



HAL
open science

Les industries osseuses du Pléistocène et leur pertinence pour discuter de l'évolution culturelle de notre lignée

Luc Doyon

► **To cite this version:**

Luc Doyon. Les industries osseuses du Pléistocène et leur pertinence pour discuter de l'évolution culturelle de notre lignée. Archéologie et Préhistoire. Université de Bordeaux, 2022. tel-03925702

HAL Id: tel-03925702

<https://shs.hal.science/tel-03925702v1>

Submitted on 5 Jan 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Mémoire présenté pour l'obtention d'une
HABILITATION À DIRIGER DES RECHERCHES

Université de Bordeaux
École doctorale 304 – Sciences et environnements

Par Luc DOYON

**Les industries osseuses du Pléistocène et
leur pertinence pour discuter de l'évolution culturelle de notre lignée**

Soutenu le 13 décembre 2022

Devant un jury composé de :

François BON, Professeur des Universités, Université de Toulouse – Jean Jaurès
Isabelle CREVECOEUR, Directrice de recherche, Université de Bordeaux
Francesco d'ERRICO, Directeur de recherche, Université de Bordeaux
Jose Maria FULLOLA PERICOT, Catedràtic d'Universitat, Universitat de Barcelona
Jacques JAUBERT, Professeur des Universités, Université de Bordeaux
Marie-Hélène MONCEL, Directrice de recherche, Muséum National d'Histoire Naturelle
Fabio NEGRINO, Professore associato, Università di Genova
Isabelle SIDERA, Directrice de recherche, Université Bordeaux-Montaigne

rapporteur
examinatrice
garant
examinateur
président
rapporteur
rapporteur
examinatrice

AVANT-PROPOS

*« You can't really know where you are going
until you know where you have been. »*

– Maya Angelou
22 janvier 1997

Le mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches est en quelque sorte l'occasion de faire le point sur mon parcours professionnel et académique dans le but de porter un regard sur le futur à la lumière d'une synthèse sur le thème de recherche et l'objet d'étude qui me passionnent. Après huit années d'exercice en gestion des opérations et logistique, je me suis retrouvé, en 2008, face à la nécessité de faire un choix professionnel difficile. La crise financière globale faisant rage et ennuyé par l'aspect répétitif de mon activité, je décide alors de profiter de cette occasion pour effectuer une reconversion professionnelle. Maniant les concepts mathématiques avec facilité et toujours curieux de découvrir le monde – pendant ces huit années, j'ai séjourné au Liban, en Chine, aux États-Unis et dans différentes villes canadiennes – j'ai fait le choix de m'inscrire à une double-licence en démographie et géographie humaine dispensée par l'Université de Montréal. Or, devant jongler avec les horaires du travail à temps plein et des études à temps partiel, lors de la première année, les cours offerts en soirée étant limités, j'ai dû faire ma sélection parmi les cours en option. C'est donc de manière complètement fortuite que je coche la case du cours « ANT1902 – Éléments d'anthropologie » donné par M. Roland Viau. Pendant les 45 heures qu'a duré ce cours, je découvre un monde fascinant où l'Humain est observé par des faisceaux convergents d'indices, conformément à la tradition boasienne d'Amérique du Nord, tant biologique, qu'ethnologique, linguistique ou encore archéologique. Il n'en fallait pas plus pour me convaincre de mettre un terme à ma carrière dans le monde des affaires et de dédier la totalité de mes énergies, dès septembre 2009, à l'acquisition de connaissances nouvelles en m'inscrivant en licence (B.Sc.) en anthropologie.

De retour sur les bancs universitaires, je fais trois rencontres qui s'avèreront déterminantes. La première fut celle du Professeur Michel Verdon, ethnologue spécialiste de la parenté. C'est lui qui me fait découvrir pour la première fois les intellectuels ayant participé au développement de la discipline. C'est ainsi que je lis Hobbes, Durkheim, Mauss, Bachelard, Lévi-Strauss et tant d'autres. Le Professeur Verdon m'apprendra à lire ; cette activité ne consiste pas uniquement à aligner les mots mais surtout à décoder la structure argumentaire pour comprendre la logique de l'exposé, voire déceler la faille qui mérite d'être colmatée.

La seconde rencontre fut celle de la Professeure Ariane M. Burke, archéozoologue de formation et paléanthropologue intéressée par les dispersions humaines du Pléistocène récent. C'est elle qui m'initie à la Préhistoire et à l'Évolution, deux thématiques qui m'étaient interdites du fait de mon acculturation au sein d'une secte chrétienne, ultra-conservatrice et

créationniste. Je découvre ainsi des Humanités autres que la nôtre, pour lesquelles je développe une passion, intrigué par leurs modes de vie. Par une seconde coïncidence, la communauté scientifique apprend au même moment deux découvertes majeures qui transformeront le paysage de la recherche archéologique : le séquençage du génome néandertalien par l'équipe de Richard E. Green et Svante Pääbo en juillet 2010, d'une part, et la découverte d'une nouvelle espèce humaine à Denisova en décembre de la même année par l'équipe de David Reich et Svante Pääbo. D'autre part, les questions fusent alors. Quelle était la nature et l'étendue des contacts entre ces différentes espèces ? Comment peut-on explorer, à partir de l'étude de la culture matérielle, les dynamiques populationnelles des Humanités passées ? Quelles sont les implications de ces découvertes sur notre définition de la modernité comportementale ? Sans le savoir, ces trois questions se transformeront en véritable fils d'Ariane auxquels se greffent mes travaux.

La troisième rencontre fut celle du Professeur Bernard Chapais, primatologue spécialiste de l'éthologie des macaques japonais. Ces cours magistraux et son livre *Primeval Kinship* m'inculquent deux leçons importantes : (1) le comportement humain a un fondement biologique et, de fait, il est soumis aux processus d'évolution – ce n'est que quelques temps plus tard, en première année de Doctorat, que je lierai Cavalli-Sforza, Feldman, Boyd, Richerson et tant d'autres ; (2) il est possible de dépasser la dichotomie Nature/Culture en cherchant les points de convergence d'approches théoriques et méthodologiques distinctes, l'absence de tels convergences à plusieurs niveaux d'analyse – principe même de la biologie wilsonnienne – suggérant le besoin de revoir, soit le cadre épistémologique ou interprétatif, soit encore les moyens de production des données et résultats.

Je compléterai ma licence (B.Sc.) en anthropologie en deux ans et enchaînerai immédiatement avec un Master (M.Sc.) dans la même discipline, spécialisation archéologie, sous la direction d'Ariane M. Burke. Après concertation avec ma directrice et suite à un stage d'étude à l'Institut culturel AVATAQ où je découvre l'industrie osseuse dorsétienne et thuléenne du site KcFs-2, Îles Nuvuk, Nunavut, à 5 km d'Ivujivik, nous faisons le choix d'orienter mes travaux sur l'apport du réaffûtage à la variabilité morphométrique des pointes aurignaciennes en bois de cervidé. C'est l'occasion pour moi de combiner les approches quantitatives, notamment la géométrie morphométrique, et l'archéologie expérimentale pour l'étude de la culture matérielle du début du Paléolithique récent européen, une période qui me fascine. Je bénéficie alors de la générosité, de la patience et des bons conseils d'Heidi Katz Knecht qui me lègue l'ensemble de son matériel expérimental, produit lors de sa thèse en 1990, ainsi que dans le cadre d'une collaboration avec le groupe de recherche *Technologie Fonctionnelle des Pointes de Projectile Préhistorique (TFPPP)* datant de 1995. Ma participation au stage de formation « Technologies préhistoriques » du laboratoire TRACES à Toulouse en mars 2012, puis ma visite à l'atelier thématique du CNRS « TechnOs » en mai 2012 me donne l'opportunité de rencontrer des spécialistes de l'industrie lithique ou osseuse

qui auront – sans nécessairement le savoir – une influence considérable sur le regard que je porte sur la culture matérielle – je pense notamment à François Bon, Sébastien Lacombe, Pierre Bodu, Jean-Marc Pétilon, Aline Averbough, Mariane Christensen, Nejma Goutas, Txemi Tejero, Élise Tartar, etc. En parallèle, je poursuis l’enrichissement de mes connaissances littéraires : je dévore Leroi-Gourhan, Simondon, Haudricourt, Lemmonier, Cresswell, Tostevin, Ingold et j’en passe... Moins de deux ans après mon inscription, je soumetts mon mémoire pour évaluation et m’apprête à poursuivre mes recherches dans le cadre d’un doctorat.

Dans la continuité de mon Master, mes recherches doctorales viseront à enquêter sur les implications cognitives, sociales et environnementales de la variabilité des pointes de projectile aurignaciennes en matière osseuse. Heidi Katz Knecht me fait alors don d’un second trésor, l’ensemble des données brutes et notes colligées pendant sa thèse, sous réserve de tout numériser et de les sauvegarder sur le serveur du *Groupe de recherche sur la dispersion des hominins* dirigé par ma co-directrice, Ariane M. Burke. Conformément à la structure du programme doctoral de l’Université de Montréal, les deux premières années (de septembre 2013 à mai 2015) sont dédiées aux séminaires théoriques, à la rédaction d’un article découlant du mémoire, – et d’une actualité scientifique dans le *Bulletin de la Société préhistorique française* – à l’enseignement du cours « ANT3230 – Préhistoire de l’Ancien Monde », à la préparation des examens de synthèse en deux temps, d’abord l’évaluation des connaissances théoriques, puis celle du projet de recherche doctorale, et à la recherche de financements doctoraux. Ayant reçu un avis favorable aux demandes faites au Fonds de recherche du Québec – Société et culture et au Conseil de recherches en sciences sociales et humaines du Canada – Bourse Joseph-Armand Bombardier, j’entame les démarches administratives pour officialiser ma thèse en cotutelle avec l’Université de Bordeaux, au sein du laboratoire CNRS UMR5199 PACEA, sous la direction de Francesco d’Errico. J’effectue ensuite un pré-terrain en mai-juin 2015 au Museu Arqueològic Comarcal de Banyoles et au Musée d’Anthropologie préhistorique de Monaco et je poursuis la préparation de ma collecte de données en contactant en priorité les institutions académiques et muséales d’Europe centrale et de l’Est qui n’avaient pas été investies par Heidi. De septembre à décembre 2015, je parcours l’Europe, découvrant une dizaine de pays, pour étudier les vestiges conservés dans une quinzaine d’institutions, amassant ainsi le plus grand corpus de données sur les pointes aurignaciennes à ce jour. Dès janvier 2016, je développe une nouvelle méthode pour l’analyse de ces pointes. Je présente des résultats préliminaires à la réunion annuelle de la Society for American Archaeology en avril 2016 et d’autres plus aboutis à la réunion annuelle de la Paleoanthropology Society en mars 2017. La rédaction de ma thèse s’achève en juin et je la soutiens, devant un jury international, le 25 septembre 2017.

Mon devenir post-thèse prend un tournant inattendu en décembre 2017. Pour mieux le comprendre, il faut faire un pas en arrière. En 2007, j’avais accepté un poste de directeur intérimaire responsable de la restructuration financière et logistique d’une usine de bonbons

dans le sud de la Chine, à Zhangzhou et Xiamen. J'y avais appris quelques rudiments de Hokkien (闽南话), un dialecte de la province de Fujian où j'habitais, et de mandarin (普通话). Lors de mes aller-retours entre Bordeaux et les pays d'Europe centre-orientale à l'automne 2015, je fais la connaissance de Wei Yi, également doctorante de Francesco d'Errico à l'époque, et à la veille d'un de mes départs, je lui dis, à sa grande surprise, « Au revoir » dans sa langue maternelle. De bouche à oreilles, l'information remonte jusqu'à notre directeur de recherche qui m'invite, au printemps 2016, à intégrer une collaboration scientifique avec des collègues de l'Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology (IVPP) à Pékin. Quelques semaines avant notre départ, un autre collègue de l'IVPP, Li Hao, recommandé par Erik Trinkaus, nous invite à passer quelques jours à Zhengzhou, Henan, pour rencontrer le Professeur Li Zhanyang de la Henan Provincial Institute for Cultural Relics and Archaeology afin de poser un diagnostic technologique sur les vestiges mis au jour à Lingjing où l'on venait de découvrir des restes humains énigmatiques. Francesco et moi effectuerons deux missions de recherche en Chine, une première en novembre 2016 et une seconde à la même période en 2017. Lors de notre deuxième séjour, le Professeur Li, récemment embauché par la Shandong University au sein de l'Institute of Cultural Heritage, organise une rencontre avec le directeur de l'Institut, Fang Hui, et la Présidente de l'Université, Fan Liming, qui aboutit sur une offre de post-doctorat de deux ans que j'accepte. C'est donc après un contrat d'appoint en février et mars 2018 que je fais mes bagages et atterris à Pékin, le 1^{er} mai 2018 puis me dirige le lendemain vers Jinan, capitale provinciale du Shandong.

Mon séjour en Chine me permettra d'acquérir une indépendance dans la recherche et sera également l'occasion d'assumer de plus en plus de responsabilités tant académiques qu'administratives au sein de l'Institut et de la communauté. Constatant l'ampleur des travaux à engager pour mettre à jour les connaissances sur les industries osseuses chinoises et les rendre accessibles à la communauté internationale, je suis rapidement sollicité pour l'encadrement de Masters et de doctorantes intéressées par cet objet d'étude. Mon arrivée à Jinan s'effectue alors que l'Institut coordonne les dernières phases du déménagement dans ses nouveaux locaux, au campus de Qingdao localisé à 360 km de la capitale provinciale. On m'invite ainsi à contribuer à la conception et à la mise en place du laboratoire de tracéologie et d'étude de la culture matérielle. À l'automne 2018, la direction de l'Université émet les directives relatives aux priorités de la recherche pour le plan quinquennal 2019-2023. Deux points touchent directement l'Institut : (1) à l'échelle nationale, œuvrer à l'obtention d'une reconnaissance – lire ici monter dans le classement national des universités – comme centre de recherche de haut niveau pour l'étude du patrimoine culturel et sa promotion ; (2) à l'international, densifier le réseau de coopération avec des institutions reconnues et amorcer des collaborations participant à l'échange de savoirs, collègues et étudiants avec ces institutions. Étant donné mon sujet d'étude, mon rythme soutenu dans la publication et mon réseau à l'étranger, je me retrouve malgré moi à occuper un rôle-clef dans la mise en œuvre des efforts pour atteindre ces objectifs. La Direction de l'Institut me demande alors de concevoir un projet de fouilles en France et de

coordonner les discussions pour officialiser une collaboration scientifique entre les universités de Shandong et de Bordeaux impliquant préférentiellement l'Institut et le laboratoire CNRS UMR5199 PACEA.

L'année 2019 sera par conséquent très chargée car, en sus des activités de recherche et d'encadrement, j'entame les discussions avec le Service régional d'archéologie de la Direction régionale des affaires culturelles – Nouvelle-Aquitaine grâce au soutien de Jacques Jaubert et Francesco d'Errico. Le site de l'abri Tourtoirac (24), propriété de l'État depuis 1975 mais non investi depuis les dernières fouilles de Henri Laville en 1972, suscite mon intérêt et ma curiosité. En parallèle, les échanges avec Anne Delagnes et Christine Veschambre Couture, alors à la Direction du laboratoire PACEA, aboutissent sur un projet de rédaction d'un *Memorandum of Understanding* (MOU) à soumettre aux Directions des relations internationales des deux institutions. Je mène donc de front ces deux dossiers et fédère une équipe de 18 chercheurs sino-français autour du projet de reprise des opérations archéologiques à l'abri Tourtoirac, obtiens les autorisations de fouille, ainsi que les financements nécessaires aux activités scientifiques et soumetts en janvier 2020 une version du MOU pré-approuvée par l'Université de Shandong à la direction de PACEA.

Dès la fin décembre 2019, des nouvelles inquiétantes surgissent dans les médias et mes craintes se confirment au début janvier 2020 : une crise sanitaire internationale s'annonce alors que mon contrat en Chine tire à sa fin et que je suis censé retourner à Bordeaux pour un autre contrat postdoctoral en mai. Les quatre confinements qui s'en suivent – un en Chine, un au Canada puis deux en France – me donnent l'occasion de me focaliser sur la rédaction. Je soumetts en février un mémoire de recherche que je soutiens en distanciel, devant mes pairs de l'Université de Shandong, en mars ; j'obtiens la *National Postdoctoral Research Certification* qui m'octroie le grade de « *Research Professor* » à l'Université de Shandong et l'habilitation à diriger des thèses en Chine. La préparation de ce mémoire est pour moi l'occasion de réfléchir à la direction que je souhaite donner à mon programme de recherche pour les décennies à venir. Il devient évident que l'étude des industries osseuses ne constitue pour moi qu'un moyen d'aborder des questions générales sur l'évolution culturelle de notre lignée. Je ne m'étendrai pas davantage ici sur mon parcours depuis septembre 2020, date à laquelle j'ai entamé mon post-doctorat à Bordeaux ; un *Curriculum vitae* est joint en Annexe et détaille mes réalisations. Je me contenterai toutefois de préciser qu'en dépit des perturbations, les objectifs que je m'étais fixés avant la pandémie ont été maintenus et que le présent mémoire pour l'Habilitation à Diriger des Recherches me permet de faire le point sur mon programme de recherche et de défendre sa pertinence dans le contexte académique actuel.

Bordeaux, 20 avril 2022

REMERCIEMENTS

Malgré le fait que les jalons d'un parcours académique portent souvent une seule signature, leur atteinte requiert inévitablement le soutien personnel et professionnel d'une multitude d'acteurs. Je profite donc de ces quelques lignes pour remercier ces gens sur lesquels j'ai pu et je peux compter.

Tout d'abord, Francesco D'ERRICO qui depuis ma thèse a pris les rôles de mentor et d'ami, m'invitant sans cesse à participer à des projets stimulants où l'on peut confronter nos visions parfois différentes tout en gardant notre bonne humeur.

Ensuite, les membres du jury qui ont accepté l'invitation d'évaluer mon parcours et de me fournir des pistes de réflexion qui serviront assurément à mieux orienter mes projets de recherche futurs : Isabelle CREVECOEUR, Marie-Helene MONCEL, Isabelle SIDERA, François BON, Josep Maria FULLOLA-PERICOT, Jacques JAUBERT et Fabio NEGRINO.

Aux collègues qui ont accepté de bien vouloir collaborer à différents projets de recherche et avec lesquels les échanges ont participé à l'élaboration des réflexions présentées dans les travaux parus à ce jour : (par ordre alphabétique) Lucinda R. BACKWELL, Willian E. BANKS, Malvina BAUMANN, CHEN Fuyou, Ivan COLAGE, Francesco D'ERRICO, FANG Hui, GAO Xing, Lila GEIS, Giacomo GIACOBINI, GUAN Ying, GUO Jialong, Jacques JAUBERT, Heidi KATZ KNECHT, Martina LAZNICKOVA-GALETOVA, Ronan LEDEVIN, Emma LE VRAUX, LI Hao, LI Zhanyang, LUAN Fengshi, MA Shuwen, Bruno MAUREILLE, PENG Fei, Africa PITARCH-MARTI, Alain QUEFFELEC, Emeline RAGUIN, Bernard VANDERMEERSCH, Marian VANHAEREN, Lyn WADLEY, WANG Hua, WANG Huimin, WANG Qiang, WEI Yi, YIN Ruixue, ZHANG Shuangquan, ZHANG Yameng, ZHANG Yue, ZHANG Zhongqiang, ZHAO Huijun, ZHAO Qingpo.

À mes étudiantes et étudiants de Master, Thomas FAURE, GAO Yao, LI Wen, Marie TERNOY, Emelie VIGIER, ZHANG Xinxin, et mes Doctorantes, MA Shuwen et YIN Ruixue, qui sans le savoir m'ont donné l'occasion de vivre une aventure humaine et intellectuelle enrichissante.

Aux collègues du département d'Anthropologie de l'Université de Montréal, du laboratoire CNRS UMR5199 – PACEA de l'Université de Bordeaux et de l'Institute of Cultural Heritage de l'Université de Shandong trop nombreux pour les nommer ici sans oublier qui que ce soit mais avec qui j'ai partagé depuis mon parcours doctoral tant de moments conviviaux.

Aux nombreux responsables et personnels d'institutions muséales et scientifiques qui m'ont accueilli au fil des années et m'ont donné accès à leurs précieuses collections.

À mes amis et membres de ma famille qui assurent un soutien sans compter.

Et enfin, à mon époux, LIU Tianyu, qui m'épaule sans compter les heures que je passe devant l'ordinateur, en mission ou perdu dans mes pensées...

*À ma mère, France Milot,
et mes tante et oncles,
Claire, Jean-Pierre, Marcel Doyon,
qui sont passés vers l'Autre Rive
et demeureront à jamais une source d'inspiration.*

INTRODUCTION

« Si le comportement est une catégorie phénotypique
au même titre que la morphologie,
c'est qu'il est lui aussi,
à travers son substrat neurobiologique,
l'expression intégrée d'une base génétique
et d'influences de l'environnement »
(Chapais, Pérusse, 1988 : 2).

Qu'est-ce qu'un outil préhistorique ? Cette question en apparence simple mérite de s'y attarder pendant quelques lignes avant d'aborder le thème principal de ce mémoire : l'évolution culturelle. Ce concept combine deux termes : l'Outil et la Préhistoire. On accepte généralement que la Préhistoire renvoie aux périodes chronologiques précédant l'émergence de l'écriture dans les sociétés passées. De même, il est *a priori* possible de s'accorder sur le fait que le terme « outil » réfère à toutes extensions – matérielles ou non – du corps permettant à un individu d'interagir avec son environnement et de le modifier. Ainsi, sans trop se poser de questions et dans une suite logique, on pourrait définir l'outil préhistorique comme toutes extensions du corps utilisées par l'humain avant l'émergence de l'écriture.

