A. Estevez, S. S. Funari, Inhomogeneous fibril stretching in antler starts after macroscopic yielding : indication for a nanoscale toughening mechanism. Bone. 44, 1105–1110, 2009.

[34]M.E. Launey, P. Y. Chen, J. McKittrick, R. O. Ritchie, Mechanistic aspects of the fracture toughness of elk antler bone. Acta Biomater. 6, 1505–1514, 2010.

[35]T. Landete-Castillejos, J. D. Currey, J. A. Estevez, Y. Fierro, A. Calatayud, F. Ceacero, A. J. Garcia, L. Gallego, Do drastic weather effects on diet influence changes in chemical composition, mechanical properties and structure in deer antlers ? Bone. 47, 815–825, 2010.

[36]A. Averbouh, M. Christensen, C. Letourneux, « Altérations taphonomiques et industrie osseuse : quelle approche pour quel objectif ? Le cas de la dissolution et de son action sur les vestiges en matière osseuse travaillée » dans Mise en commun des approches en taphonomie, Actes du Workshop 16 du XV^{ème} Congrès de l'UISPP, ed. C. Thiébaut, M.-P. Coumont, A. Averbouh, Lisbonne, Supplément à Paléo, 3, p. 65-74, 2010.

[37]F. d'Errico, P. Villa, Holes and grooves : the contribution of microscopy and taphonomy to the problem of art origins. Journal of Human Evolution. 33, 1-31, 1997.

[38]P. Villa et F. d'Errico, « Les pointes en os et en ivoire du Paléolithique inférieur et moyen. Implications pour les capacités technologiques et cognitives des premiers habitants de l'Europe » dans Approches fonctionnelles en Préhistoire, XXV^{ème} congrès préhistorique de France, Nanterre, ed. P. Bodu et C. Constantin, SPF, p. 15-44, 2004.

[39]F. d'Errico, P. Villa, Nouvelle analyse des os gravés et perforés du Paléolithique Inférieur et Moyen, implications pour l'origine de la pensée symbolique, PALEO, 10, 265 – 285, 1998.

[40]A. Leroi-Gourhan, Évolution et techniques : I, L'homme et la matière, Albin Michel, Paris, 2ème édition, 348 pages, 1971 [1943].

[41]J. Tixier, « Procédés d'analyse et questions de terminologie concernant l'étude des ensembles industriels du Paléolithique récent et de l'épipaléolithique dans l'Afrique du Nord-Ouest », dans Background to Evolution in Africa, Proceedings of the symposium Systematic Investigation of the African Later Tertiary and Quaternary, Burg-Wartenstein, Austria, 1965, eds. W. W. Bishop, J.D. Clark, University of Chicago Press, Chicago, p. 771-820, 1967.

[42]J. Pelegrin, « Les techniques de débitage laminaire au Tardiglaciaire : critères de diagnose et quelques réflexions », dans L'Europe centrale et septentrionale au Tardiglaciaire, table ronde de Nemours, Mémoires du Musée de Préhistoire d'Ile-de-France, eds. B. Valentin, P. Bodu, M. Christensen, Ed. APRAIF, Nemours, p. 73-86, 2000.

[43]N. Pigeot, M. Philippe, « Bases documentaires et méthodologiques »,éd N. Pigeot, Paris, *Gallia-Préhistoire*, XXXVII supplément, CNRS, p. 31-40, 2004.

[44]B. Valentin, Jalons pour une Paléohistoire des derniers chasseurs,(XIVe-VIe millénaire avant J.-C.), Cahiers archéologiques de Paris 1, no.1. Publications de la Sorbonne, Paris, 325 pages, 2008.

[45]E. Tartar, Réflexion autour de la fonction des retouchoirs en os de l'Aurignacien ancien. Bulletin de la Société Préhistorique Française. 109, 1, 1 – 15, 2012.

[46]A. Averbouh, N. Provenzano, Propositions pour une terminologie du travail préhistorique des matières osseuses : I – les techniques. Préhistoire et Anthropologie méditerranéennes, Aix-en-Provence. 7, 5-25, 1998/1999.