Mais ce glissement facile cache un double problème. D'une part, toutes les sociétés n'évoluant pas au même rythme, le chevauchement de la démarcation entre Préhistoire et Histoire varie de l'une à l'autre. D'ailleurs, on notera ici qu'à ce jour persistent des sociétés où l'oralité est le système principal de transmission et de communication, des « sociétés sans écriture » en quelque sorte et au risque de déplaire à la mémoire de Derrida qui trouvait cette expression aberrante (Derrida 1967). Ce constat soulève donc la question de savoir si les outils utilisés par les membres de ces sociétés toujours vivantes sont préhistoriques ou non. C'est peut-être dû au malaise collectif confronté à un passé colonialiste ou par vœux de « rectitude politique » qu'on entendra le plus souvent l'expression « sociétés traditionnelles » pour faire référence à ces groupes humains et que le terme « traditionnel » sera également rattaché à leurs technologies *sensu lato*. D'autre part, la définition même d'un outil combinée aux connaissances éthologiques actuelles remettent en cause l'idée que l'outil soit le propre de l'Humanité. On sait en effet que plusieurs espèces animales utilisent des extensions à leurs corps pour accéder à des ressources alimentaires souvent prisées ; pensons aux primates et leurs brindilles d'herbe pour accéder aux termites ainsi qu'à leurs pierres et enclumes pour casser des noix ; rappelons-nous des loutres des mers qui fracassent des moules contre leur ventre à l'aide de pierres ; gardons à l'esprit les nombreuses espèces d'oiseaux, dont *Milvus migrans*, *Haliastur sphenurus* et *Falco berigora* en Australie (Bonta *et al.* 2017), qui utilisent le feu pour piéger leurs proies.

Qu'est-ce qui distingue alors l'Humain des autres espèces animales si l'Outil ne lui est pas propre ? L'intentionnalité dans la transformation des matières premières ? La transmission d'une tradition culturelle d'un groupe ou d'une génération à l'autre ? La capacité à cumuler des innovations au cours du temps ? Au fil des années, une riche littérature s'est accumulée démontrant les capacités des espèces animales sur ces trois pans comportementaux, qu'ils soient pris séparément ou collectivement (Lefebvre, Giraldeau 1994 ; Lefebvre 1995 ; Krützen *et al.* 2005 ; Visalberghi *et al.* 2009 ; Dinets *et al.* 2015 ; Cantor *et al.* 2015 ; Luncz *et al.* 2015 ; Sasaki, Biro 2017 ; Schofield *et al.* 2018 ; Gruber *et al.* 2022), si bien que certains argumentent que la différence entre l'Humain et le reste du règne animal a trait à l'intensité plus qu'à la qualité des manifestations comportementales.

En partant du principe que tout comportement est l'expression d'un substrat biologique dans un contexte environnemental donné, pour reprendre la citation de Chapais et Pérusse ci-haut, et qu'en conséquence, il est soumis aux principes de l'évolution darwinienne, on peut postuler qu'avant même le processus d'hominisation, nos ancêtres possédaient déjà les fondements biologiques nécessaires aux développements du registre culturel qui s'est développé par la suite. Or, il existe bel et bien un point de basculement majeur dans l'évolution culturelle au sein du règne animal qui s'exprime dans le choix des matières premières pour l'outillage. Hormis certains indices issus d'expérimentations avec des bonobos (Roffman *et al.* 2015), des capucins (Westergaard, Suomi 1994) et des chimpanzés (Motes-Rodrigo *et al.* 2021) en captivité, l'utilisation des matières osseuses à des fins technologiques est un comportement unique à notre branche évolutive qui nous démarque des autres primates. Ce constat soulève à présent deux nouvelles questions. Dans un premier temps, comment et pourquoi les Humanités qui nous précèdent en sont-elles venues à développer ce nouveau pan culturel ? Dans un deuxième temps, quelles sont les grandes lignes de l'évolution des industries osseuses et comment celles-ci nous informent-elles sur notre propre évolution ? Le présent mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches a pour objectif de produire une synthèse des connaissances sur l'origine et le développement des industries osseuses au cours de la Préhistoire pour proposer des éléments de réponse à ces deux questions et identifier des pistes de recherche qui permettront de combler les lacunes qui persistent dans ce champ d'études.

Ce mémoire s'articule en trois parties. Premièrement, je dresse l'état des connaissances sur l'origine et le développement des industries osseuses pléistocènes et identifie quatre points de basculement dans les trajectoires prises par cet aspect de la culture matérielle. Pour ce faire, je choisis arbitrairement de focaliser le propos sur les données publiées depuis les deux dernières décennies. Ce retour permet d'identifier les zones lacunaires qui mériteront d'être pallier dans le futur. La deuxième partie constitue un retour sur les méthodes actuellement utilisées pour étudier les vestiges archéologiques en matière osseuse. Sans prétendre y faire une historiographie complète, les grandes étapes du développement de cette spécialité y sont retracées ; c'est d'ailleurs l'occasion de mieux cerner les outils à notre disposition et leurs

apports respectifs à notre compréhension de la place occupée par ce pan industriel dans les systèmes technologiques passés. Enfin, la troisième partie porte sur les axes de recherche à développer ; en appariant les lacunes mises en évidence dans la première partie ainsi que les outils pour les dépasser dans la deuxième partie, je présente les perspectives de recherche de même que les programmes en cours et ceux qui pourront être développés sur le temps long pour permettre d'aborder la question de l'évolution culturelle au sein de notre lignée sous un angle nouveau.

PARTIE I

L'ORIGINE ET LE DÉVELOPPEMENT DES INDUSTRIES OSSEUSES : QUATRE POINTS DE BASCULEMENT

« *The tipping point is that magic moment
when an idea, trend, or social behavior
crosses a threshold, tips,
and spreads like wildfire* »
(Claire Dederrer, 2002).

Avant les années 2000, l'utilisation des matières osseuses à des fins technologiques était interprétée comme un comportement propre aux membres de notre espèce, *Homo sapiens* (Mellars 1973 ; McBrearty, Brooks 2000 ; Klein 2008). Cette idée était biaisée, d'une part, par le focus accordé aux industries osseuses formelles d'Europe qui négligeait inévitablement les premières étapes d'un développement culturel long et complexe pour ne s'attarder que sur un aspect particulier de son aboutissement. D'autre part, cette interprétation se fondait sur l'idée que des différences morphologiques (Pearce *et al.* 2013 ; Bruner 2014), physiologiques (Speer *et al.* 2003 ; Lieberman 2007 ; de Boer 2012), ontogéniques (Gunz *et al.* 2010 ; Neubauer 2015) et comportementales (Junker 2010 ; Mellars 2010 ; Benazzi *et al.* 2011) importantes chez les humanités dites « archaïques » - soit les humanités antérieures et contemporaines au développement de notre espèce – impliquaient nécessairement une configuration cognitive significativement distincte chez celles-ci qui les empêchait d'atteindre le niveau de complexité comportementale requis pour diversifier le spectre des matières premières utilisées à des fins technologiques. Dans la mouvance de la remise en question des approches cognitivistes, plusieurs travaux mis en œuvre depuis le début du siècle visent à documenter ce pan de la culture matérielle afin de réduire l'écart comportemental – et cognitif – entre *Homo sapiens* et les humanités dites « archaïques » (e.g., d'Errico *et al.* 2003 ; Backwell, d'Errico 2005 ; d'Errico, Backwell 2009 ; d'Errico *et al.* 2012c ; Soressi *et al.* 2013).

La synthèse qui suit fait le point sur les connaissances acquises depuis les deux dernières décennies¹. Le propos est organisé autour de quatre points de basculement identifiés dans l'origine et le développement des industries osseuses. Lorsque pertinent, une attention particulière est accordée à la comparaison du registre archéologique chinois à celui du reste de l'Ancien Monde afin d'établir dans quelle mesure les trajectoires observées en cette région diffèrent de celles mises en valeur ailleurs. L'objectif principal de cette partie vise à définir les

¹ Tout au long du mémoire, les références bibliographiques soulignées font valoir mes contributions au champ de recherche dont il est question.

grandes lignes de l'évolution typo-technologique de cet aspect de la culture matérielle au cours du Pléistocène et d'appréhender en quoi ces données nous informent sur les dynamiques d'évolution culturelle des populations passées. Ce retour permet aussi d'identifier des lacunes persistantes sur lesquelles il importera d'investir les moyens nécessaires pour y pallier.

Éléments de définition

Dans le cadre du présent mémoire, les industries osseuses sont abordées dans leur sens large. Ainsi, l'utilisation du qualificatif « osseux » ou « en os » renvoie à l'ensemble des matières dures d'origine animale, qu'il s'agisse d'os, de bois, de corne, d'ivoire, de dents ou de coquillage. Au besoin, la référence à un matériau particulier est explicitée en nommant l'élément squelettique dont il est question.

On distingue généralement trois catégories d'outillage en os : expéditif, peu ouvragé et formel (Klein 2009 ; Kuhn 2020 ; Ma, Doyon 2021). Le terme d'outillage expéditif renvoie aux restes osseux complets ou fragmentaires utilisés à des fins technologiques sans avoir subi de modification préalable mais portant des traces claires – même si elles sont par moment microscopiques – de leur utilisation. L'outillage peu ouvragé englobe les restes osseux portant des traces d'aménagement – sommaire ou complet – par percussion lancée directe, une technique communément employée pour la taille de la pierre. Enfin, l'outillage formel comprend l'ensemble des fragments osseux façonnés à l'aide de techniques adaptées au travail de ces matériaux, dont l'abrasion, le raclage, le rabotage, l'incision, etc., et permettant l'imposition d'une forme avec un fort degré de précision. Gardons toutefois à l'esprit que cette catégorisation, bien qu'utile pour la présente synthèse, n'est pas parfaite. Par exemple, certains retouchoirs – un type d'outil essentiellement expéditif – ont parfois subi un aménagement marginal pour accroître leur ergonomie, ce qui engendre un chevauchement de deux catégories, c'est-à-dire l'outillage expéditif et peu ouvragé. L'objectif ici n'est pas de proposer une solution à ce flou inhérent au langage mais plutôt de prendre un peu de recul pour apprécier l'état de nos connaissances sur l'origine et le développement de ce pan de la culture matérielle au cours du Pléistocène.

Premier point de basculement : l'origine

Où et à partir de quand apparaissent les premiers indices d'outillage en os dans le registre archéologique ? Répondre à cette question permet d'aborder le premier point de basculement dans l'évolution des industries osseuses : l'origine. Documenter ce moment charnière de notre histoire culturelle est fort important car ce comportement novateur signale un changement dans la perception qu'avaient les groupes préhistoriques des ressources animales à leur disposition. En plus de représenter une source de viandes, de graisses, de peaux et de matières combustibles, le potentiel de l'animal s'accroît à partir de cette étape de l'évolution culturelle pour

comprendre également une source de matière première pouvant être utilisée, soit tel quel ou suite à sa modification, pour mener à bien différentes activités de subsistance. S'intéresser à la question de l'origine en soulève trois autres qui s'avèrent étroitement liées. (1) Pour quelles raisons l'os a-t-il été intégré dans les systèmes techniques passés ? (2) Quelles étaient les caractéristiques préalables des systèmes techniques qui ont permis cette introduction ? Et, (3) peut-on distinguer la persistance d'un comportement opportuniste d'une tradition technique à proprement parler à partir de ces données ?

Les premiers indices disponibles quant à l'utilisation de l'os à des fins technologiques suggèrent une convergence évolutive dans le développement des comportements techniques. En effet, au tout début du Pléistocène, les groupes humains d'Afrique du Sud et de l'Est laissent des traces suggérant leurs recours à l'os pour la mise en œuvre d'activités de subsistance. Or, malgré cette convergence comportementale, on observe également des différences significatives dans sa matérialisation.

En Afrique du Sud, les premiers indices proviennent de Swartkrans, Drimolen, Sterkfontein, Kromdraai B, et Coopers' D, cinq sites localisés à moins de 10 km l'un de l'autre (Brain, Shipman 1993 ; Backwell, d'Errico 2001 ; Backwell, d'Errico 2008 ; Val, Stratford 2015 ; Stammers *et al.* 2018 ; Hanon *et al.* 2021). On y retrouve de nombreux fragments osseux – dans l'ensemble non modifiés ou, en de rares occasions, modifiés marginalement par abrasion (d'Errico, Backwell 2003) – portant des traces claires de leur utilisation dans des activités de fouissage probablement pour accéder à des termites, à des racines et autres tubercules comestibles ainsi que pour ouvrir des fruits présentant un épicarpe rigide. Ces outils expéditifs proviennent de niveaux d'occupation datés entre 2,4 et 0,96 Ma et ont été trouvés en association avec des industries oldowayennes et acheuléennes ainsi qu'avec des vestiges humains attribués à *Australopithecus robustus* et aux premiers représentants du genre *Homo* dans la région. La persistance de l'outillage expéditif en os sur près d'un million et demi d'années puis sa « disparition » du registre archéologique vers 0.96 Ma – du moins dans l'état actuel de nos connaissances – qui se produit de manière concomitante à la disparition des *Paranthropes* soulève nécessairement l'épineuse question à savoir laquelle des deux espèces avaient recours à l'os à des fins technologiques. Sur la base des indices disponibles, il semble raisonnable d'avancer que les derniers membres de la lignée *Paranthropes* possédaient un registre comportemental similaire à celui des premiers *Homo* qui occupaient l'Afrique australe. L'abandon de ce comportement après 0.96 Ma peut aussi s'expliquer soit par un changement dans les stratégies de subsistance de ces groupes humains ou par une zone d'ombre dans nos connaissances qui pourrait éventuellement être levée en posant un regard technologique sur les assemblages fauniques postérieurs à cette date.



Figure 1 : Sélection d'outils expéditifs mis au jour à Drimolens (Backwell, d'Errico 2008)

En Afrique de l'Est, les premiers indices du recours à l'os dans les activités de subsistance nous proviennent des sites localisés dans les Gorges d'Olduvai, Bed I à IV, datées entre 2,04 et 0,8 Ma (Backwell, d'Errico 2005 ; Pante *et al.* 2020). Plusieurs fragments osseux issus de ces contextes portent des indices de mise en forme intentionnelle par percussion directe, soit une technique employée pour la taille de la pierre, et des plages d'utilisation dont les traces de micro-usure rappellent celles produites au cours d'activités de fouissage, de boucherie, du travail de la peau et de retouche des tranchants des outils lithiques. En plus de ce riche outillage peu ouvragé, le site Wayland's Korongo East A a par ailleurs livré une ébauche de pointe à barbelures unilatérales portant des traces de raclage et de rabotage, le plus ancien indice d'expérimentation dans la manufacture d'outillage formel issu d'une couche datée entre 0,93

et 0,8 Ma (Pante *et al.* 2020). Ces premières manifestations culturelles en matière osseuse d'Afrique de l'Est sont essentiellement issues de contextes associés à des vestiges humains d'*Homo erectus*.

En Chine, des outils peu ouvragés ont été rapportés pour une demi-douzaine de sites datés entre 1,8 et 1,0 Ma, i.e., Miaohoushan, Xiashagou, Donggutuo, Renzidong, Longgudong et Gandangqin (Wei 1985 ; Zhang *et al.* 2000 ; Zhu *et al.* 2003 ; Li 2004 ; Hou, Zhao 2010). Ces outils correspondent à des fragments osseux modifiés par percussion directe pour l'aménagement d'une partie appointée. Bien qu'intéressants, ces indices nécessitent d'être réévalués à la lumière de méthodes adaptées qui combinent l'étude de la formation des sites, la révision critique de l'origine stratigraphique des objets, des altérations taphonomiques ayant pu modifier les vestiges organiques, ainsi qu'une comparaison des outils potentiels aux assemblages fauniques associés, pour déterminer si ces pièces sortent bel et bien du lot ou correspondent plutôt à l'extrémité d'un gradient dans la transformation des éléments squelettiques. S'il s'agit bel et bien d'outils peu ouvragés, ce qui semble d'ailleurs être le cas étant donnée les récurrences dans la nature et l'étendue des modifications documentées, il deviendra pertinent de soumettre les spécimens les mieux conservés à une étude tracéologique pour mieux appréhender leur rôle dans les systèmes techniques passés.

Quelles étaient les caractéristiques préalables des systèmes techniques qui ont permis l'introduction de l'os en leur sein ? Peut-on distinguer un comportement fortuit d'une tradition technique à proprement parler à partir de ces indices ? Étant donné la nature des activités dans lesquelles l'os était utilisé, le choix de cette matière première en Afrique du Sud ne semble pas avoir constitué une option inévitable ; des essences de bois dur auraient certainement pu suffire aux activités de fouissage ou même pour accéder à la pulpe des fruits. Par ailleurs, dans les rares instances où des traces de modification sont perceptibles, la technique utilisée, i.e., l'abrasion, aurait été tout aussi adaptée au travail du bois. De plus, la proximité des sites suggère une adaptation locale où un comportement technique se développe du fait de la présence d'une ressource prévisible et facilement accessible et se perpétue au fil des visites en ces lieux. La persistance d'un comportement « opportuniste » – sélection de fragments osseux disponibles dans l'environnement et possédant une morphologie adaptée pour leur utilisation directe dans une tâche ciblée – semble indiquer une certaine pérennité dans la mise en œuvre d'activités de subsistance orientées vers l'acquisition de ressources alimentaires probablement disponibles de manière saisonnière. En termes de transmission, l'imitation, avec ou sans interaction entre l'utilisateur d'outils expéditif en os et l'apprenti, peut avoir constitué un mécanisme suffisant pour la reproduction de ce comportement dans le temps long (Caruana *et al.* 2013).

En Afrique de l'Est, l'origine de l'industrie osseuse est un peu plus complexe. En effet, l'émergence de l'outillage peu ouvragé s'accompagne d'un transfert technique, nommé

l'utilisation de la percussion directe pour la modification d'un volume de matière première. Il s'agit donc là d'une matérialisation du phénomène d'exaptation culturelle (*sensu* d'Errico, Colagè 2018) où les techniques de la taille de la pierre sont combinées aux connaissances expérimentelles acquises au cours d'activités où l'os est soumis à des forces percussives localisées. La fracturation des os pour accéder à leur moëlle a certainement joué un rôle crucial dans l'acquisition de ces connaissances. À ces deux caractéristiques s'ajoute le travail du bois qui a certainement participé aux rares expérimentations où les techniques d'usure remplaçaient les techniques de fracturation dans la mise en forme d'objets en os (Doyon *et al.* 2021). Ces trois composantes des systèmes culturels adaptatifs sont documentées dans le registre d'Afrique orientale depuis *a minima* 2,6 Ma (Domínguez-Rodrigo *et al.* 2005 ; Lemorini *et al.* 2014 ; Harmand *et al.* 2015 ; Lewis, Harmand 2016 ; Lemorini *et al.* 2019).

En Chine, on ne peut pas écarter la possibilité qu'une évolution convergente soit à l'origine de l'outillage osseux en Asie orientale. Dans ce cas de figure, les caractéristiques du système technologique préalable à l'émergence de ce pan de la culture matérielle devaient assurément partager certains traits avec les systèmes technologiques d'Afrique de l'Est. Or, l'hypothèse la plus probable serait que les premiers *Homo* qui se sont dispersés dans la région étaient déjà porteurs du bagage technologique décrit pour l'Afrique de l'Est (Ma, Doyon 2021).

Tant en Afrique de l'Est qu'en Chine, l'adaptation culturelle a pu se transmettre par imitation. Or, contrairement à l'Afrique du Sud, il semble probable que ce mode d'acquisition se soit accompagné d'interactions entre l'utilisateur et l'apprenti (Caruana *et al.* 2013), signe de la naissance d'une tradition à proprement parler. En effet, la combinaison de deux caractères techniques pour produire un caractère culturel novateur requiert l'acquisition et la maîtrise de comportements techniques associés à un certain nombre de connaissances. Ainsi, l'identification de l'émergence d'une tradition requiert la documentation de récurrences dans le type d'élément squelettique sélectionnés, la modification des supports et l'utilisation des outils. Les travaux en cours dans le cadre d'une coopération scientifique entre Ignacio de la Torre, Francesco d'Errico et moi-même qui portent sur les vestiges mis au jour à Olduvai-FLK, T69 et T79, semblent attester d'une telle tradition établie dès la transition entre l'Oldowayen et l'Acheuléen, il y a 1,5 Ma. En ces lieux, de nombreux fragments de diaphyse d'os longs d'éléphant et d'hippopotame portant des négatifs d'enlèvements bifaciaux ont été mis au jour. Ces restes ont été soumis à une mise en forme sommaire alors qu'ils étaient en cours de fossilisation pour produire une extrémité appointée. Les objets ainsi façonnés semblent avoir été utilisés en tant que leviers lors de l'exploitation de carcasses de grands mammifères comme en témoignent les fractures récurrentes sur plusieurs spécimens (de la Torre *et al.* *in prep*). Les analyses tracéologiques futures permettront de tester cette hypothèse.



Figure 2 : Exemple d’outil peu ouvragé sur esquille d’os long d’éléphant mis au jour à Olduvai T79 (inédit, de la Torre *et al.* in prep).

Si les travaux des deux dernières décennies et ceux en cours commencent à nous offrir une meilleure compréhension de l’origine des industries osseuses, quelques limites persistent. Tout d’abord, nous sommes confrontés à un registre archéologique trop parcellaire pour proposer des interprétations catégoriques sur les premières trajectoires régionales de ce pan de la culture matérielle. Cette limite est en grande partie due aux difficultés inhérentes à l’identification des outils peu ouvragés et expéditifs et au scepticisme hérité de la remise en question des travaux pionniers de Raymond Dart comme nous le verrons dans la seconde partie. De plus, les assemblages fauniques sont plus susceptibles d’être altérés par de nombreux processus taphonomiques comparativement aux productions lithiques, réduisant ainsi davantage l’échantillon nécessaire pour dépasser cette limite. Il n’en demeure pas moins qu’entre 1 Ma et le deuxième point de basculement, le registre archéologique a livré plusieurs objets portant des traces indubitables de modifications intentionnelles et d’utilisations anthropiques – principalement des bifaces et des retouchoirs servant à la retouche d’objets en pierre (Kretzoi, Dobosi 1990 ; Mania, Mania 2003 ; Goren-Inbar 2011a ; Rabinovich *et al.* 2012 ; Smith 2013 ; van Kolfshoten *et al.* 2015 ; Moigne *et al.* 2016 ; Daujeard *et al.* 2018 ; Tourloukis *et al.* 2018 ; Sano *et al.* 2020) ainsi que de rares objets portant des motifs abstraits incisés (Mania, Mania 1988 ; Sirakov *et al.* 2010 ; Joordens *et al.* 2015) – qui laissent à penser, malgré les nombreux vides dans le temps et l’espace, que suite à l’intégration du recours à l’os

à des fins technologiques dans les systèmes techniques du début du Pléistocène, cette adaptation n'a jamais été complètement abandonnée par les populations passées.

Deuxième point de basculement : la diversification fonctionnelle de l'outillage expéditif et peu ouvragé

Le deuxième point de basculement est perceptible principalement au regard du registre archéologique européen et levantin du début du MIS9. Entre ~350 à 300 ka, les bifaces sur diaphyse d'éléphantidés et les retouchoirs en os deviennent monnaie courante dans la boîte à outils des premiers néanderthaliens (Anzidei *et al.* 2001 ; Anzidei 2001 ; Naldini *et al.* 2009 ; Rosell *et al.* 2011 ; Anzidei *et al.* 2012 ; Abrams *et al.* 2014 ; Boschian, Saccà 2015 ; Julien *et al.* 2015 ; Santucci *et al.* 2016 ; Rosell *et al.* 2018 ; Daujeard *et al.* 2018 ; Sévêque, Auguste 2018 ; Abrams 2018 ; Villa *et al.* 2021). Au cours de cette période, on assiste également à une diversification importante tant de la morphologie des outils expéditifs et peu ouvragés que des patrons d'usure qu'ils présentent (e.g., Julien *et al.* 2015). Ces deux indices combinés sont probablement le reflet d'un élargissement du spectre des activités dans lesquelles ces outils jouaient un rôle. À partir de ce point, le recours à l'outillage osseux expéditif et peu ouvragé devient une caractéristique des systèmes technologiques qui persiste à des degrés variables durant tout le Pléistocène et qui se poursuit même à l'Holocène (e.g., Vitezović 2018).

Cette diversification fonctionnelle semble signaler une certaine forme de complexification des stratégies de subsistance. Contrairement aux indices d'industrie osseuse depuis son origine, où la question peut être débattue, de réelles traditions se mettent ici en place, les comportements techniques étant de plus en plus soumis à des règles de production qui se matérialisent par la récurrence de choix clairs, de la sélection de la matière première à l'abandon des objets. Ce changement se fixe dès le MIS9 et aboutit aux registres comportementaux standardisés qui se manifestent dès le MIS5 (Daujeard *et al.* 2014 ; Romagnoli *et al.* 2015 ; Rougier *et al.* 2016 ; Romagnoli *et al.* 2016 ; Daujeard *et al.* 2018 ; Costamagno *et al.* 2018 ; Martellotta *et al.* 2020). Il est d'autant plus intéressant que cette tendance n'affecte pas uniquement l'industrie osseuse ; des indices issus des traditions bouchères (e.g., Vettese *et al.* 2022) ou lithiques (e.g., Vaissié 2021) d'Europe occidentale abondent dans le même sens.

On peut se demander si des indices d'une diversification fonctionnelle similaires sont également perceptibles en Asie orientale. Dès ~400 ka, un changement s'observe en Chine tant dans le degré que dans la nature des modifications des objets en os. Même si la technique préférentiellement utilisée pour modifier un fragment osseux afin de le mettre en forme demeure la même, i.e., percussion lancée directe, l'objectif de son application se transforme : au lieu de produire une extrémité appointée par modification marginale, les groupes humains

utilisent la percussion lancée directe cette fois pour produire de longs tranchants. Dans certains cas, la superposition de négatifs d'enlèvement semble indiquer que ces tranchants ont, à l'occasion, été ravivés, certainement pour accroître la longévité de l'outil (An 2001 ; Feng 2004 ; Wei *et al.* 2017a).

Les indices issus de Chine entre le MIS9 et le MIS5 sont relativement peu nombreux et préviennent de statuer de manière certaine sur l'émergence d'une diversification fonctionnelle à cette époque comme c'est le cas en Europe et au Levant. Or, les recherches menées au cours des cinq dernières années à Lingjing, un site d'abattage et de boucherie daté entre 125 et 105 ka, permettent toutefois d'avancer l'hypothèse que ce second point de basculement n'était pas un phénomène restreint à l'Eurasie occidentale. L'assemblage faunique de Lingjing a livré un riche cortège d'outils en os comprenant percuteurs tendres (Doyon *et al.* 2018), retouchoirs (Doyon *et al.* 2018 ; Doyon *et al.* 2019), compresseurs actifs et passifs (Doyon *et al.* 2019), c'est-à-dire trois types d'outils employés dans les activités de taille de la pierre, dont un type, les compresseurs, qui attestent de l'émergence convergente de la retouche par pression avant le début du Pléistocène récent en Chine et, dès le début du MIS5, à la grotte des Contrebandiers (Hallett *et al.* 2021), soit ~40 000 ans avant les premiers indices de ce comportement en Afrique du Sud (Mourre *et al.* 2010 ; d'Errico *et al.* 2012b ; de la Peña *et al.* 2013 ; Högberg, Lombard 2016). Par ailleurs, parmi les retouchoirs, deux types se distinguent. Si près des trois quarts semblent avoir été sélectionnés de manière opportuniste, puis utilisés et abandonnés rapidement, le quart restant correspond à des fragments de métapodes de cervidé présentant d'une part des plages d'usure fortement entamées, avec de nombreuses traces de percussion superposées et, d'autre part, des indices d'une mise en forme marginale par percussion directe alors que l'os était partiellement sec, probablement pour accroître la préhension et l'ergonomie de l'outil (Doyon *et al.* 2018). Cette attention particulière à un sous-ensemble de retouchoirs détonne par rapport au caractère expéditif du reste. À cet ensemble d'outils pour produire et mettre en forme l'outillage lithique s'ajoutent également de nombreux métapodes d'équidés et de bovidés présentant systématiquement un écrasement de leurs condyles distaux et un patron de fracturation de la métaphyse distale (van Kolfschoten *et al.* 2020) qui suggèrent, sur la base de données expérimentales (Bonhof, van Kolfschoten 2021), l'utilisation de ces éléments squelettiques entiers comme percuteurs pour la fracturation des os longs dans le but d'y récupérer la moëlle. Enfin, plusieurs douzaines de fragments osseux portent des négatifs d'enlèvement bifaciaux et/ou unifaciaux attestant d'une volonté de produire une arrête tranchante. La comparaison de l'outillage peu ouvragé et lithique sur éclats de quartz ou quartzite trouvé en association présente un continuum morphométrique qui suggère une certaine complémentarité fonctionnelle. Il semble probable que ces outils en os aient servi à des activités pour lesquelles les outils lithiques s'avéraient peu efficaces du fait de leur petite taille (Doyon *et al.* 2021). En aparté, il importe également de mentionner la découverte de deux fragments de côte présentant une série de dix et treize incisions linéaires chacun, dont un avec des micro-résidus d'ocre dans et entre les traits. Ces deux objets semblent indiquer que les

visiteurs du site avaient l'intention soit d'enregistrer de manière permanente de l'information ou d'exprimer quelque forme de comportements symboliques lors de l'exécution des incisions (Li *et al.* 2019).



Figure 3 : Sélection de retouchoirs en os (a-f) et percuteur en bois de cervidé (g) mis au jour à Lingjing (Doyon *et al.* 2018, 2019).

Prises dans leur ensemble, les données de Lingjing suggèrent que nous sommes en présence d'une tradition aboutie, avec ses codes reproduits sur le temps long, et dont l'origine et le développement demeurent à préciser. La présence d'un point d'eau attirant les faunes constituait certainement ce centre d'intérêt pour les populations occupant le paysage semi-ouvert de la région au début du MIS5. Au cours de leur déplacement vers le site, ces groupes pouvaient se procurer le strict minimum de matière première lithique, nécessaire aux tâches planifiées au site, le long des terrasses et des cours d'eau qu'ils franchissaient. Arrivés sur les lieux, ils pouvaient compter sur une abondance de restes en matière dure animale dont ils connaissaient les propriétés mécaniques du fait de leur expérience et utiliser ces restes, après les avoir transformés ou non, pour mener à bien leurs activités de subsistance, voire même laisser des traces de leurs capacités symboliques sur ce matériau. La diversité des activités au sein desquelles l'os servait à des fins technologiques à Lingjing, les indices de standardisation dans la sélection de la matière première pour les outils destinés à une utilisation prolongée et la complémentarité morphométrique des outillages lithiques et osseux sont autant d'indicateurs en faveur de l'hypothèse d'une diversification fonctionnelle établie en Chine dès la fin du MIS6. Les recherches futures portant sur la documentation des technologies osseuses chinoise du

Pléistocène moyen permettront d'établir si l'origine de cette diversification peut être repoussée au MIS9 comme c'est le cas en Eurasie occidentale.



Figure 4 : Sélection d'outils en os peu ouvragé mis au jour à Lingjing (Doyon *et al.* 2021).
Note : les points blancs correspondent à l'emplacement des négatifs d'enlèvement.

Il semble fort probable que ce qui est perçu ici comme un deuxième point de basculement à l'échelle de l'Ancien Monde, du moins à l'échelle de l'Eurasie occidentale, soit en fait l'aboutissement d'une longue évolution culturelle s'échelonnant entre 1 Ma et le début du MIS9. Si c'est le cas, cette perception est biaisée par les « vides » du registre archéologique et les disparités dans la nature, la quantité et la qualité des informations actuellement disponibles sur le sujet. Il devient donc impératif de poursuivre les recherches visant à établir des critères facilement opérables pour la reconnaissance des restes osseux modifiés et/ou utilisés et d'encourager l'étude des assemblages fauniques en regroupant simultanément les acteurs munis des compétences issues de la paléontologie, de la taphonomie et de la technologie. Une

autre limite inhérente à l'état actuel de nos connaissances concerne l'interprétation même du second point de basculement. En effet, l'idée d'une diversification fonctionnelle se fonde sur des différences typologiques et morphologiques observées entre les outils ainsi que sur des variations relatives à la localisation et l'étendue des plages d'utilisation. Gardant en tête le principe d'équifinalité, il devient urgent de tester l'hypothèse fonctionnelle en soumettant un large échantillon à une analyse tracéologique à proprement parler. Cela permettrait d'ailleurs de mieux comprendre les trajectoires prises par l'outillage osseux de même que l'évolution de son rôle au sein des systèmes techniques passés.

Troisième point de basculement : l'émergence de l'outillage osseux formel

Le troisième point de basculement est un phénomène qui interpelle à plusieurs égards. Premièrement, il est restreint tant géographiquement au continent africain que chronologiquement à la période comprise entre 95 et 60 ka. En second lieu, c'est dans ce contexte qu'apparaît une nouvelle catégorie d'outils en os dans le registre archéologique de l'Ancien Monde : l'outillage formel. Troisièmement, ce développement culturel ne touche pas uniquement les types d'outil produits mais également les procédés et techniques sollicités pour la manufacture de ces objets. Quatrièmement, dès ses premières manifestations, le recours à l'outillage formel présente un patron de régionalisation marqué à l'échelle continentale quant à la distribution des types d'outil. Enfin, il importe de souligner ici un point qui est souvent négligé. Hormis l'outillage expéditif et peu ouvragé, les premiers outils formels en Afrique sont précédés pendant vingt voire cinquante millénaires par la manufacture d'un autre pan des systèmes culturels produit à partir d'éléments en matière osseuse : la parure (d'Errico *et al.* 2005 ; Vanhaeren *et al.* 2006 ; d'Errico *et al.* 2008 ; Bar-Yosef Mayer *et al.* 2009 ; Vanhaeren *et al.* 2019 ; Val *et al.* 2020 ; Sehassseh *et al.* 2021). Ce point est d'autant plus important considérant la « disparition » synchrone de la parure et de l'outillage formel vers 60 ka en Afrique et leur « réapparition » dans le registre archéologique de tout l'Ancien Monde vers 50-45 ka qui constitue le quatrième point de basculement comme nous le verrons plus loin (Ma, Doyon 2021).

Les débuts de l'outillage formel en Afrique présentent des indices d'adaptations régionales dans la manufacture d'objets au pouvoir fonctionnel particulier. En Afrique du Nord, les premiers outils formels en os témoignent de l'exploitation préférentielle de fragments de côte et d'os long dont les bords acérés et l'extrémité aplatie semblent avoir été recherchés pour mener à bien des activités liées au travail des peaux, une hypothèse qui mérite d'être testée comme nous le verrons plus loin (El Hajraoui, Debénath 2012 ; Campmas *et al.* 2015 ; Bouzouggar *et al.* 2018 ; Hallett *et al.* 2021). En Afrique centrale, les premières formes d'outil formel correspondent à des pointes à barbelures uni- ou bilatérales ainsi que des armatures à section plane. Sur la base des données contextuelles et de l'abondance de restes de Siluriformes,

i.e., *Clarias* sp. et *Synodontis* sp., dans les assemblages d'où elle provient, cette technologie semble en étroite relation avec les activités halieutiques saisonnières des visiteurs dans la vallée de la Haute-Semliki (Yellen *et al.* 1995 ; Yellen 1998). En Afrique du Sud, les premières formes d'outil formel suggèrent une manufacture ciblant préférentiellement des éléments biseautés et appointés de même que la production de séries d'encoches sur les bords étroits de longs fragments osseux. Sur la base de données expérimentales et ethnographiques, ces objets ont été interprétés comme pointes de projectile, poinçons, pièces intermédiaires, goupilles/épingles et outils servant à la transformation de végétaux (Singer, Wymer 1982 ; Pinto Llona *et al.* 2000 ; Henshilwood *et al.* 2001 ; Barham *et al.* 2002 ; Cain 2004 ; d'Errico, Henshilwood 2007 ; Backwell *et al.* 2008 ; Vogelsang *et al.* 2010 ; d'Errico *et al.* 2012a ; d'Errico *et al.* 2018a ; Backwell *et al.* 2018 ; Bradfield, Wurz 2020 ; Bradfield *et al.* 2020 ; d'Errico *et al.* 2022).



Figure 5 : Outils biseautés en os ayant servi à écorcer les arbres et fouir le sol mis au jour à Sibudu (d'Errico *et al.* 2022).

En Afrique du Nord, une récente proposition a été émise par Hallett et collègues (2021) selon laquelle l'outillage formel aurait été utilisé à la grotte des Contrebandiers dès 120 ka où il aurait servi, entre autre, à la préparation de peaux de carnivores. Or, à la lumière des données présentées dans cette étude, cette affirmation invite à une réévaluation critique. Sur le plan chronologique, la séquence atérienne en cette localité est datée entre 120-90 ka ; elle est précédée d'un ensemble moustérien maghrébin et succédée d'une séquence ibéromaurusienne. Les objets interprétés comme outils pour préparer les peaux – des spatules sur côtes et fragments d'os longs d'herbivore – proviennent exclusivement de la partie supérieure de la séquence atérienne. De plus, ces objets ont été mis au jour uniquement à l'extérieur de la cavité et toujours à plusieurs mètres des restes de carnivores portant des indices d'écorchement qui proviennent non seulement de la partie inférieure de la séquence atérienne mais ont essentiellement été trouvés dans la cavité. Dans la partie inférieure de la séquence atérienne dont l'âge est estimé à ~120 ka, les seuls outils en os trouvés correspondent, à la lumière des données comprises dans les annexes, à des retouchoirs et des compresseurs actifs. Certes, quelques restes fauniques portant des traces de modification sont mentionnés au passage par Hallett et ses collègues et interprétés comme outils à la fonction indéterminée, mais l'absence de données sur la nature et le degré des modifications observées et d'illustrations des vestiges en question ne permet pas d'évaluer adéquatement la fiabilité du propos.

Sur le plan méthodologique, l'interprétation fonctionnelle proposée par Hallett et ses collègues se base sur la comparaison qualitative des traces d'usure observées à faible résolution – une méthode certes adaptée pour la documentation des traces de manufacture mais inadéquate pour observer, encore moins pour décrire, les micro-usures dues à l'utilisation des objets et déterminer le/les processus qui en sont à l'origine (Almeida Évora 2015) – à celles décrites dans un échantillon de littérature restreint (Semenov 1964 ; Tartar 2009 ; Soressi *et al.* 2013) qui mériterait d'être mis à jour à l'aide des méthodes combinant les approches qualitatives et quantitatives développées au cours des dernières années (e.g., Galland *et al.* 2019 ; Geis *et al.* 2022 ; d'Errico *et al.* 2022 ; Ma *et al.* in prep). Si les auteurs ont probablement raison de souligner que dès ~120 ka, *Homo sapiens* intensifie graduellement son recours aux matières osseuses pour la manufacture et l'utilisation d'outils, les indices de la grotte des Contrebandiers n'offrent pas en eux-mêmes de poids convaincant pour appuyer cette affirmation. Que doit-on retirer du cas des outils en os de la grotte des Contrebandiers ? Dans l'état actuel de nos connaissances, les objets interprétés comme spatules se rapprochent typologiquement et/ou morphologiquement des outils mis au jour à Dar es-Soltan I, unité G3-v datée à ~90 ka (Bouzouggar *et al.* 2018), et à El Mnasra, couches 5 et 6 (El Hajraoui, Debénath 2012), datées entre ~108 et 74 ka (Arous *et al.* 2022). En ces deux sites, des fragments de côte portent des traces de leur transformation et de leur utilisation. Interprétés soit comme lissoirs, brunissoirs, spatules ou couteaux, la fonction de ces objets reste à préciser. Il n'en demeure pas moins que l'adoption de ces innovations dans les systèmes technologiques nord-africains se produit au

cours de l'Atérien, reflet de dynamiques d'évolution culturelle au sein même de ce technocomplexe au début du Pléistocène récent.

L'outillage osseux demeure une caractéristique des systèmes technologiques en différentes régions d'Afrique jusqu'à ~65 ka, date à partir de laquelle le recours tant aux objets de parure en matière osseuse qu'aux outils en os semble être graduellement délaissé jusqu'à son abandon vers ~60 ka. Cette observation soulève nécessairement la question de comment expliquer la « disparition » d'un caractère culturel novateur du registre archéologique. Davantage de recherches doivent être mises en œuvre pour comprendre ce phénomène qui pourrait être dû notamment à des changements dans les stratégies de subsistance et dans l'organisation technologique des populations passées, à une fragmentation des réseaux de transmission des connaissances associées à la manufacture de ces outils, etc. Or, un certain nombre de facteurs peuvent également biaiser la perception d'une « perte » culturelle entre ~60 ka et le quatrième point de basculement : (1) les biais de récupération hérités du développement des méthodes de fouilles et des approches épistémologiques depuis la naissance de la discipline archéologique ; (2) la difficulté inhérente à la reconnaissance d'outils en os fragmentés au sein d'assemblage faunique composé de milliers de fragments de taille similaire ; (3) les disparités dans les méthodes mises en œuvre pour reconnaître et étudier les indices d'os travaillé issus de différents sites africains et du reste de l'Ancien Monde ; (4) les biais de représentation dus à des variations dans la préservation des vestiges organiques, etc. Il devient donc urgent de porter une attention particulière au registre archéologique africain – et du reste de l'Ancien Monde – de la première moitié du MIS3 afin de mieux comprendre si, et auquel cas pourquoi, l'outillage formel en os est abandonné après avoir été intégré pendant plus de trente millénaires dans les systèmes technologiques africains.

Quatrième point de basculement : l'outil formel en os, une introduction durable

Contrairement aux trois points de basculement précédents, le quatrième est un phénomène qui s'observe à l'échelle de l'Ancien Monde. Entre 50-45 ka, l'outillage formel et la parure refont surface dans les systèmes techniques en plusieurs régions du globe, notamment en Europe (Julien *et al.* 2002 ; d'Errico *et al.* 2003 ; Zilhão *et al.* 2010 ; Caron *et al.* 2011 ; d'Errico *et al.* 2012c ; Soressi *et al.* 2013 ; Tejero, Grimaldi 2015 ; Tartar 2015 ; Tejero 2016 ; Karavanić 2016 ; Jéquier *et al.* 2018 ; Julien *et al.* 2019 ; Sano *et al.* 2019 ; Doyon 2020 ; Arrighi *et al.* 2020 ; Kitagawa, Conard 2020 ; Velliky *et al.* 2021 ; Talamo *et al.* 2021), au Levant (Kuhn *et al.* 2001 ; Tejero *et al.* 2016 ; Yeshurun *et al.* 2018 ; Tejero *et al.* 2018 ; Bar-Yosef Mayer 2020 ; Tejero *et al.* 2020), en Afrique du Sud et de l'Est (Ambrose 1998 ; Gliganic *et al.* 2012 ; d'Errico *et al.* 2012a ; Miller, Willoughby 2014 ; Tryon *et al.* 2018 ; d'Errico *et al.* 2020), en Asie centrale, méridionale et orientale (Huang *et al.* 1986 ; Golovanova *et al.* 2010 ; Zhang *et al.* 2010 ; Perera *et al.* 2016 ; Derevianko *et al.* 2016 ; Zhang *et al.* 2016a ; Song *et al.* 2016 ; Wei *et al.* 2016 ; Wei *et al.* 2017b ; Pitarch Martí *et al.* 2017 ;

Shalagina *et al.* 2018 ; Krivoschapkin *et al.* 2018 ; d’Errico *et al.* 2018b ; Wedage *et al.* 2019 ; Langley *et al.* 2020 ; Shunkov *et al.* 2020 ; Belousova *et al.* 2020 ; d’Errico *et al.* 2021 ; Tejero *et al.* 2021) de même qu’en Asie-Pacifique et en Australie (O’Connor *et al.* 2014 ; Langley *et al.* 2016b ; Langley *et al.* 2016a ; Langley *et al.* 2019 ; Langley *et al.* 2021). Nous saisissons mal les causes sous-jacentes à ce développement culturel bien que les découvertes récentes suggèrent que la production d’armatures ait occupé un rôle déterminant dans la réintégration – pérenne – de l’outillage formel au sein des systèmes technologiques de la fin du Pléistocène. Longtemps considérée comme une innovation comportementale introduite lors de la dispersion initiale des membres de notre espèce en Europe (Mellars 1973 ; McBrearty, Brooks 2000 ; Klein 2008), les recherches engagées au cours des deux dernières décennies nous permettent plutôt d’y déceler une convergence évolutive dans la production d’outils cynégétiques ou halieutiques à partir de 45 ka. En effet, tant la variabilité dans la forme des armatures que le synchronisme de leur apparition dans le registre archéologique suggèrent l’émergence indépendante de solutions techniques analogues difficilement interprétables comme le résultat d’une transmission directe des connaissances et compétences nécessaires à la manufacture et l’utilisation d’armatures de projectile (Ma, Doyon 2021). Cela soulève nécessairement la question de savoir comment – et pourquoi – des populations distinctes porteuses de systèmes techniques spécifiques et vivant dans des contextes environnementaux différents en arrivèrent à produire des adaptations culturelles similaires. Si cette problématique demeure pour le moment irrésolue, l’émergence de l’outillage formel semble signaler une diversification des stratégies d’acquisition des ressources carnées et un recours sans cesse croissant aux technologies composites dans un contexte de mobilité accrue (Klein 2009 ; Kuhn 2020). Cet élargissement du spectre des matières osseuses pour y inclure celles d’origine animale offre aux archéologues la perspective d’explorer l’organisation technologique des groupes préhistoriques notamment pour ce qui est de l’accessibilité des ressources à transformer en outil, l’investissement en temps et en énergie requis pour la manufacture de l’outil et l’intégration de cette activité au sein d’autres impératifs liés à la subsistance de même que pour la négociation des propriétés de l’objet quant à son efficacité, sa durabilité et son potentiel de maintenance (e.g., Jochim 1976 ; Binford 1977 ; Binford 1980 ; Wiessner 1982 ; Torrence 1983 ; Gould, Saggers 1985 ; Bamforth 1986 ; Gamble 1986 ; Shott 1986 ; Bleed 1986 ; Kelly 1988 ; Nelson 1997).