[47]http ://atilf.atilf.fr/tlf.html Site consulté en Décembre 2012

[48]M. Christensen, Technologie de l'ivoire au Paléolithique supérieur. Caractérisation physico-chimique du matériau et analyse fonctionnelle des outils de transformation. BAR International Series no. 751,Oxford, 1999.

[49]A. Macgregor, Bone, Antler, Ivory and Horn, the Technology of Skeletal Matérials since the Romain Period, Croom-Helm, Londres et Sydney, 245 pages, 1985.

[50]A. Billamboz, L'industrie en bois de cerf en Franche-Comté au Néolithique et au début de l'Âge du Bronze.Gallia Préhistoire. 20, 1, 91-176, 1977.

[51] D.V. Campana, Natufian and Protoneolithic Bone Tools. The Manufacture and Use of Bone implements in the Zagros and the Levant, BAR International Series494, Oxford, 156 pages, 1989.

[52] J. Desse, G. Rodriguez, « Copeaux de matière osseuse obtenus lors du façonnage de bois de cervidés » dans L'industrie en os et bois de cervidé durant le Néolithique et l'Age des Métaux : 2, ed. H. Camps-Fabrer, Editions du CNRS, Paris, p. 106-111, 1982.

[53]A. Pawlick, « Ivory Experimentation in Use-wear Analysis", dans Le travail et l'usage de l'ivoire au Paléolithique supérieur, Actes de la Table Ronde, Ravello, 29-31 mai 1992, eds. J. Hahn, M. Menu, Y. Taborin, P. Walter, F. Widemann, Istituto poligrafico e Zecca del Stato, Roma, p.245 – 258, 1995.

[54]G. Osipowicz, « Bone and Antler. Softening techniques in prehistory of the NorthEastern part of the Polish Lowlands in the light of experimental archaeology and micro trace analysis », euroREA. Journal for (Re)construction and Experiment in Archaeology 4, HradecKrálové, EXARC, 11-20, 2007.

[55]G. A. Khlopachev,E. Y. Girya, Secrets of ancient carvers of eastern Europe and Siberia : Treartment techniques of ivory and reindeer antler in the Stone Age. Based on archaeological and experimental data, Nauka, Saint Petersburg, 144 pages, 2010

[СекретыдревнихкосторезоввосточнойЕвропы и Сибири :Приемыобработкибивнямамонта и рогасеверногооленя в каменномвеке. Поархеологическим и экспериментальнымданным, Наука, СПБ].

[56]M. Christensen, A. Chollet, « L'industrie sur bois de cervidé et os des niveaux magdaléniens et aziliens de Bois-Ragot : étude préliminaire » dans La grotte du Bois Ragot à Gouex (Vienne), Magdalénien et Azilien, Essais sur les hommes et leur environnement, eds. A. Chollet, V. Dujardin, Mémoire de la Société Préhistorique Française XXXVIII, p. 223-260, 2005.

[57]E. Pujol, « L'exploitation des matières osseuses chez les Magdaléniens de Saint-Michel d'Arudy (Pyrénées-Atlantiques). Caractérisation des schémas de production par l'approche technologique du matériel osseux », Mémoire de Master II de l'Université de Paris I – Panthéon-Sorbonne, juin2009.

[58]V. Descombes, « L'abri Morin : approche technologique d'une industrie osseuse magdalénienne », Maîtrise de préhistoire, Université Paris X-Nanterre, 1993.

[59]M. Baumann, « Étude typo-technologique de l'industrie en matières dures animales du site d'Aurensan (Grotte inférieure, Hautes-Pyrénées) », Mémoire de Master I de l'Université de Paris I - Panthéon-Sorbonne, septembre, 2006.

[60]J.-M. Tejero, El aprovechamiento no alimentario de las materias duras animales en la vertiente sur pirenaica durante el Tardiglaciar. Una visión de síntesis. Espacio, Tiempo y Forma. Serie I Prehistoria.16-17, 99-117, 2003-2004.