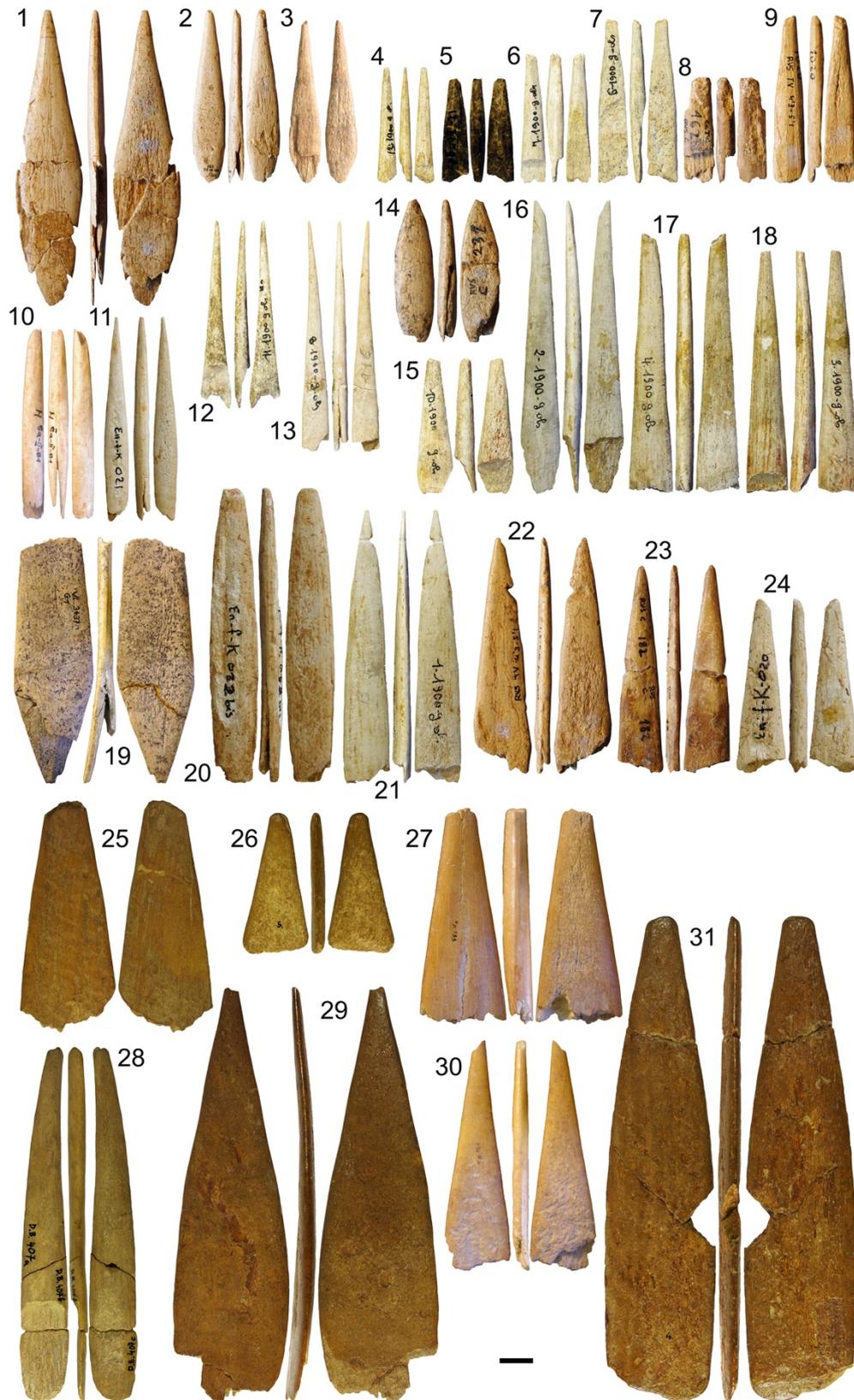


Figure 6 : Sélection de pointes de projectile aurignacienne en matière osseuse mise au jour à la Cova de l'Arbreda (1-3), à la Grotte de l'Observatoire (4-7, 12-13, 15-18, 21), au Reclau Viver (8-9, 14, 22-23), à Šandalja (10), à la Grotta dei Fanciulli (11, 20, 24), à Vindija (19), à Mokriška jama (25-26, 29, 31), à Velika pečina (27, 30), et à Divje babe I (28) en Europe méridionale (Doyon 2020). Échelle = 1cm.

Au-delà de la production d'armatures, ce quatrième point de basculement se caractérise également par une complexification technologique qui se matérialise de moult façons. Tout d'abord, la diversification typologique de l'outillage à partir du Paléolithique récent s'accompagne du développement des procédés d'extraction des supports à transformer en outils et de la normalisation accrue des procédés et techniques mis en œuvre lors de la manufacture des technologies osseuses. En effet, à partir du Gravettien, la production préférentielle de supports par double rainurage et fracturation (Goutas 2004) succède au procédé favorisé à l'Aurignacien combinant les techniques de fendage et de refend (Knecht 1991 ; Tejero 2010 ; Tejero 2014). Au Solutréen et au Badegoulien, bien que les pièces intermédiaires soient les seules à attester d'une persistance dans le recours au procédé d'extraction hérité du Gravettien, celui-ci se voit intégré dans un système technique qui mise également sur l'extraction de supports par percussion lancée directe contrôlée et fendage (Baumann, Maury 2013). Si l'objectif de ce développement technologique est certainement lié à une volonté de prédétermination accrue des dimensions de l'objet fini, le choix du procédé adapté à un projet particulier semble avoir été influencé par les effets de sa mise en œuvre sur l'efficacité et la durabilité des productions, e.g., les micro-fractures engendrées par la percussion lancée pouvant accroître le risque de fracturation d'une pièce intermédiaire lors de son utilisation (Baumann, Maury 2013).

Un autre indice de complexification technologique est perceptible dans la matérialisation des règles de production associées aux différentes adaptations culturelles en matière osseuse. Par exemple, on observe à l'Aurignacien une segmentation fonctionnelle des matières premières : l'ivoire, la dent et les coquillages étant réservés à la production de parures, le bois de cervidé à celle d'armatures et, enfin, l'os à proprement parlé étant préférentiellement destiné à la manufacture d'outils domestiques (Liolios 1999 ; Tartar *et al.* 2006 ; Tartar 2015). Cette compartimentation des matières premières et leur association à des registres culturels bien circonscrits permettent non seulement d'aborder la thématique de l'économie des matières premières (*sensu* Perlès, Tixier 1980) mais aussi celle de la valeur accordée aux restes d'origine animale issus d'espèces distinctes. Cette différence dans la valeur – malgré le fait que le sens associé à celle-ci nous échappe – est notamment perceptible lorsque l'on explore la variabilité propre à un système technique particulier. À l'Aurignacien par exemple, les cooccurrences entre la parure et l'outillage cynégétique en os suggèrent la coexistence de traditions distinctes au sein du même technocomplexe où des relations significatives peuvent être décelées entre les modes d'ornementation du corps et la manufacture d'armatures de projectile en os aux formes particulières (Doyon *in press*). *In fine*, l'investissement dans la transformation des matières osseuses, la récurrence dans les règles de production régissant la manufacture de l'outillage, la reproduction de formes normées et standardisées grâce à l'application de techniques de réduction adaptées au travail de ces matériaux – formes qui ont d'ailleurs permis aux archéologues de départager des entités typologiques propres – font en sorte que les objets

ainsi produits présentent des caractéristiques permettant de reconnaître l'identité des groupes humains partageant une tradition culturelle et auxquels appartiennent leurs fabricants (Doyon 2019b). D'autre part, lorsqu'abordé dans la diachronie, le maintien ou les transformations de caractères culturels – typologique, technologique, morphométrique et/ou fonctionnel – permettent d'élaborer des phylogénies culturelles pour des types d'objet spécifiques et de confronter les données liées au rythme et à la portée des changements culturels aux dynamiques populationnelles au cours de la Préhistoire (d'Errico et al. 2018b ; d'Errico et al. 2021 ; Yin et al. in press).

Le quatrième point de basculement opère une transformation profonde des systèmes techniques. L'introduction pérenne de l'outillage formel en leur sein s'effectue en parallèle du maintien des outillages osseux expéditifs et peu ouvragés, deux catégories qui demeurent utilisées jusqu'à l'Holocène (Tartar 2012a ; Tartar 2012b ; Jéquier *et al.* 2018 ; Vitezović 2018 ; Yeshurun *et al.* 2018 ; Toniato *et al.* 2018 ; Zhang et al. 2018 ; Bello *et al.* 2021 ; Martisius *et al.* 2022). Dès le début du Paléolithique récent, les fondations sont graduellement mises en place, e.g., normalisation des règles de production, spécialisation dans le travail des matières osseuses, etc., et permettront l'émergence de véritables industries spécialisées telles que les tabletteries gallo-romaines dans l'Antiquité (e.g., Thuet 2002 ; Moussion 2017) et qui perdureront jusqu'aux périodes historiques récentes (e.g., Chandevau 2002). Cette industrialisation du travail des matières osseuses est également attestée dès la fin du Néolithique en Chine notamment à Shimaoyuan, cité-état de la période Longshan en province du Shaanxi, où des ateliers spécialisés dans la production de fines aiguilles à chas simple ou double, retrouvées en centaines d'exemplaires, occupaient visiblement une position centrale dans les réseaux impliqués dans le travail de la soie (Sun *et al.* 2018). Ce n'est qu'après la Seconde Guerre Mondiale que l'os se voit relégué une bonne fois pour toute au champ unique des pratiques artisanales alors qu'il est remplacé par le plastique dans les productions industrielles.

Conclusion : sur les types d'outils et les techniques de manufacture

Le précédent survol des grandes étapes du développement des industries osseuses au cours du Pléistocène offre l'occasion de souligner quelques points importants, de répondre aux objectifs fixés pour cette partie du mémoire et d'énumérer les lacunes persistantes qui méritent d'être comblées au cours des recherches futures.

Dans l'état actuel de nos connaissances, quatre points de basculement deviennent apparents au regard du registre archéologique du Pléistocène : (1) l'origine des premiers outils en os, expéditifs en Afrique du Sud et peu ouvragés en Afrique de l'Est ; (2) la diversification fonctionnelle de l'outillage peu ouvragé en Eurasie ; (3) les premiers indices d'outils formels en Afrique à partir de ~90 ka puis leur disparition concomitante avec celle de la parure vers 60 ka ; et enfin, (4) la réintroduction pérenne cette fois de l'outillage formel dans les systèmes

techniques de l’Ancien Monde vers 50-45 ka. Si les premier et troisième sont limités au continent africain, les autres semblent – malgré les imprécisions inhérentes à un registre archéologique parcellaire – attester d’une tendance globale dont les causes sous-jacentes demeurent inconnues. Malgré ce flou, ces quatre points de basculement représentent bien – comme l’indique la citation présentée en introduction – des moments cruciaux de l’évolution culturelle de notre lignée qui ont jeté les bases nécessaires à la complexification de l’outillage. Dès son origine, du moins de manière plus évidente en Afrique de l’Est, l’intégration de l’industrie osseuse au sein des systèmes techniques se matérialise sous forme de traditions émergentes, en partie déterminée par la nature des restes animaux exploités, leur concentration et leur accessibilité dans le paysage de l’époque. S’il n’est pas pour l’instant possible de suivre précisément les trajectoires prises par ces traditions naissantes, leur développement sur le temps long a certainement joué un rôle central à la diversification fonctionnelle perceptible au deuxième point de basculement. Le troisième moment est tout aussi intrigant tant du fait de l’association entre l’outillage formel et la parure en matière dure d’origine animale que du patron de régionalisation à l’échelle continentale des types d’outil reproduits. Si le duo parure : outil formel témoigne du transfert des techniques du travail du bois vers de nouveaux pans de la culture matérielle, le patron de régionalisation suggère une convergence comportementale qui s’exprime différemment aux échelles locales et régionales en fonction des besoins en objets aux pouvoirs fonctionnels particuliers. C’est à partir de ce moment que l’outil prend le double rôle d’extension du corps dans les activités de subsistance et du signal de l’appartenance à un groupe humain au sein d’une population structurée. Le troisième point de basculement est en quelque sorte une pulsation hâtive, éphémère à l’échelle de notre histoire biologique et annonciatrice des développements qui marqueront les trajectoires évolutives des adaptations culturelles de notre lignée à partir de la fin du Pléistocène. Dès le quatrième point de basculement, les bases sont jetées ; elles ancrent dès la fin du Paléolithique moyen les bases comportementales nécessaires à la complexification technologique, à l’accélération des développements techniques, à l’émergence de savoirs spécialisés détenus par une minorité d’individus, etc., qui s’observent à des degrés variables d’une région à l’autre jusqu’aux périodes historiques.

Les grandes lignes du développement de l’industrie osseuse pléistocène peuvent également être abordées par la double lentille des produits – les outils – et des modes de production – les techniques de transformation de la matière ainsi que leur organisation en *chaînes opératoires*. Pour ce qui a trait aux modes de production, pendant près de deux millions d’années, la percussion lancée directe domine le registre technique sollicité par les différentes humanités qui ont recours à l’outillage en os. En de rare instances, l’abrasion semble également s’inviter dans les techniques de façonnage d’approche. Or, cette perception d’un registre technique limité est biaisée par la portée restreinte du regard lorsqu’on se limite uniquement aux matières osseuses transformées en outils. En effet, à la percussion et l’abrasion, il faut ajouter l’incision comme technique dévolue à la production de représentations géométriques

et/ou abstraites interprétées comme l'indice de comportements symboliques. Qu'elle soit produite par un geste unique ou répété, cette technique est non seulement employée pour modifier la surface des matières osseuses mais également celles des matières minérales. Ce n'est qu'à partir de l'introduction de l'outillage formel qu'on assiste à une diversification du registre technique, la majorité étant héritée du travail du bois, notamment le rainurage – véritable extension de l'incision – le raclage et l'abrasion, cette dernière devenant monnaie courante contrairement aux indices anecdotiques précédents. Parallèlement aux techniques de mise en forme, on observe également une attention particulière au prétraitement de la matière première pour la mise en œuvre de projets spécifiques, notamment l'hydratation du bois de cervidé pour faciliter certaines étapes de son exploitation (Newcomer 1974 ; Sussman 1985 ; Bergman 1987 ; Elliott, Milner 2010 ; Taipale *et al.* 2016) ou la chauffe en milieu anaérobique pour transformer la couleur du support en profondeur (d'Errico *et al.* 2015 ; Li *et al.* 2020). En ce qui concerne les techniques de perforation, leur introduction dans le registre techniques de transformation des matières osseuses s'effectue dès l'émergence de la parure, soit avant le troisième point de basculement en Afrique et le quatrième dans le reste de l'Ancien Monde. Les sites de l'Altaï et de Chine septentrionale offrant de longues séquences d'occupation attestent en effet de la manufacture de parures avant l'introduction d'outils perforés – notamment les aiguilles à chas – et semblent suggérer que les techniques employées pour la mise en forme des perforations des dents animales ont été transférées d'un pan culturel à un autre sans subir une réorganisation substantielle (d'Errico *et al.* 2018b ; d'Errico *et al.* 2021). En somme, un fond technique commun est sollicité à des degrés divers dans tout l'Ancien Monde. Or, on perçoit aussi un patron de régionalisation d'un continent à l'autre quant au recours préférentiel à l'une d'entre elles, l'abrasion, un phénomène relativement rare en Europe tout au long du Paléolithique récent, qui est pourtant ubiquiste tant en Afrique qu'en Asie pour la même période (Yellen 1998 ; Rabett, Piper 2012 ; O'Connor *et al.* 2014 ; Aplin *et al.* 2016 ; Perera *et al.* 2016 ; Bradfield 2016 ; Zhang *et al.* 2016b ; Zhang *et al.* 2018 ; d'Errico *et al.* 2018b ; Li *et al.* 2020). En cette dernière région, l'abrasion domine en effet le registre technique à toutes les étapes de la modification de l'os, indépendamment de l'objectif – utilitaire ou symbolique – et ce jusqu'aux périodes récentes (e.g., Wang *et al.* 2022 ; Yin *et al.* in press).

Sur le plan typologique, les deux premiers millions d'années sont dominés par l'outillage expéditif et peu ouvragé. La littérature occidentale portant sur l'industrie osseuse de cette période s'est historiquement focalisée sur deux types d'outil en particulier : les retouchoirs et les bifaces. Ce biais hérité des orientations de la recherche au cours du temps s'explique d'une part par la position intermédiaire du premier type entre les pans culturels lithique et osseux et, d'autre part pour le second type, par les similarités – typologiques, technologiques et morphométriques – qu'il partage avec les produits homologues en pierre taillée. La littérature orientale, quant à elle, propose souvent une catégorisation typologique des vestiges mis en forme par percussion lancée directe. Ces objets sont classés en raclours, couteaux, pics, grattoirs, perçoirs, etc., sur la base des similarités morphologiques qu'ils partagent avec les équivalents

lithiques trouvés en association (e.g., An 2001 ; Feng 2004). Or, cette catégorisation présente quelques dangers interprétatifs. Tout d'abord, la notion de type renvoie à une action particulière au cours de laquelle l'outil remplace le corps pour une fonction donnée. De plus, l'emprunt au registre lithique de ses catégories typologiques implique que les outils osseux et lithiques aux formes similaires devaient nécessairement être utilisés pour le même type d'action, indépendamment des propriétés mécaniques des deux types de matériaux. Par conséquent, en l'absence d'études fonctionnelles concluantes, ces divisions typologiques doivent être considérées pour ce qu'elles sont : des hypothèses qui méritent d'être testées à l'aide de méthodes adéquates pour s'assurer que l'interprétation fonctionnelle correspond bel et bien à une réalité des modes de vie préhistorique. Ce n'est qu'à partir de l'introduction des outils formels que l'on assiste à une véritable explosion de la diversité de l'outillage. Souvent, les formes de ces objets se rapprochent de celles documentées pour les outils modernes ou utilisés par les sociétés traditionnelles, e.g., harpons, aiguilles à chas, propulseurs, etc. Si dans la majorité des cas, les interprétations semblent supportées par les travaux en archéologie expérimentale et en tracéologie, la critique qui précède pour l'outillage peu ouvragé est également pertinente dans le cas de l'outillage formel, notamment les pièces dites « intermédiaires ». À titre d'exemple, à Sibudu, la découverte d'outils biseautés (ang. *wedge*) était associée, jusqu'à récemment, à des activités de fendage ou du travail de la peau. Or, comme nous le verrons dans la prochaine partie lorsque seront abordés les développements méthodologiques des dernières années, une étude tracéologique et expérimentale récente combinant les approches qualitatives et quantitatives suggère plutôt que ces objets aient servi à écorcer les arbres et à fouir des sols humiques, probablement pour accéder à des racines et autres tubercules (d'Errico *et al.* 2022).

À ce stade du mémoire, une question demeure. Comment l'industrie osseuse nous informe-t-elle sur les dynamiques d'évolution culturelle de notre lignée au cours du Pléistocène ? Tout au long du portrait dressé jusqu'à présent, de nombreux indices suggèrent que les grandes étapes du développement des industries osseuses se produisent principalement par convergence évolutive. La place dominante occupée par le registre lithique dans les études portant sur l'évolution culturelle a historiquement fait en sorte que l'industrie osseuse s'est vue reléguée au second rang dans cette thématique de recherche, une place secondaire où seules les données issues de l'outillage formel servent à appuyer des conclusions déjà établies par l'étude du fonds archéologique dominant. En dépit d'un registre archéologique parsemé de vides spatiaux-temporels, le survol effectué jusqu'à présent met en exergue le potentiel informatif de l'outillage en os pour appréhender ces dynamiques de même que pour discuter de l'apport des modes de transmission dans l'émergence et le maintien pendant des millénaires de stratégies de subsistance spécifiques ou de l'organisation technologique des groupes humains passés notamment au regard de la standardisation des règles de production – de la sélection de la matière première à son abandon en passant par sa transformation et son utilisation. Dans l'état actuel de nos connaissances, l'outillage formel est le mieux à même d'apporter des

informations à court et moyen termes sur le sujet. En effet, la mise en forme de l'objet par processus de réduction progressif à l'aide de techniques adaptées permettait aux individus d'imposer une forme à l'objet avec un fort degré de précision. La récurrence de ces formes est très certainement une démonstration matérielle de savoirs partagés et transmis au sein des groupes qui en étaient porteurs. Le défi qui se présente actuellement aux archéologues consiste donc à encoder la donnée technologique de manière analogue à ce qui est fait avec les données biologiques afin de comparer les dynamiques d'évolution culturelle et biologiques sur un pied d'égalité ; la troisième partie de ce mémoire abordera cette question.

Au-delà du précédent défi, quelques lacunes doivent urgemment être palliées pour permettre d'atteindre un nouveau point de basculement, cette fois dans notre compréhension du phénomène. Ces lacunes sont regroupées ici en trois catégories : (1) l'absence de données brutes ; (2) les limites interprétatives liées aux approches méthodologiques traditionnellement employées pour étudier cet aspect de la culture matérielle ; et, (3) le besoin de synthèses globales.

L'absence de données brutes sur la présence – ou la véritable absence – d'outillage en os est particulièrement handicapante lorsque l'on s'intéresse aux périodes comprises entre le premier et le second ainsi que le troisième et le quatrième point de basculement, c'est-à-dire entre 1 Ma et 350 ka de même qu'entre 60 et 45 ka. Dans le premier cas, cette absence est très certainement due à la difficulté inhérente à la reconnaissance de l'outillage expéditif et peu ouvragé. Dans les deux cas, des disparités dans le développement de la discipline archéologique expliquent probablement les écarts quant aux ressources disponibles pour étudier les trajectoires culturelles empruntées par l'industrie osseuse en différentes régions au cours du Pléistocène. L'absence de données brutes affecte également les assemblages ayant livré des outils formels. En effet, quelques rares études fournissent des indices suggérant que l'arrivée de l'outillage formel ne se fait pas aux dépens de l'outillage expéditif et peu ouvragé. Or, nous saisissons mal comment les différentes catégories de l'outillage ont été intégrées au sein des systèmes techniques passés.

En plus du besoin de poursuivre l'élaboration de critères d'identification rapides et fiables pour l'outillage peu ouvragé, la limite interprétative principale a trait aux méthodes généralement sollicitées pour l'étude de l'outillage en os. Jusqu'à récemment, les approches qualitatives ont occupé une place centrale dans la production des connaissances. Or, des études récentes ont fait la démonstration de la pertinence de développer davantage les méthodes quantitatives et mixtes, notamment pour préciser l'interprétation fonctionnelle de l'outillage peu ouvragé de même que les outils formels interprétés comme pièces intermédiaires. Il importe donc de poursuivre dans cette mouvance qui s'inspire de la biologie, de l'écologie, de l'ingénierie et des sciences de l'information pour adapter les méthodes pertinentes et ainsi permettre de jeter un regard nouveau sur l'outillage en os.

Enfin, la dernière lacune à pallier concerne le manque de synthèses globales pour toutes les catégories de l'outillage en os. Ces synthèses devraient en priorité cibler les thématiques liées à la place des outils en os dans les systèmes techniques passés. Lorsque l'objet d'étude le permet, notamment dans le cas de l'outillage formel, il sera pertinent d'identifier les caractéristiques de cet outillage pouvant être interprétées comme le reflet de l'appartenance de son porteur à un groupe humain au sein duquel une tradition technique particulière est transmise dans le but de permettre la comparaison entre les dynamiques d'évolution culturelle et biologique au cours de la Préhistoire.

Les deux prochaines parties du mémoire constituent l'occasion idoine pour présenter un retour historique sur les développements méthodologiques et les perspectives de recherche visant à fournir les clefs de dépasser les lacunes précédemment citées.

PARTIE II

FAIRE PARLER L'INDUSTRIE OSSEUSE... RETOUR SUR LES MÉTHODES

Suite à la synthèse qui précède sur l'origine et le développement de l'industrie osseuse au cours du Pléistocène, il devient pertinent de faire un bref retour historique sur les approches traditionnellement adoptées pour faire parler ce pan de la culture matérielle en portant une attention particulière sur l'enrichissement méthodologique que connaît notre discipline depuis le début du siècle. Un tel retour historique ne peut se faire sans considération de l'apport des technologues spécialistes de l'industrie lithique qui a, en quelque sorte, déterminé les orientations de la recherche portant sur l'industrie osseuse jusqu'aux années 2000. Comme nous le verrons, le champ d'étude sur lequel porte le présent mémoire s'intéresse de plus en plus à intégrer des méthodes empruntées de – ou inspirées par – la biologie, l'écologie et les sciences de l'information. Cette dynamique ouvre d'ailleurs de nouvelles perspectives qui semblent prometteuses pour les futures recherches portant sur l'évolution culturelle.

L'objectif de la présente partie n'est pas de faire une historiographie à proprement parler ; cela dépasse de loin le cadre du mémoire. Ainsi, le propos se limite à dresser les grandes étapes des développements méthodologiques pour ensuite faire le point sur le type d'information qui peut être produit à l'aide des différentes méthodes et l'apport de ces données à notre compréhension de l'évolution culturelle de notre lignée au regard de l'industrie osseuse. Le retour historique proposé dans cette partie se décline donc en trois périodes chronologiques arbitrairement définies qui correspondent en quelque sorte à trois points de basculement dans les trajectoires scientifiques occidentales : (1) des balbutiements de notre discipline jusqu'aux années 1990 ; (2) les années comprises entre 1990 et 2010 ; et enfin, (3) les développements qu'a connus notre spécialité au cours de la dernière décennie. Pour chaque période, les approches méthodologiques propres à l'étude, d'une part, de l'outillage formel et, d'autre part, de l'outillage expéditif et peu ouvragé sont présentées séparément.

L'avant-1990 : fossiles directeurs, typologie et approches culturalistes

La première phase du développement méthodologique en archéologie est caractérisée par l'accumulation sans cesse croissante de données primaires si bien qu'à la fin du XIX^{ème} siècle, un besoin se fait sentir de classer ces informations. Étant donné la nature des vestiges mis au jour et les processus responsables de la formation des sites, les archéologues de l'époque puisent dans l'héritage des Lumières et s'inspirent de la géologie et de la biologie, notamment de la cladistique, pour ordonner les manifestations culturelles qu'ils mettent au jour. Si les principes géologiques guident l'interprétation des indices selon une perspective diachronique,

ceux inhérent à la cladistique permettent d'adresser les questions d'ordre synchronique. C'est ainsi que s'ancre la notion de « fossile directeur » en archéologie, c'est-à-dire un élément de la culture matérielle retrouvé uniquement dans un contexte spatiotemporel donné. Sur le plan interprétatif, la présence d'un tel objet au sein d'une couche archéologique a pour effet de lier irrémédiablement cette unité stratigraphique et les vestiges qu'elle contient à la « Culture » l'ayant produit (e.g., Breuil 1912). Ainsi, en réduisant la variabilité des assemblages archéologiques aux outils caractéristiques, les archéologues élaborent des scénarios quant à la succession des cultures préhistoriques, fondements mêmes des approches chrono-culturelles.

À partir des années 1950, la masse de données disponible s'accroît à un point tel qu'on en arrive à déceler des associations significatives entre les « fossiles directeurs » et d'autres outils qui semblent suggérer la possibilité de raffiner le découpage des différentes phases culturelles. C'est ainsi qu'on assiste simultanément dans les écoles françaises et anglo-saxonnes au développement de la typologie empirique. En Amérique du Nord, A. C. Spaulding (Spaulding 1953) joue un rôle pionnier dans ce domaine tandis qu'en France, F. Bordes (Bordes 1953) fournit les clefs de lecture pour l'étude des industries lithiques moustérienne ; D. de Sonneville-Bordes et J. Parrot (de Sonneville-Bordes, Perrot 1953) adaptent cette approche à l'étude de l'outillage du Paléolithique récent. Dans les trois cas, la tentative de raffinement est motivée par un désir d'englober le plus grand nombre de vestiges dans la définition des entités culturelles et ce, par le recours aux analyses statistiques. Au cours de ce développement, on s'interroge sur l'existence même du « type » en tant que réalité culturelle perceptible pour l'humain préhistorique. Spaulding défend l'idée que les types représentent des groupes de vestiges exhibant un ensemble d'attributs dont la combinaison présente un patron caractéristique. Il suggère d'ailleurs que la classification typologique consiste à découvrir les combinaisons préférées par les artisans préhistoriques et qu'elle ne constitue pas une procédure arbitraire. Selon cette perspective, le type serait la matérialisation d'une conception particulière et, par conséquent, un produit de la cognition des artisans (Spaulding 1953, p. 305). Bien que les motivations de Bordes se rapprochent de celles de Spaulding, les développements qu'il propose visent plutôt à comprendre les causes de la variabilité des assemblages du Paléolithique moyen. Par son recours aux courbes de fréquences cumulatives, il identifie au sein du Moustérien des récurrences qu'il interprète comme le reflet d'entités culturelles distinctes.

Les interprétations proposées tant par Spaulding que par Bordes se verront soumises à de vives critiques, surtout dans le deuxième cas par le couple L. et S. Binford et qui donnera lieu à des échanges parfois virulents entre F. Bordes et L. Binford pendant les trois décennies qui suivront, débat auquel s'invite également P. Mellars à partir des années 1960. Le débat opposant les acteurs influents des écoles françaises et anglo-saxonnes porte principalement sur l'interprétation de la variation observée dans le registre archéologique. Si Bordes privilégie l'idée d'une coexistence des « cultures » préhistoriques au cours du Paléolithique moyen

(Bordes 1953), Mellars y décèle plutôt les indices d'une trajectoire évolutive qui se matérialise sur le temps long (Mellars 1965) à l'instar de ce qu'on peut observer pour le Paléolithique récent (de Sonneville-Bordes, Perrot 1953). Or, ces deux interprétations culturelles se voient débattues par les Binford qui rejettent l'idée selon laquelle la variabilité de l'outillage est uniquement déterminée par la « Culture ». Au contraire, ils suggèrent que les variations dans le registre archéologique s'expliquent d'abord et avant tout par la fonction des sites et la nature des activités qui y sont mises en œuvre (Binford, Binford 1966). En parallèle, en Amérique du Nord, la proposition de Spaulding se voit rapidement contestée par J. A. Ford et J. H. Steward (Ford, Steward 1954) qui soulignent la nature théorique des types. Ils insistent d'abord sur l'idée que la culture est un système de classification en soi et que son organisation trouve ses racines dans l'histoire des groupes qui en sont porteurs. Ensuite, ils admettent que c'est grâce à cet ordre inhérent à la culture que les archéologues peuvent déceler la structure à partir de laquelle ils construisent leurs typologies. Or, l'ordre en soi reste muet quant à la signification historique des manifestations culturelles. Par cette critique, Ford et Steward soulignent la nature imprécise de la typologie de même que ses limites interprétatives selon la perspective chrono-culturelle. Toutefois, ils ne récusent pas pour autant sa pertinence comme système de classification. Ils suggèrent plutôt de comparer les patrons qui émergent de l'application de plusieurs systèmes de classification – typologiques, statistiques, fonctionnels, etc. – dans le but d'appréhender les multiples facettes de l'histoire culturelle.

Il importe de souligner ici la contribution de G. Laplace qui développe, parallèlement à ce qui précède, les fondements de la typologie analytique dans les années 1950 et 1960. Ces recherches aboutissent à l'essai de synthèse qu'il publie dans la *Rivista di scienze preistoriche* (Laplace 1974). Le principe sous-jacent à la méthode qu'il propose postule que les données sont pourvues d'une structure qui leur est propre et que cette dernière devient accessible moyennant le recours à des outils d'analyse adéquats. En souhaitant s'affranchir le plus possible de la subjectivité inhérente à la définition des types et de la typologie empirique, il propose d'isoler chaque élément des assemblages archéologiques et de les étudier un par un, en colligeant les caractéristiques quantitatives – mesure et rapports typométriques – et qualitatives – caractères physiques, technologiques et morphologiques – sur chaque vestige pour aboutir à sa formule analytique plus ou moins complexe. Par la suite, la comparaison des formules met en lumière l'organisation interne de la production technique et son articulation. L'approche laplacienne est fastidieuse et ne s'ancre malheureusement pas en France à l'époque. Or, c'est en Espagne, en Italie et en Afrique du Nord que son influence se fait sentir, notamment du fait de la taille relativement restreinte des échantillons qui permet le déploiement de cette approche. On peut supposer que s'il avait bénéficié des moyens techniques actuels, notamment les algorithmes d'analyse des données de masse, son héritage intellectuel aurait sans doute pu traverser les frontières et imprégner les diverses Écoles de pensées.

En ce qui concerne l'industrie osseuse, les approches typologiques dominent ce champ d'études jusqu'à la fin des années 1980. Pensons notamment à la place de l'outillage formel, surtout les armatures cynégétiques et halieutiques, qui viennent appuyer les subdivisions du Paléolithique récent par l'Abbé H. Breuil (Breuil 1912). Ainsi, les données typologiques informent les archéologues non seulement sur la nature des activités mises en œuvre à une localité donnée (e.g., Chauvet 1910) mais aussi, dans certains cas, permettent de situer chronologiquement cette manifestation culturelle et, par extension, les autres vestiges trouvés en associations. Contrairement aux développements touchant l'étude des vestiges lithiques, on perçoit une certaine forme de stagnation du côté de l'étude des industries osseuses qui est en partie attribuable à la faible diversité et la moindre quantité d'outils formels en os comparativement aux assemblages lithiques conséquents si bien que le besoin de développer des outils de classification systématiques ne s'est jamais fait sentir. On ne peut toutefois pas passer sous silence le travail de I. Barandiarán Maestu qui, suivant l'exemple de Laplace, propose une méthode classificatoire pour étudier la variabilité de l'outillage osseux et des objets symboliques produits à partir de ces matériaux (Barandiarán Maestu 1967). Malheureusement, ce travail n'aura qu'un impact faible sur la communauté internationale, probablement dû au fait que l'ouvrage rédigé en espagnol n'est jamais traduit. Ce n'est qu'à partir de la fin des années 1960 grâce à la collaboration entre L. Balout et G. Camps, et plus encore au cours de la deuxième moitié des années 1970, que la communauté des spécialistes de l'industrie osseuse se fédère, grâce aux efforts soutenus de H. Camps-Fabrer. En plus de la publication des *Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique*, on assiste à la standardisation des méthodes mises en œuvre pour l'étude et du vocabulaire pour la description des outils en matière osseuse.

Étant donné la dominance des approches chrono-culturelles jusqu'au années 1990, les spécialistes de l'industrie osseuse se sont naturellement principalement intéressés à l'outillage formel, négligeant ainsi tout un pan de la culture matérielle en matière osseuse. Or, citons ici quelques exceptions qui joueront un rôle déterminant. Bien que mentionné dès la fin du XIX^{ème} siècle, les premiers rapports entièrement dédiés à l'outillage expéditif et peu ouvragé sont attribuables au Dr. L. Henri-Martin et s'inscrivent dans le cadre de ses recherches à La Quina, Charente. Il y combine la lecture des plages d'usure et l'archéologie expérimentale pour proposer que certains os ou fragments osseux ont été utilisés comme outils dans les activités de la taille de la pierre ou le travail de la peau (Henri-Martin 1906 ; Henri-Martin 1910). R. Dart est un autre acteur qui ne peut être passé sous silence. Dans sa monographie intitulée *The Osteodontokeratic Culture of Australopithecus Prometheus*, il émet l'hypothèse que cette humanité sanguinaire sélectionnait des fragments d'os, d'ivoire, de corne et de dents disponibles dans l'environnement pour les utiliser – avec ou sans modification – comme armes et outils (Dart 1957). Quelques années plus tard, c'est J. T. Robinson qui documente une découverte d'objets similaires à Sterkfontein, Afrique du Sud (Robinson 1959). Il faudra attendre les années 2000 pour que la lecture de Robinson soit appuyée par des méthodes

nouvelles (Backwell, d'Errico 2009). Or, la proposition de R. Dart rencontre un scepticisme généralisé de la part de la communauté, scepticisme qui encouragera C. K. Brain dans sa remise en question de son hypothèse et, par le fait même, participera au développement de la taphonomie pour l'étude des assemblages fauniques (Brain 1981). Ainsi, il faudra attendre la fin des années 1980 et le début des années 1990 pour assister à la résurgence – discrète et surtout limitée à l'Europe occidentale – d'un intérêt pour l'outillage expéditif et peu ouvragé (e.g., Cattelain dir. 1989 ; Chase 1990 ; Vincent 1993 ; Patou-Mathis dir. 1994).

Les décennies 1990-2010 : place aux approches technologiques

La décennie 1990 marque l'introduction des approches technologiques à l'étude de l'outillage en os, un développement que l'on doit à une américaine, H. (Katz) Knecht, ingénieure de formation qui, lors de la collecte de données pour sa thèse, côtoie plusieurs chercheurs francophones spécialistes des industries lithiques ayant joué un rôle dans la conception théorique et l'opérationnalisation méthodologique de cette approche pour son application à l'archéologie. Or, pour comprendre l'introduction des approches technologiques dans l'étude de l'outillage en os, il faut d'abord s'intéresser aux réflexions originaires d'autres disciplines des sciences sociales qui ont eu une influence sur la nôtre.

Ces réflexions portant sur la technologie s'ancrent dans une longue tradition académique française en ethnologie et sociologie. Parmi les figures importantes de la première moitié du XX^{ème} siècle, M. Mauss joue un rôle central dans la naissance de ce champ d'études. Disciple d'E. Durkheim, il propose l'idée selon laquelle les techniques du corps sont étroitement liées aux sociétés, à l'éducation, aux valeurs, aux modes et aux notions de prestiges et peuvent être abordées comme un « fait social total » qui doit être appréhendé sous les perspectives sociologiques, psychologiques et biologiques (Mauss 1936). Par cette proposition, les chercheurs se voient encouragés à porter leur regard au-delà du produit matériel résultant de l'application des techniques dans le but de percevoir les moyens et actions mis en œuvre dans le processus de création d'un objet. L'influence de Mauss transparaît dans les travaux de ses étudiants, notamment A. Leroi-Gourhan (Leroi-Gourhan 1943 ; Leroi-Gourhan 1945 ; Leroi-Gourhan 1964) et A.-G. Haudricourt (Haudricourt 1964 ; Haudricourt 1968) qui se spécialisent respectivement en ethnologie et en histoire ; on la perçoit également chez le philosophe G. Simondon (Simondon 1969) qui aborde la question sous un angle phénoménologique.

L'apport d'A. Leroi-Gourhan en archéologie est non négligeable. Suite à son recensement exhaustif des technologies employées chez les populations traditionnelles d'Asie de l'Est, du Pacifique et d'Amérique du Nord, la publication de deux ouvrages fondamentaux, *L'homme et la matière* (Leroi-Gourhan 1943) et *Milieu et technique* (Leroi-Gourhan 1945) posent les fondations des études technologiques qu'il définit comme l'analyse de la somme des moyens élémentaires appliqués à la matière pour sa transformation en outil (Leroi-Gourhan

1943). Il propose une distinction entre les tendances technologiques, i.e., les réponses fonctionnelles à des besoins qui sont eux-mêmes assujettis à des processus évolutifs, et le fait technologique, i.e., les choix déterminés par l'environnement dans lequel l'outil est utilisé, les ressources disponibles dans l'environnement et le corpus de connaissances partagées par les membres d'un groupe. Sa contribution théorique culmine avec la publication d'un troisième volume, *Le geste et la parole : 1. Technique et langage* (Leroi-Gourhan 1964), où il trace un parallèle entre technologie et cognition et introduit la notion de techno-économie. Il insiste sur le fait qu'en documentant le processus de manufacture des objets sous forme de séquence d'opérations, il est possible d'appréhender les conceptions mentales spécifiques à un groupe et d'identifier des normes dans les enchaînements favorisés pour la mise en œuvre d'un projet technologique.

Riche de son parcours chez les sociétés traditionnelles, A. Leroi-Gourhan transpose naturellement ses acquis intellectuels à l'étude des gisements préhistoriques dont il assume la direction des fouilles. Refusant catégoriquement toute segmentation entre l'étude des sociétés vivantes et éteintes, entre l'Histoire et la Préhistoire, il affine ses méthodes de récupération des vestiges au cours des fouilles menées aux grottes d'Arcy-sur-Cure dans le but d'ajouter une dimension spatiale à ses recherches et ainsi mieux appréhender le contexte dans lequel les préhistoriques ont mis en œuvre leurs activités. Cette méthode se cristallise à partir de 1964 suite à la découverte du site magdalénien de Pincevent qui offre un contexte géologique exceptionnel permettant la mise au jour de zones de débitage extrêmement bien préservées rendant ainsi possible leur mise en relation et la documentation fine des dynamiques sociales au sein desquelles sont entrepris les projets techniques. Dès la fin des années 1960, ce milieu intellectuel favorable aux réflexions portant sur les technologies donne naissance à plusieurs groupes de recherche, formels ou informel, qui marqueront l'archéologie française. Notons tout d'abord *Ethnologie préhistorique* qui réunit l'équipe multidisciplinaire qui épaulait A. Leroi-Gourhan à Pincevent de même que *Matières et manières* qui se constituent suites aux réunions informelles de H. Balfet, C. Karlin et F. David, trois membres de l'équipe de Pincevent. Soulignons également la mise en place du groupe *Techniques et Culture* en 1974 par R. Creswell, étudiant d'A. Leroi-Gourhan, qui participera aux réflexions donnant lieu à la contribution fondamentale de P. Lemonnier qui sera discutée sous peu. Enfin, comme nous le verrons plus loin, les échanges engagés au cours de la conférence des Eyzies-de-Tayac de 1964 et ceux ayant eu lieu lors du symposium sur la Préhistoire africaine de Burg-Wartenstein, Autriche, en 1965 participent à la création du groupe *Préhistoire et technologie* par J. Tixier.

On peut déplorer, au cours des années 1980, un désintérêt de plus en plus marqué pour l'étude des technologies dans les sciences humaines et sociales non concernées par l'archéologie. Celui-ci s'explique peut-être par la convergence des postures épistémologiques propres à la phénoménologie, au post-modernisme et à l'herméneutique qui portent une attention particulière à la subjectivité du chercheur et de l'informateur pour l'explication des

phénomènes sociaux. Or, pendant que la flamme technologique s'affaiblit en anthropologie culturelle, la rencontre des membres des groupes *Ethnologie préhistorique* – C. Karlin et P. Bodu – et *Préhistoire et technologie* – J. Pelegrin – en février 1986 marque un tournant où l'on adapte à l'archéologie et définit formellement le concept de « chaîne opératoire » dans le cadre d'une rencontre de la Société Préhistorique Française (Pelegrin *et al.* 1988). Il faut toutefois faire ici un petit retour en arrière pour mieux saisir la portée de cette contribution majeure.

Dès 1953, M. Maget émet l'idée selon laquelle le processus de manufacture d'un objet peut être segmenté en « phases », et que chacune d'entre elles peut être documentée au sein d'une séquence ininterrompue d'enchaînements techniques (Maget 1953). En 1964, A. Leroi-Gourhan abonde dans le même sens en proposant que la documentation de ces enchaînements de gestes permet de déceler la chaîne des décisions effectuées lors de la mise en œuvre d'un projet technique (Leroi-Gourhan 1964). En développant davantage ces réflexions pionnières, P. Lemonnier introduit le terme de « chaîne opératoire technique » et opérationnalise le concept selon trois niveaux hiérarchiques : (1) l'objet ou l'outil défini comme un moyen permettant la modification de la matière première ; (2) la séquence de gestes et de techniques ; et, (3) le corpus de connaissances spécifiques exprimées ou non par l'agent impliqué dans le projet. C'est dans le cadre de son ethnologie des marais salins de Guérande qu'il propose de chercher au sein de ces niveaux hiérarchiques les tendances et variantes inhérentes au phénomène technologique à l'étude, faisant écho ici à la tendance et aux faits technologiques d'A. Leroi-Gourhan, sans pour autant y rattacher une connotation évolutive. Dans ce cadre, il accorde aux variantes une valeur discriminante sur le plan social ; les façons de faire différentes permettent, selon lui, de cerner les traditions techniques spécifiques à un groupe donné (Lemonnier 1976).

Si l'ensemble du canevas proposé par P. Lemonnier est repris par J. Pelegrin, C. Karlin et P. Bodu, certains ajustements sont proposés pour le rendre opérationnel dans le cadre des recherches archéologiques. En conséquence, l'objet comprendra non seulement l'outil mais aussi l'ensemble des produits, sous-produits et déchets de l'action technique qui portent les marques du processus de fabrication. Les opérations techniques, quant à elles, sont divisées en séquences techniques – une succession de gestes – et sont ensuite regroupées en chaînes opératoires, soit une succession de séquences techniques. En l'absence d'acteur pouvant articuler leurs savoirs ainsi que la valeur symbolique qu'il y associe, les connaissances spécifiques sont remplacées par la notion de schéma conceptuel, c'est-à-dire la conception préexistante à tout projet dans l'esprit de l'artisan à la lumière des choix effectués en fonction de ses connaissances, de ses habitudes, des ressources à sa disposition ou encore des contraintes de la matière première. À ces trois niveaux hiérarchiques s'ajoute enfin la notion d'espace/temps qui cadre la mise en œuvre du projet puisque les activités techniques ne sont pas nécessairement menées dans leur ensemble à un même endroit. Enfin, l'intégration – par superposition et/ou séquençage – des différentes chaînes et leur matérialisation dans l'espace permet d'accéder au niveau d'analyse le plus englobant, le système technique. Le recours à cet

outil a pour effet de replacer l'humain dans son milieu et de mettre en valeur l'enchaînement des décisions pratiques adoptées dans un contexte particulier pour répondre aux besoins à satisfaire, qu'ils soient immédiats ou futurs (Pelegrin *et al.* 1988).

L'application de ce nouveau cadre à l'étude de la culture matérielle deviendra rapidement la norme en archéologie française. Or, son introduction participera au développement de deux branches disciplinaires dans le but de fournir un cadre interprétatif plus solide pour expliquer les nouvelles informations ainsi colligées : l'archéologie expérimentale et l'ethnoarchéologie. Dans le premier cas, il importe d'évoquer à nouveau la conférence des Eyzies-de-Tayac de 1964 où trois tailleurs de pierre se rencontrent : J. Tixier, D. E. Crabtree et F. Bordes. En examinant les productions de chacun, on y décèle clairement la signature technologique des différents individus. Mais, de manière plus importante encore, la notion d'équifinalité devient évidente : la production d'un outil peut s'effectuer par la mise en œuvre de procédés distincts. Ainsi, un besoin se fait sentir pour développer un vocabulaire standardisé et accepté par la communauté qui permettra ainsi de rendre les observations comparables. Après la présentation initiale de son approche technologique et dynamique de l'étude des industries lithiques à Burg-Wartenstein en 1965, J. Tixier jouera un rôle central dans la formalisation de l'analyse de ces vestiges (Tixier 1967 ; Tixier 1974 ; Inizan *et al.* 1995). Il ne faut toutefois pas se méprendre et penser que l'archéologie expérimentale constitue une approche innovante émanant de la conférence des Eyzies. En effet, dès la seconde moitié du XIX^{ème} siècle, les Scandinaves occupent une place importante dans le domaine. Leur vision holiste et sophistiquée de la réalité préhistorique couplée à des méthodes sollicitant l'interdisciplinarité, l'expérimentation et la quantification des observations servent à fournir une compréhension technologique et fonctionnelle des productions préhistoriques (pour une synthèse, voir Shimada 2005). De plus, tant en Amérique du Nord qu'en Europe, le recours aux approches actualistes avant les années 1960 – pensons à Coutier en 1929 ou Bordes dans les années 1940 et 1950 – vise principalement à répondre à trois objectifs : (1) comprendre les propriétés mécaniques de la pierre ; (2) distinguer l'origine anthropique des facteurs naturels responsables de la fracturation de la pierre ; et, (3) explorer les techniques permettant de produire des supports et de fabriquer des outils (Johnson *et al.* 1978). En Asie de l'Est, c'est Pei Wen Zhong qui introduit les approches expérimentales suite à son séjour doctoral en France sous la direction de l'Abbé Breuil. Les nombreuses expérimentations portant sur la fracturation de l'os lui avaient d'ailleurs fourni des indices pour déceler au sein des assemblages fauniques les vestiges portant des négatifs d'enlèvement qui peuvent être interprétés comme le produit d'une mise en forme intentionnelle de l'outillage peu ouvrier (Pei 1939).

En Amérique du Nord, la paternité des approches actualistes revient à W. H. Holmes qui, dès 1894, publie le travail qui servira de socle à l'élaboration du penchant nord-américain de la « chaîne opératoire », la « séquence de réduction ». Intéressé à restituer les objets qu'il trouve au sein des projets technologiques mis en œuvre par le passé, il combine intuitivement

des aspects propres à la typologie et d'autres issus de la technologie dans le but d'établir un lien entre la forme des vestiges lithiques et leur provenance respective au sein des étapes du projet technologique (Holmes 1894). On ne peut que s'étonner de la perspicacité de ce chercheur qui, près d'un siècle avant l'heure, trace dans ses grandes lignes le canevas qui aboutira au croisement de deux approches pour donner naissance à la techno-typologie. On peut toutefois reprocher à la notion de séquence de réduction de s'attarder uniquement à l'économie du débitage de la matière première et de ne pas offrir suffisamment de place ni à l'articulation des connaissances techniques et connexes ni à l'identification des compétences mises en œuvre dans la documentation des étapes du projet technique.

Le développement de l'ethnoarchéologie, quant à lui, vise à acquérir une meilleure compréhension des relations spatiales qui lient les activités techniques et leurs produits (e.g., Karlin, David 1999). À cela s'ajoutent également les questions relatives à l'expertise de l'individu (e.g., Karlin 1991 ; Ploux 1999). En France, les membres du groupe de recherche *Ethnologie préhistorique* cumulent les missions en Sibérie et dans les pays scandinaves pour apporter des éléments de réponse à ces questions. En Amérique du Nord, c'est d'abord vers l'Arctique canadien puis vers l'Afrique sub-saharienne et l'Australie que se tournent les archéologues dans le but de comprendre les facteurs qui conditionnent les choix technologiques. En cette partie du globe, ce développement s'inscrit dans un paysage où (1) le débat Bordes/Binford commence à s'essouffler, (2) l'influence de la perspective écologique dans l'étude des comportements humains est à son paroxysme (Whallon, Brown dir. 1975 ; Read 1975 ; Leonard, Jones dir. 1989 ; Bobrowsky, Ball 1989 ; Kintigh 1989) et, (3) la « Middle-Range Theory » prend son envol (Raab, Goodyear 1984). Ainsi, partant du principe que l'aboutissement d'un projet technologique implique nécessairement la négociation d'une diversité de facteurs et que la complexité de ces décisions peut être décelée par l'étude même de la technologie, les efforts ont été menés à isoler les facteurs sociaux et environnementaux déterminant dans l'organisation technologique et évaluer leurs effets sur la culture matérielle. Citons entre autres la possibilité de prévoir la présence d'une ressource dans l'espace, sa productivité, sa mobilité, son niveau d'agrégation ainsi les risques potentiels liés à son exploitation pour les variables environnementales (Binford 1977 ; Binford 1978b ; Binford 1979 ; Binford 1980 ; Torrence 1983 ; Bamforth 1986 ; Gamble 1986 ; Bleed 1986 ; Kelly 1988 ; Nelson 1997). Citons aussi, cette fois pour les variables sociales, le temps requis pour la mise en œuvre du projet, les coûts énergétiques associés à chacune des tâches qu'il comprend, les contraintes de mobilité, les contraintes liées à l'agrégation sociale, la planification et la gestion des activités en fonction du risque, la flexibilité des normes sociales dans la mise en œuvre du projet (Jochim 1976 ; Binford 1978a ; Smith 1979 ; Binford 1979 ; Binford 1980 ; Wiessner 1982 ; Torrence 1983 ; Gould, Saggars 1985 ; Gamble 1986 ; Bamforth 1986 ; Shott 1986 ; Bleed 1986 ; Bleed, Bleed 1987 ; Kelly 1988 ; Dobres, Hoffman 1994 ; Dobres 1995). Ces recherches ont été déterminantes pour mettre l'accent sur la nature dynamique du phénomène technologique. À travers la négociation d'une variété de facteurs, les sociétés non

seulement élaboraient des solutions pour répondre aux besoins auxquels elles étaient confrontées mais se voyaient également façonnées par ces mêmes solutions.

L'introduction des approches technologiques à l'étude des industries osseuse formelle accusera un décalage d'une décennie par rapport aux technologies lithiques – il faut attendre la fin des années 2000 et le début des années 2010 pour voir les premières tentatives de son adoption pour l'étude de l'outillage peu ouvragé (e.g., Daujeard 2007 ; Daujeard *et al.* 2014). Tel qu'indiqué au début de la présente section, H. (Katz) Knecht est pionnière dans ce dénouement et s'inspire des travaux issus tant de la tradition française que des écoles anglo-saxonnes dans la préparation de sa thèse (Knecht 1991). Étant donné sa formation d'ingénieure, elle souligne l'importance d'acquiescer d'abord et avant tout une compréhension des propriétés biomécaniques des matières osseuses pour mieux comprendre les choix entourant leur sélection. En effet, des variations dans la composition chimique et la structure des matières osseuses déterminent d'une part l'éventail des techniques permettant leur transformation efficace et, d'autre part, leur réponse aux contraintes mécaniques exercées au cours de leur utilisation. De plus, dans la foulée des travaux de M. Newcomer (Newcomer 1974), elle entreprend des projets expérimentaux dans le but de documenter le processus de manufacture d'un ensemble d'armatures aurignaciennes et gravettiennes et de comprendre leur fonction respective au sein des systèmes techniques auxquels elles sont associées (Knecht 1991 ; Knecht 1997). Les travaux de H. (Katz) Knecht érigent un pont entre les approches typologiques traditionnelles et technologiques émergentes dans l'étude de l'industrie osseuse. Ses travaux constituent une véritable source d'inspiration, notamment pour D. Liolios qui participe à l'opérationnalisation du concept des chaînes opératoires pour l'étude de ce pan de la culture matérielle (Liolios 1999) de même que pour A. Averbouh qui formalise les définitions des attributs technologiques et des niveaux d'interprétations et qui introduit le concept de remontage mental pour restituer les sous-produits et déchets de manufacture au sein d'un projet technologique plus large (Averbouh 2000). Ces apports jouent un rôle déterminant dans le développement de la techno-économie qui constitue à ce jour un véritable fleuron de la tradition française pour l'étude de la culture matérielle en matière osseuse (e.g., Goutas 2004 ; Pétilion 2006 ; Tartar 2009 ; Tejero 2010 ; Jéquier 2014 ; Lefebvre 2016).

Parallèlement aux réflexions sur la technologie, l'émergence de deux nouvelles sous-disciplines de l'archéologie, la taphonomie et la tracéologie, a des effets sur la mise en œuvre des études portant sur l'industrie osseuse. Étant donné les propriétés de préservation des tissus organiques, les études taphonomiques permettent d'acquiescer une meilleure compréhension des processus post-dépositionnels ayant affecté l'intégrité des assemblages fauniques. Elles permettent notamment de départager les modifications d'origine anthropique et non anthropique sur les restes fauniques et ainsi, d'évaluer la nature et la qualité des données accessibles qui peuvent effectivement être intégrées dans la description des chaînes opératoires. En ce qui concerne la tracéologie, en plus des travaux pionniers de S. A. Semenov (Semenov

1964) et de B. Hayden (Hayden 1979), le recours de plus en plus généralisé aux diverses méthodes d'imagerie microscopique permet non seulement de faire une distinction entre les traces de manufacture présentes sur la surface des objets mais aussi de proposer de hypothèses, informées par les données issues de l'application de protocoles expérimentaux, quant à la fonction pour laquelle l'objet a servi à partir de la description des micro-usures (Shipman *et al.* 1984 ; Olsen dir. 1988 ; d'Errico 1993 ; d'Errico *et al.* 1993 ; LeMoine 1994).

À ce jour, l'approche technologique demeure le meilleur outil pour aborder les questions relatives à la gestion des matières premières à la disposition des groupes préhistoriques, à l'articulation des connaissances et compétences dans la mise en œuvre d'un projet technologique, à l'identification de tendances et variantes dans ces projets, à la compréhension de la place fonctionnelle de l'outil au sein du système technique de même qu'à l'appréhension de l'espace et la gestion du temps par les populations passées. Or, cette approche comporte aussi quelques limites comme nous pourrions le constater dans la prochaine section.

Depuis 2010 : diversifier les sources d'inspiration méthodologique...

Si la tendance générale dans les développements méthodologiques pour l'étude des industries osseuses avant les années 2010 est de reprendre et d'adapter les approches développées par la communauté des lithiciens, un changement s'observe à partir de cette décennie. En effet, deux avancées scientifiques importantes dans le domaine de la biologie ouvrent de nouvelles perspectives qui rendent possible l'affinement de nos connaissances sur ce pan de la culture matérielle. Ces percées offrent d'ailleurs l'occasion de réorienter certaines thématiques de recherche. Or, avant de poursuivre, il importe ici de glisser quelques mots sur les limites inhérentes à l'application de l'approche technologique.

Dans l'idéal, l'analyse technologique requiert l'accès à l'ensemble des vestiges fauniques portant des traces de modification anthropique pour restituer le plus précisément les étapes mises en œuvre lors de la transformation des matières osseuses en outils à une localité donnée. Ce besoin nous permet d'aborder une première contrainte à laquelle fait face le technologue. Étant donné l'évolution des approches dominantes et des orientations de la recherche depuis la naissance de notre discipline, un biais de récupération s'est introduit au sein du registre qui est aujourd'hui à notre disposition. En effet, l'accent mis sur les fossiles directs de même que celui porté sur l'étude de l'outillage formel a eu pour conséquence de séparer l'outillage en os du reste des assemblages fauniques d'où ils proviennent – encore faut-il que l'ensemble des vestiges fauniques aient été récupérés, une pratique rare avant le développement de techniques de récupération moderne – et de négliger tout un pan de l'outillage osseux moins facilement reconnaissable. Ainsi, ce biais historique fait en sorte que les collections mises au jour lors de fouilles dites « anciennes » se prêtent peu à la lecture des chaînes opératoires puisque seules les dernières étapes du projet peuvent être documentées sur les objets finis. Par conséquent,

avant 2010, la documentation des étapes en amont de la chaîne opératoire étaient virtuellement inaccessibles aux technologues.

En 2009, M. S. Buckley et ses collaborateurs publient les résultats d'une méthode qu'ils viennent d'élaborer, l'identification des espèces au moyen de l'étude protéomique par spectrométrie de masse (ZooMS, Zooarchaeology by Mass Spectrometry) (Buckley *et al.* 2009). Cette méthode permet d'acquérir la signature spectrale du collagène présent dans l'os et de la comparer à une base de données pour identifier l'espèce ayant fourni la matière première pour la manufacture de l'outil. Cette avancée est non négligeable puisqu'elle ouvre l'accès à la documentation de la première étape de la chaîne opératoire dans la mesure où le collagène est suffisamment bien conservé : la sélection de la matière première. De plus, dans les cas où des informations sont disponibles sur le spectre faunique mis au jour lors de fouilles « anciennes » au sein d'une occupation donnée, il devient possible de comparer les données taxonomiques aux données issues de l'application de la méthode ZooMS afin de déterminer si des espèces étaient ciblées de manière préférentielle en tant que sources de matière première pour la production d'outils d'une part et d'établir si cette (ou ces) espèce(s) étai(en)t disponible(s) dans l'environnement du site ou, au contraire, si les éléments squelettiques transformés en outils ont été importés sur le site. Malgré cette avancée, on mettra huit ans avant son application à l'étude des technologies osseuses (Desmond *et al.* 2018). Ce décalage est dû d'une part aux efforts de limiter la taille des prélèvements requis pour l'application de cette méthode destructive et à la nécessité de recueillir une base de données spectrales suffisamment vaste pour identifier les espèces éteintes d'autre part. Le développement de méthodes d'échantillonnage alternatives depuis sa publication initiale vise à la rendre non-destructive. Ainsi, il devient maintenant possible d'échantillonner directement les mini-grips et contenants dans lesquels les outils ont été entreposés pour produire l'analyse protéomique (McGrath *et al.* 2019 ; Martisius *et al.* 2020b). De même, l'échantillonnage peut aussi s'effectuer en frottant délicatement une gomme à effacer sur la surface de l'objet (ang. *eraser extraction method*) ; l'analyse protéomique est alors conduite sur les résidus qui se détachent de la gomme pendant cette action. D'abord appliquée à l'étude protéomique de parchemins du XIII^{ème} siècle (Fiddyment *et al.* 2015), cette dernière approche a toutefois été critiquée tant pour son faible taux de succès que pour les plages de micro-usure engendrées par cette action et qui peuvent être confondues avec les micro-usures produites lors de l'utilisation de l'outil (Sinet-Mathiot *et al.* 2021). Parallèlement à ce développement méthodologique, d'autres auteurs s'intéressent au pouvoir de la micro-tomographie aux rayons X (μ CT) pour déterminer l'origine taxonomique des restes osseux ayant servi à la manufacture d'outils à partir de la microstructure des tissus d'origine animale (e.g., Lefebvre *et al.* 2016 ; Bradfield 2018). Bien que moins précise que la méthode ZooMS, cette approche permet toutefois, dans la majorité des cas, la discrimination de l'ordre auquel appartenait l'espèce exploitée.

La deuxième avancée a trait au séquençage de l'ADN ancien (Green *et al.* 2010). Cette nouveauté dans le paysage archéologique constitue sans doute la découverte la plus importante jusqu'à présent qui transforme en profondeur notre discipline. D'une part, elle permet d'apporter des données primaires sur le métissage des populations « archaïques » et modernes (Green *et al.* 2010 ; Abi-Rached *et al.* 2011 ; Fu *et al.* 2013 ; Prüfer *et al.* 2014 ; Fu *et al.* 2014 ; Seguin-Orlando *et al.* 2014 ; Fu *et al.* 2015 ; Kuhlwilm *et al.* 2016 ; Fu *et al.* 2016 ; Prüfer *et al.* 2017 ; Yang *et al.* 2017 ; Slon *et al.* 2018 ; Sikora *et al.* 2019 ; Chen *et al.* 2020 ; Skov *et al.* 2020 ; Vespasiani *et al.* 2020 ; Massilani *et al.* 2020 ; Mao *et al.* 2021), appuyant ainsi des hypothèses proposées à partir de l'étude morphologique des restes humains. Par voie de conséquence, elle nous permet également d'appréhender la contribution des populations « archaïques » au développement de notre système immunitaire (Abi-Rached *et al.* 2011 ; Mendez *et al.* 2013 ; Dannemann *et al.* 2016 ; Deschamps *et al.* 2016 ; Simonti *et al.* 2016 ; Quach *et al.* 2016 ; McCoy *et al.* 2017 ; Sanz *et al.* 2018 ; Vespasiani *et al.* 2020). Cette découverte encourage une véritable ruée vers l'or ; pensons notamment aux efforts d'extraction d'ADN dans les sédiments, les recherches sur la structure filiale des populations passées ou encore celles portant sur les trajectoires historiques dans la structure des populations humaines et animales (e.g., Rivollat *et al.* 2020 ; Teschler-Nicola *et al.* 2020 ; Vershinina *et al.* 2021 ; Perri *et al.* 2021 ; Zavala *et al.* 2021 ; Dussex *et al.* 2021 ; Rivollat *et al.* 2022 ; Bergström *et al.* 2022). Les études technologiques ne sont pas imperméables à ce développement. En effet, on assiste actuellement à une réorientation profonde des questions de recherche. Ainsi, un besoin se fait sentir de rendre les données propres à la culture matérielle comparables aux données génétiques afin d'enquêter sur la similitude ou la différence dans les processus responsables des évolutions biologique et culturelle (Eisenmann *et al.* 2018 ; Riede *et al.* 2019). Ce point est abordé plus dans le détail dans la dernière partie de ce mémoire. Or, avant de développer cet aspect, il importe ici d'identifier quelques limites inhérentes à l'approche technologique et de souligner les efforts mis en œuvre pour les dépasser.

Au-delà des biais de récupération hérité au cours de l'histoire de notre discipline, le déploiement d'une étude technologique constitue une entreprise laborieuse qui produit des données essentiellement qualitatives. On déplorera donc la distribution inégale des données issues de cette approche à l'échelle du globe de même que la variabilité des descriptions faites par les technologues malgré les efforts de standardisation proposés au début des années 2000. Si la première limite s'explique en partie par des facteurs historiques, e.g., une préférence marquée pour le concept de *reduction sequence* en Amérique du Nord ou l'introduction tardive, vers 2016, de l'approche technologique en Asie de l'Est (Zhang *et al.* 2016), la seconde est plutôt due à des facteurs individuels, e.g., style littéraire de l'auteur, choix des problématiques de recherche et des impératifs qui guident le recours à l'approche technologique, choix de la langue de rédaction, etc. À partir des années 2010, le germe d'un effort de quantification fait surface dans la communauté des technologues de l'outillage en os. C'est ainsi qu'on s'intéresse aux effets de la fracturation et de la réparation des armatures sur leur variabilité

morphométrique (Doyon, Katz Knecht 2014) et qu'on assiste à l'adaptation de la morphométrie géométrique à l'étude de large corpus, e.g., pointes de projectile aurignaciennes (Doyon 2019b), aiguilles à chas (d'Errico *et al.* 2018), à l'établissement de critères de reconnaissance de l'outillage peu ouvragé (Doyon *et al.* 2021), à la convergence des approches qualitatives et quantitatives en tracéologie (Martisius *et al.* 2018 ; Martisius *et al.* 2020a ; Martisius 2022 ; d'Errico *et al.* 2022 ; Ma *et al.* in prep) de même qu'au développement des analyses réticulaires pour mettre en valeur la structuration des systèmes techniques (Doyon in press).

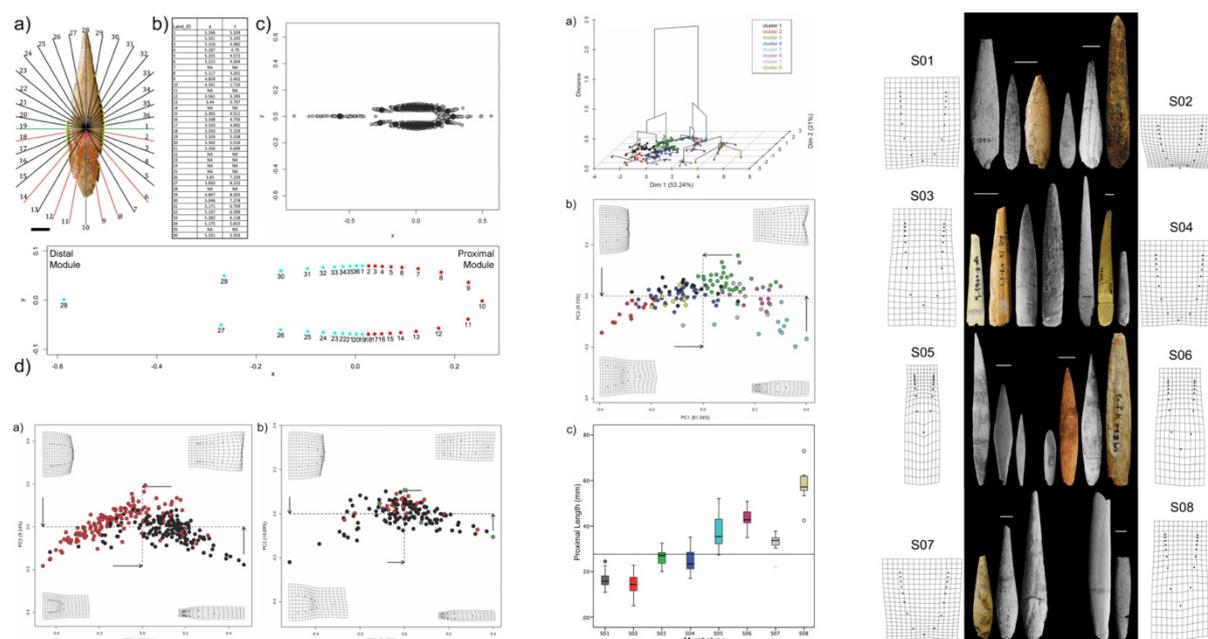


Figure 7 : Schéma présentant l'adaptation de la morphométrie géométrique à l'étude des pointes de projectile aurignaciennes en matière osseuse. À gauche (haut), acquisition des points de contrôle à partir d'une grille polaire (a), importation des coordonnées (b), alignement Procrustes (c), et définition quantitative des modules fonctionnels (d) ; à gauche (bas), projection dans l'espace tangentiel de la variabilité morphométrique et définition des déformations quadratiques extrêmes en fonction du type d'armature (a) et de la matière première (b) ; au centre, classification ascendante hiérarchique pour définir des groupes morphométriques ; à droite, déformation quadratique moyenne pour chaque morphotype et sélection d'armatures correspondantes (Doyon 2019).

C'est dans le cadre de synthèses continentale et globale que sont introduites les premières adaptations de la morphométrie géométrique à l'étude de l'industrie osseuse. Or, la production de ces synthèses implique nécessairement la combinaison de données anciennes et nouvelles, acquises par l'application de méthodes de récupération plus ou moins précises ouvrant ainsi le flanc à la critique selon laquelle l'imprécision des connaissances relatives au contexte invalide *de facto* tout résultat pouvant découler de cet effort. Cette critique est à mon sens injustifiée. La donnée archéologique est une donnée primaire, un fait qui ne peut être passé sous silence et qui mérite d'être utilisé. Le problème ne réside donc pas au niveau de la donnée mais plutôt au niveau de l'interprétation qui sera proposé suite à son étude. Il importe donc de rappeler ici deux principes. Premièrement, toute donnée comporte un patron inhérent qui mérite d'être

découvert – on reconnaîtra ici une posture laplacienne. Deuxièmement, la comparaison de multiples patrons produits par itérations en soustrayant à chaque fois les données les moins fiables permet d'identifier des convergences dans les résultats dont la valeur interprétative n'est pas négligeable – on reconnaîtra ici mon affection pour les approches wilsonniennes en biologie (Wilson 1998). Ainsi, à défaut d'avoir accès à des données technologiques à partir desquelles on pourrait chercher de telles convergences à différentes échelles, les technologues peuvent compter sur un type de données disponible indépendamment des biais de récupération : la forme de l'objet.

L'attention portée sur la forme des objets n'est pas non plus immunisée à la critique. Rappelant la contribution fondamentale de Boëda à l'étude de la variabilité des industries lithiques moustériennes, on peut en effet lever le carton rouge de l'équifinalité (Boëda 1995) pour remettre en question la valeur culturelle de la forme et sa pertinence pour aborder des questions relatives à l'évolution culturelle. Or, de récentes études expérimentales tendent à démontrer que l'introduction de variantes, même subtiles, au sein des procédés de manufacture résulte le plus souvent dans la matérialisation d'une variation dans la forme des objets finis (Schillinger *et al.* 2017), une observation qui fait écho à la reconnaissance des tailleurs responsables des productions lithiques issues des expérimentations dans le cadre de la conférence des Eyzies-de-Tayac en 1964. Par conséquent, on peut interpréter les variations dans la forme des objets comme le reflet de différences dans les règles de production mises en œuvre lors de leur manufacture, différences qui peuvent ensuite être mises en valeur au moyen d'une étude technologique à proprement parler. Par cet enchaînement, la valeur culturelle de la forme devient évidente : elle permet d'identifier des traditions partagées par les groupes humains passés au sein d'une variabilité plus englobante (Doyon 2019b). La démonstration de la pertinence de cette approche pour les pointes de projectile aurignaciennes permis de remettre en question l'idée que ces outils représentent un proxy fiable de la dispersion de notre espèce sur le continent et souligne le besoin de mieux comprendre la structure de la métapopulation aurignacienne à l'échelle continentale ainsi que les dynamiques populationnelles entre les groupes qui en faisaient partie (Doyon 2019a ; Doyon 2020). Dans le cas des aiguilles à chas, l'application de cette approche a permis l'élaboration de la première phylogénie culturelle pour un type d'outil en matière osseuse (d'Errico *et al.* 2018). Dans les deux cas, l'étude de la forme a pu démontrer que, bien que reproduite pour répondre à un besoin fonctionnel particulier, certains attributs présentent une valeur discriminante culturellement significative, soit la partie proximale emmanchée pour les armatures et la portion perforée pour les aiguilles à chas.

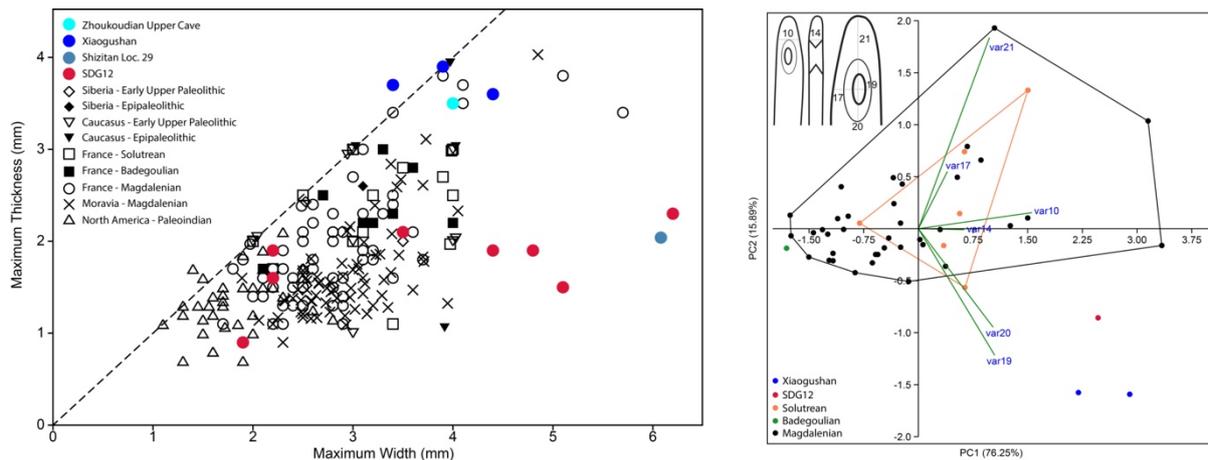


Figure 8 : Résultat de l'analyse morphométrique des aiguilles à chas mises au jour en contexte Pléistocène de l'Hémisphère Nord. À gauche, comparaison des largeurs et épaisseurs maximales des aiguilles ; à droite, sélection de six variables présentant une valeur culturelle discriminante (d'Errico *et al.* 2018).

L'intégration des approches quantitatives à l'étude des technologies osseuses ne s'est pas limitée à l'outillage formel. Comme nous l'avons vu précédemment, la remise en question des interprétations de R. Dart a participé au développement de la taphonomie. En plus des travaux portant sur les processus ayant modifié les assemblages osseux suite à leur accumulation, plusieurs recherches ont été mises en œuvre pour identifier plus précisément les agents responsables de la fracturation des os. Étant donné la place présumée de l'exploitation de la moëlle et des graisses animales dans la subsistance des populations passées, moult études ont été déployées pour identifier les indices de ces comportements à partir des restes mis au jour en contexte archéologique (Bunn 1981 ; Gifford-Gonzalez 1991 ; Outram 2001 ; Pickering, Egeland 2006 ; Blasco *et al.* 2014 ; Grunwald 2016 ; Marom 2016 ; Morin, Soulier 2017 ; Stavrova *et al.* 2019 ; Vettese *et al.* 2020 ; Morin 2020 ; Vettese *et al.* 2021). Or, jusqu'à tout récemment, peu de cas était fait des fragments osseux portant des traces de mise en forme sommaire par percussion lancée directe (voir toutefois Backwell, d'Errico 2005). Dans un effort de pallier ce manque et dans le but de tester des hypothèses proposées à la lecture du registre archéologique africain, la publication de données expérimentales quantitatives a permis l'élaboration de critères simples – fréquence et disposition des négatifs d'enlèvement – qui offrent l'avantage de pouvoir identifier rapidement les fragments osseux qui portent les traces qui suggèrent une mise en forme intentionnelle (Doyon *et al.* 2021).

Que ce soit dans le cas de l'outillage formel ou de l'outillage expéditif et peu ouvragé, l'intégration d'une dimension quantitative aux analyses produits invariablement des résultats qui permettent un raffinement de notre compréhension des modes de subsistance. Cela se voit notamment par la convergence des approches qualitatives et quantitatives en tracéologie, en combinant l'archéologie expérimentale et l'étude des usures par microscopie confocale. À ce sujet, l'introduction des analyses discriminantes – inspirées de celles communément employées en paléanthropologie – remet en question les interprétations fonctionnelles de certains types

d'outils. Par exemple, à Sibudu, l'étude des usures sur les éléments biseautés (ang. *wedges*) et leur comparaison aux usures générées dans le cadre d'expérimentations fonctionnelles ou présentes sur des outils ethnographiques démontre que ces outils ont été manufacturés pendant 20 000 ans dans le but d'écorcer des arbres et de fouir le sol, probablement pour accéder à des racines ou tubercules (d'Errico *et al.* 2022). De même, les premiers résultats d'une approche similaire, cette fois pour l'outillage expéditif et peu ouvragé mis au jour à Lingjing et datant d'environ 115 ka, suggèrent qu'il est possible de départager les usures qui se sont développées à différentes étapes du traitement des carcasses, e.g., écorchage, découpe de la viande ou préparation des peaux, et que pour cette dernière activité, il est possible de préciser non seulement le recours à un abrasif pour effectuer cette tâche mais aussi l'état de la peau lors de son traitement, i.e., fraîche, sèche ou ré-humidifiée. Cette avancée rend donc possible la documentation dans un futur rapproché de traditions dans l'utilisation de l'outillage peu ouvragé et expéditif pour le traitement des carcasses à partir des indices tracéologiques (Ma *et al.* in prep).

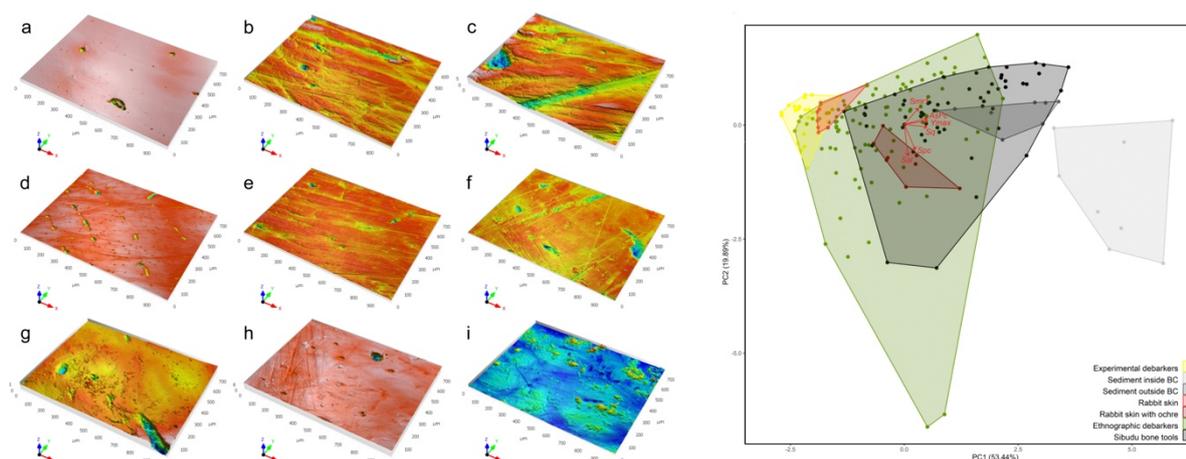


Figure 9 : Comparaison qualitative (gauche) et quantitative (droite) des usures générées dans le cadre d'expérimentation fonctionnelles ou présentes sur des outils ethnographiques avec celles documentées sur les outils biseautés en os mis au jour à Sibudu (d'Errico *et al.* 2022)

Enfin, gardant à l'esprit que les productions en matière dure d'origine animale s'inscrivaient au sein de systèmes culturels adaptatifs particulier, leur place au sein des systèmes techniques, leurs interactions avec les autres composantes de ces systèmes de même que les trajectoires prises par ces interactions demeure à ce jour des sujets peu abordés dans la littérature. L'application récente des analyses réticulaires à l'étude croisée de la forme proximale des pointes de projectile, des techno-types de parure et des signes présents sur l'art mobilier a permis d'effectuer un premier pas vers la mise en valeur de la structure liant ces trois composantes du système technique aurignacien. Les résultats de cette approche semblent indiquer que les populations aurignaciennes utilisant des armatures osseuses paraient leur corps avec un sous-ensemble de parures principalement produites sur coquillage. De plus, à l'intérieur de ce sous-ensemble, des cooccurrences significatives sont perceptibles entre la forme proximale des pointes et les espèces de coquillage sélectionnés (Doyon in press). Si cette

approche mérite d'être davantage raffinée et d'inclure d'autres pans de la culture matérielle, elle semble prometteuse pour permettre d'appréhender plus précisément la structuration des groupes aurignaciens au sein de la métapopulation continentale et d'évaluer la nature et le degré de leurs interactions.

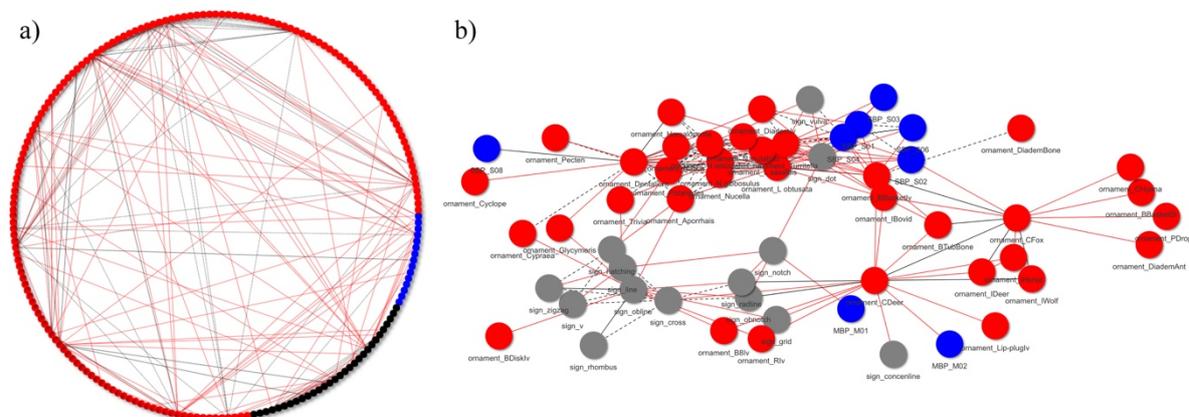


Figure 10 : Réseau de cooccurrence entre la forme proximale des pointes de projectile, des techno-types de parure et des signes présents sur l'art mobilier issus de contextes aurignaciens (Doyon in press)

Synthèse : un faisceau convergent d'indices

Les développements que connaissent notre spécialité depuis 2010 doivent être perçus comme des sources d'indices complémentaires et non comme une tentative de remplacer les acquis méthodologiques et théoriques découlant des efforts engagés par nos prédécesseurs. Pour conclure cette partie du mémoire, il est pertinent de consacrer quelques lignes sur le type d'information qui peut être obtenu par chacune des approches ainsi que leur apport respectif à notre compréhension des modes de vie préhistorique et de l'évolution culturelle.

L'approche typologique nous permet de lister les éléments de la culture matériel qui ont été regroupés au sein de systèmes adaptatifs particuliers. Ces types renvoient aux composantes de la boîte à outils des groupes humains préhistoriques. Parfois, la présence d'un type ou d'un ensemble de types peut permettre de replacer les manifestations culturelles associées dans un cadre chronologique plus ou moins précis. Or, il importe d'être prudent par rapport à ce type d'interprétation car, même si ces associations se vérifient dans la majorité des cas, il faut prévoir une certaine flexibilité, surtout pour les périodes transitoires, où l'arythmie dans l'évolution de la culture matérielle peut biaiser notre interprétation (e.g., Michel 2010 ; Doyon 2020). Hormis les cas où celle-ci est évidente, notamment par comparaison avec les technologies analogues utilisées par des sociétés traditionnelles ou documentées dans la littérature ethnographique comme le suggérait Chauvet (Chauvet 1910), il ne faut pas confondre le « type » d'outil et sa « fonction ». En effet, l'approche typologique en elle-même

n'est pas adaptée à la description de l'usage auquel était réservé l'outil par les groupes humains passés.

L'approche technologique permet de documenter dans le détail la biographie de l'outil depuis la sélection du taxon et de l'élément anatomique à l'abandon de l'objet en passant par le traitement de la matière première préalable à sa transformation, les procédés d'extraction des supports et leur façonnage, l'intégration de l'objet fini au sein de technologie composite, la nature des sous-produits et déchets de production, etc. En ajoutant une dimension spatiale à l'analyse technologique, il devient possible d'aborder la question de la fragmentation des chaînes opératoires dans l'espace, d'appréhender la manière selon laquelle différentes chaînes ont pu converger au sein de projets technologiques plus englobant.

Les analyses tracéologiques viennent en appui à l'approche technologique. D'une part, elles permettent de préciser l'enchaînement des techniques mises en œuvre au cours de l'application des procédés d'extraction et de façonnage de l'outillage. D'autre part, elles offrent des indices qui autorise l'émission d'hypothèses quant à la fonction de l'outil au sein des systèmes techniques passés. Dans ce contexte, les approches expérimentales offrent des données de première main pour tester, au-delà de la validité de la lecture technologique, l'efficacité et la réponse d'un objet soumis à une tâche particulière. Couplée à des analyses discriminantes, l'analyse tracéologique est la mieux à même de fournir des indices sur la fonction de l'outil.

Enfin, que ce soit les analyses protéomiques ou la morphométrie géométrique, les méthodes développées depuis 2010 s'avèrent utiles pour dépasser les limites inhérentes à la nature des données amassées au fil de l'histoire de notre discipline. Dans le premier cas, elles permettent de déterminer le taxon ciblé pour la manufacture de l'outil; dans le deuxième, elle peut être employée pour documenter des récurrences dans les formes reproduites et ainsi proposer l'existence de règles de production plus ou moins strictes.

Ce retour sur l'histoire des approches méthodologiques appliquées à l'étude des industries osseuses soulève naturellement la question suivante : que faire de cette masse de données et comment l'organiser pour permettre aux industries osseuses de participer au discours portant sur l'évolution biologique et culturelle de notre lignée ? La troisième partie de ce mémoire présente les perspectives de recherche permettant de répondre à cette question.

PARTIE III

L'INDUSTRIE OSSEUSE ET SA PERTINENCE POUR DISCUTER DE L'ÉVOLUTION CULTURELLE DE NOTRE LIGNÉE

Cette dernière partie du mémoire offre l'opportunité de tourner notre regard vers le futur. À l'aide d'exemples tirés de mes travaux et des projets en cours – ou ceux que je compte développer dans le futur –, je souhaite souligner l'importance d'investir davantage de ressources – matérielles et humaines – pour acquérir plus de données sur la place des industries osseuses au sein des systèmes technologiques et ainsi permettre sa pleine contribution aux discussions portant sur l'évolution culturelle de notre lignée au cours du Pléistocène. Or, avant de procéder à la présentation des perspectives, il importe de faire un bref retour sur ce fil conducteur de mes recherches : l'évolution culturelle.

Dès les années 1980, les réflexions pionnières sur l'hérédité duelle présentent une perspective théorique novatrice et créent ainsi un terrain propice aux échanges interdisciplinaires liant des champs scientifiques aussi variés que la biologie, l'écologie, l'anthropologie, les neurosciences, la psychologie, les sciences de l'information, etc. (Cavalli-Sforza, Feldman 1981 ; Boyd, Richerson 1985). Dès lors, on sait qu'à chaque génération, les humains acquièrent deux types de bagage : un bagage génétique et un autre culturel. On sait aussi qu'au fil du temps, et à l'instar des systèmes biologiques, les systèmes culturels évoluent. Or, contrastant aux analogues biologiques soumis aux principes de la sélection naturelle, des forces sélectives de nature variée et des modes de transmission complexes convergent dans la production de changements culturels perceptibles sur le temps long.

Les contributions récentes dans le domaine de l'évolution culturelle ont tenté d'apporter plus de précisions quant à ces deux grands thèmes, i.e., les mécanismes de transmission de la culture d'une part et les pressions adaptatives à l'origine des innovations d'autre part. Sur la thématique de la transmission, les méthodes de modélisation ont permis : (1) de mieux cerner les mécanismes psychologiques impliqués dans l'apprentissage social, e.g., le conservatisme et les processus de construction (Sperber, Claidière 2008) ; (2) d'évaluer le rôle de l'attraction dans la sélection et la transmission des caractères innovants (Claidière, Sperber 2007 ; Claidière *et al.* 2014) de même que celui de l'imitation dans la propagation des traits culturels au sein des cultures animales et son effet limité sur la stabilité des systèmes culturels (Claidière, Sperber 2010) ; (3) de quantifier les effets des dynamiques sociales sur les modes de transmission (Mesoudi, Whiten 2008 ; Mesoudi 2016) et des modes de transmission sur la pérennité des connaissances culturelles (Rendell *et al.* 2011) ; (4) d'explorer les contraintes émanant de la taille et de la structure des populations sur l'accumulation, la transmission et la

perte de connaissances culturelles (Derex *et al.* 2013 ; Creanza *et al.* 2017 ; Migliano *et al.* 2020 ; Derex, Mesoudi 2020 ; Nisioti *et al.* 2022) ainsi que l'apport de la coopération et de l'altruisme à l'adoption d'innovation à l'échelle du groupe (Smaldino 2014). Sur la thématique des pressions adaptatives, les recherches se sont plutôt focalisées sur (1) le rôle de l'évolution cognitive dans les dynamiques d'évolution culturelle (e.g., Stout 2011 ; van Schaik, Burkart 2011 ; Whiten 2011 ; Goren-Inbar 2011b) ; (2) les effets liés à la colonisation de nouvelles niches écologiques sur l'accroissement de la diversité culturelle (e.g., Foley, Mirazón Lahr 2011) ; et (3) les effets de la gestion du risque associé à l'approvisionnement en ressources sur la complexité de l'outillage (Collard *et al.* 2011).

En archéologie, ces deux thèmes ont été amplement repris. On soulignera tout d'abord les efforts théoriques et méthodologiques engagés pour reconnaître les mécanismes d'apprentissage et de transmission des savoirs à partir de la variabilité de l'outillage (Shennan 2011 ; Mesoudi, Aoki 2015 ; d'Errico, Banks 2015), de l'apport des processus d'exaptation et de la reconfiguration neuronale dans l'émergence d'inventions et leurs effets sur la diffusion d'innovations (Anderson 2010 ; d'Errico, Colagè 2018) ainsi que les travaux réalisés pour cerner l'évolution des niches éco-culturelles, soit un corolaire des pressions externes, qu'elles soient sociales et/ou environnementales, ayant joué un rôle dans la structuration du registre archéologique dans le temps et dans l'espace (Banks *et al.* 2008 ; Banks *et al.* 2009 ; Banks *et al.* 2011 ; Banks *et al.* 2013b ; Banks *et al.* 2013a ; Banks *et al.* 2021). De plus, étant donné leur ubiquité dans le registre archéologique, les données issues des vestiges lithiques domine le champ d'études portant sur l'évolution culturelle en Préhistoire et ce, au dépend d'autres aspects de la culture matérielle dont le potentiel informatif est pourtant avéré. C'est le cas notamment des industries en matière osseuses (Rigaud *et al.* 2015 ; d'Errico *et al.* 2018a ; Rigaud *et al.* 2018 ; d'Errico *et al.* 2018b ; Doyon 2019b ; Doyon 2019c ; d'Errico *et al.* 2021 ; d'Errico *et al.* 2022 ; Yin *et al.* in press). En effet, étant donné leurs propriétés, les groupes humains passés pouvaient imposer une forme au matériau à l'aide de procédés et techniques adaptés avec un fort degré de précision. Ainsi, l'étude des technologies osseuses permet d'effectuer une distinction entre le style et la fonction de l'outil et d'inférer les mécanismes et processus sous-jacents aux trajectoires parcourues par ces manifestations culturelles.

Si l'on admet que le système culturel – soit la somme des composantes matérielles et immatérielles – se situe à l'interface du système social qui le crée, le porte et l'utilise pour assurer sa pérennité et le système écologique dans lequel la société met en œuvre ses activités de subsistance, il est donc, de par cette position intermédiaire et de par sa nature adaptative, le reflet d'un équilibre atteint au niveau de la négociation des interactions entre les trois ensembles. Selon cette logique, il s'en suit que l'apparition d'une invention et, plus encore, la diffusion d'une innovation témoignent d'une réorganisation du système culturel. Or, l'adoption d'une innovation dépend (1) de la cohérence de l'invention au sein du système culturel général, (2) de la nature, du degré et de la fréquence des interactions entre les individus compris dans

le système social, et (3) de l'avantage adaptatif conféré par l'invention et perçu par la société pour négocier avec l'environnement (mobilité, accessibilité des matières premières, etc.). Enfin, l'invention n'apparaît pas de manière fortuite : elle est uniquement rendue possible par la sollicitation de connaissances et savoir-faire préalablement acquis et leur mise à profit par l'entremise de combinaisons nouvelles pour répondre à un nouveau problème (pour des perspectives similaires, voir Simondon 1969 ; Mesoudi *et al.* 2006 ; d'Errico, Colagè 2018). Jusqu'à présent, les études portant sur l'émergence de caractères culturels novateurs et leur développement sur le temps long se sont focalisées sur les pressions externes, soit sociales (e.g., Rigaud *et al.* 2015 ; Rigaud *et al.* 2018) et/ou environnementales (e.g., Banks *et al.* 2008 ; Banks *et al.* 2009 ; Banks *et al.* 2011 ; Banks *et al.* 2013b ; Banks *et al.* 2013a ; Banks *et al.* 2021), exercées sur le système culturel. Peu d'étude sur l'évolution des trajectoires culturelles ont porté sur l'identification des conditions préalablement existantes au sein même des systèmes culturels ayant permis l'invention et leur adoption subséquente à large échelle (voir par exemple d'Errico *et al.* 2018a sur les conditions préalables ayant permis l'émergence des systèmes de notation numérique ou Doyon *et al.* 2021 sur l'émergence de l'outillage en os peu ouvragé). Ce changement de posture est pressenti pour offrir un double avantage : il devrait permettre d'identifier des tendances significatives dans la cooccurrence de caractères culturels prédéterminant l'adoption d'innovations particulières d'une part, et offrir la possibilité d'expliquer de quelle manière des systèmes culturels distincts ont pu générer des innovations convergentes par la recombinaison indépendante de leurs entités respectives d'autre part.

Une question émerge donc naturellement suite à ce qui précède. Comment peut-on, à partir de l'étude de l'industrie osseuse, produire des données qui permettent d'aborder les questions relatives à l'évolution culturelle au cours du Pléistocène ? Comme nous l'avons vu dans la deuxième partie du mémoire, les différentes approches développées pour l'analyse de la culture matérielle permettent d'amasser des indices de nature variée qui méritent par la suite d'être réorientés en faisceaux convergents. Ainsi, pour chaque catégorie d'information, i.e., typologique, technologique, fonctionnelle, morphométrique, il importe au préalable de décrire les changements culturels selon deux dimensions : le rythme et la portée (voir Yin *et al.* [in press](#) pour une application du cadre théorique qui suit à l'étude de l'industrie osseuse Longshan et Yueshi mise au jour à Yinjiacheng). Le rythme fait référence à la vitesse à laquelle des changements sont introduits au sein du système culturel le long d'un gradient opposant les changements graduels et abruptes. L'évaluation adéquate du rythme repose évidemment sur la résolution offerte par le registre archéologique concerné par l'étude. En effet, des transformations en apparence abruptes peuvent en fait être le résultat d'une fixation progressive de caractères novateurs dans le système culturel au fil du temps. La portée, quant à elle, renvoie au nombre de composantes du système affecté par lesdits changements culturels. Puisque les adaptations culturelles constituent en elles-mêmes des systèmes dynamiques, les changements affectant une composante du système peuvent avoir des répercussions concomitantes sur d'autres composantes. Enfin, il faut garder à l'esprit que le rythme et la portée des changements

culturels peuvent varier entre différents éléments de la culture matérielle, voire même au sein d'une catégorie même d'objets en fonction des informations obtenues grâce à l'application d'approches distinctes, d'où l'importance d'enquêter sur l'évolution culturelle au moyen de perspectives complémentaires.

Après avoir décrit les changements culturels sous les angles de leur rythme et de leur portée, le second objectif consiste à inférer les processus culturels et environnementaux les plus susceptibles d'être à l'origine de ces changements. Traditionnellement, les changements abrupts identifiés dans plusieurs aspects de la culture matérielle sont interprétés comme le signal d'une interruption dans les modes de transmission due soit à des bouleversements sociaux importants ou des dynamiques de remplacement d'une population (Waals 1985 ; Roux 2013 ; Rigaud *et al.* 2018).

L'interprétation des changements graduels est plus difficile car ceux-ci peuvent très bien cacher des dynamiques d'évolution culturelle complexe et d'hybridations multiples (Collard, Tehrani 2005 ; Collard *et al.* 2006 ; Greenhill *et al.* 2009). De manière générale, les processus à l'origine des tendances observées dans le registre archéologique sont regroupés en deux catégories, à savoir les facteurs environnementaux et socioculturels. Les changements environnementaux peuvent avoir contraint les groupes préhistoriques à opter pour de outils nouveaux et/ou à rendre les outils déjà existant plus performant, e.g., diversification fonctionnelle, afin de répondre aux nouvelles exigences relatives à l'acquisition et à l'exploitation des ressources. Or, même si de nouveaux outils sont introduits pour satisfaire aux besoins émergents, d'autres composantes de la boîte à outils peuvent demeurer les mêmes ou témoigner d'ajustements subtils en ce qui concerne leur manufacture notamment, pour ce qui a trait à l'industrie osseuse, dans la sélection d'espèces et d'éléments squelettiques nouvellement disponibles.

Parmi les processus socioculturels, il faut distinguer la dérive culturelle de l'influence culturelle. La dérive culturelle, d'une part, implique une accumulation de variations aléatoires tout en conservant les paramètres essentiels pour répondre aux exigences fonctionnelles de l'outil perpétuant ainsi une tradition culturelle au fil des générations (Binford 1963 ; Koerper, Stickel 1980 ; Eerkens, Lipo 2005). L'influence culturelle, quant à elle, est de nature directionnelle et n'affecte souvent que certaines composantes d'un système technologique plutôt que son ensemble. Dans la mesure où la résolution spatio-temporelle du registre archéologique est adéquate, ce processus se matérialise par la reproduction d'outils en os de taille et morphologie comparables associée à une expansion géographique et à un décalage temporel cohérents à partir d'un point d'origine particulier. On s'attend à ce que les composantes typologiques et technologiques associées à ces outils ne soient pas autant affectées par ce processus ou, si c'est le cas, uniquement de façon marginale (Schillinger *et al.* 2014 ; Lycett, von Cramon-Taubadel 2015 ; d'Errico *et al.* 2018b ; Doyon 2019b). Un autre

processus socioculturel concerne la division du travail. Une division accrue du travail peut permettre à certains individus d'acquérir une expertise et de développer un savoir-faire spécialisé (Eerkens 2000). Dans ce contexte, la manufacture d'outils en os devrait se conformer à des règles de reproduction strictes et leur morphométrie montrerait un fort degré de standardisation au niveau de la production individuelle mais une variabilité accrue au niveau de la population ; aucun changement significatif toutefois ne devrait être observé quant aux types d'outils fabriqués.

Il importe ici de mettre l'accent sur l'importance de contraster sans cesse les changements culturels observés au regard de l'étude des industries osseuses à ceux décelés dans les autres pans de la culture matérielle trouvée en association (e.g., d'Errico *et al.* 2022 ; Yin *et al.* in press). En effet, l'adoption d'une perspective large et englobante est nécessaire pour comprendre l'apport des dynamiques populationnelles à la variabilité du registre culturel et vice versa (d'Errico *et al.* 2018b ; Doyon 2019b ; Doyon 2019c ; Yin *et al.* in press) et pour mettre en valeur les phénomènes d'arythmie dans les trajectoires évolutives des systèmes culturels (Rigaud *et al.* 2018 ; d'Errico *et al.* 2018b ; Doyon 2019c ; Ma, Doyon 2021 ; Doyon in press).

La synthèse sur l'origine et le développement des industries osseuses au cours du Pléistocène présentée en Partie I, le retour historique sur les approches mises en œuvre pour faire parler ce pan de la culture matérielle en Partie II et le sommaire qui précède sur la thématique de l'évolution culturelle permettent maintenant de cibler, en guise de conclusion de ce mémoire, quelques perspectives de recherches qui nécessitent une attention soutenue au cours des prochaines années.

Perspective 1 : combler les vides

En fin de la Partie I, l'attention a été portée sur les lacunes qui méritent d'être palliées. Si l'on souhaite donner aux industries osseuses la place qu'elles méritent dans la discussion portant sur l'évolution culturelle de notre lignée, il devient urgent de combler les vides. Ceux-ci sont de nature variée : vides chronologiques entre les différents points de basculement identifiés ; vides régionaux hérités de l'histoire de notre discipline et de facteurs géopolitiques ayant limité les échanges entre différentes régions du globe ; vides dans la nature des informations colligées du fait de la mise en œuvre d'approches distinctes en fonction des écoles de pensées comme nous l'avons vu dans la Partie II. Ce projet ne peut être entrepris par une seule personne ; il nécessite la fédération de spécialistes autour d'un objectif commun, la formation de futurs technologues des industries osseuses à l'esprit ouvert et motivés d'un désir de développer de nouveaux moyens pour atteindre ce but – motivation première de la présentation de ce mémoire d'HRD – et, enfin, la mise à disposition des connaissances théoriques et archéologiques à des communautés scientifiques qui ont jusqu'à récemment

évoluées en vase clos – par exemple, en introduisant l’histoire de notre spécialité et les méthodes propres à l’approche technologique dans le cercle académique chinois (Yin et al. 2021) ou en offrant à la communauté des synthèses sur un registre archéologique peu connu puisque publié dans une langue difficilement accessible (Ma, Doyon 2021).

Comblé ces vides implique également la documentation de l’outillage osseux antérieur à l’émergence des outils formels. Le paysage actuel de la recherche montre la volonté d’un nombre sans cesse croissant de chercheurs œuvrant en ce sens (Soressi *et al.* 2013 ; Kozlikin *et al.* 2020 ; Baumann *et al.* 2020 ; Mateo-Lomba *et al.* 2020 ; Doyon et al. 2021 ; Baumann *et al.* 2022 ; Martisius 2022 ; Ma et al. in prep ; de la Torre *et al. in prep*). Pour y arriver, il importe de poursuivre nos efforts dans l’établissement de critères permettant l’identification des restes fauniques intentionnellement modifiés ou utilisés tel quel (Backwell, d’Errico 2005 ; Doyon et al. 2021) et de persister dans la combinaison des approches expérimentales et tracéologiques tant qualitatives que quantitatives pour comprendre le rôle de ces objets dans les systèmes technologiques des populations passées (d’Errico *et al.* 2022 ; Martisius 2022 ; Ma et al. in prep). Pour assurer le succès de cette entreprise, il importe d’encourager la constitution d’un terrain d’échanges où les spécialistes de l’archéozoologie, de la taphonomie et de la technologie puissent être réunis afin de partager leurs expertises et ainsi accélérer le pas dans cette direction.

Perspective 2 : retracer les jalons des trajectoires régionales

Dès lors que les vides seront peu à peu comblés, il deviendra nécessaire de produire des synthèses qui permettront de retracer les jalons des trajectoires culturelles spécifiques à chaque région de l’Ancien Monde. Ces synthèses devront permettre la documentation du rythme et de la portée des changements culturelles au cours du temps. Leur comparaison pourrait ainsi offrir plus de données brutes quant à l’organisation interne des systèmes techniques avant la diffusion des grandes innovations et l’effet de leur adoption sur la réorganisation de ces systèmes. À cet effet, le registre du Paléolithique récent européen constitue un terrain idoine où l’on peut dès à présent effectuer de telles synthèses. L’adaptation récente des analyses réticulaires à l’étude des technologies aurignaciennes illustre bien la flexibilité de cet outil qui permet de quantifier les relations significatives entre différentes composantes des systèmes techniques passés et de suivre l’évolution de ces relations dans le temps (Doyon in press). Partant du principe que la donnée archéologique comporte un patron inhérent et étant donné les outils informatiques à notre disposition permettant leur découverte, il serait pertinent de colliger l’ensemble des données publiées sur les industries osseuses au sein d’une base de données technologiques et contextuelles exhaustive et de la rendre disponible pour l’ensemble de la communauté scientifique. Sans vouloir être naïf, je soutiens que l’ampleur de la tâche à compléter avant de pouvoir rendre comparable la donnée culturelle à la donnée biologique (voir Perspective 3)

nécessite un travail d'équipe où les égos et les chasses-gardées de chacun sont mis de côté pour l'intérêt du savoir universel.

Les projets en cours auxquels je contribue constituent des exemples dans ce domaine : je pense notamment (1) à la recherche dirigée par Keiko Kitagawa (Tübingen Universität ; co-PI : Reuven Yeshurun [Haifa University], José-Miguel Tejero [Wien Universität] et moi-même) qui vise à comprendre les facteurs ayant déterminé le choix des matières premières lors de l'émergence des armatures osseuses en Europe ainsi que la nature des projectiles sur lesquels elles étaient emmanchées ; (2) à l'opération que je dirige à Tourtoirac et qui regroupe 18 chercheurs internationaux œuvrant à acquérir une meilleure compréhension sur la nature et l'intensité des occupations d'une vallée en marge des centres classiques de la Préhistoire périgourdine et charentaise de la fin du Paléolithique moyen au début du Paléolithique récent et la place de l'outillage en os dans les systèmes technologiques des visiteurs qui y séjournèrent ; (3) à la collaboration avec Ignacio de la Torre et Francesco d'Errico visant à retracer les premières étapes de l'émergence de traditions relatives aux industries osseuses lors de la transition entre l'Oldowayen et l'Acheuléen en Afrique de l'Est ; (4) à l'étude, en collaboration avec Isabelle Crevecoeur, des retouchoirs sur restes humains au cours du Moustérien Quina, un phénomène qui semble s'étendre le long de la façade Atlantique du Terrassonnais à la Belgique, etc.

Perspective 3 : contraster les dynamiques d'évolution culturelle et biologique

La dernière perspective de recherche présentée ici porte sur la confrontation des dynamiques d'évolution culturelle et biologique au cours du Pléistocène. Étant donné la tendance actuelle, il faut s'attendre à ce que d'ici la prochaine décennie, l'accumulation de données paléogénétiques nous permette d'acquérir une résolution beaucoup plus fine sur les dynamiques populationnelles de cette période. Pour rendre leurs données comparables (voir les discussions proposées par Eisenmann *et al.* 2018 ; Riede *et al.* 2019), les archéologues doivent engager des efforts soutenus en combinant différents proxys dans le but d'enquêter sur les effets de la structure des populations et de leurs dispersions sur les trajectoires culturelles régionales identifiées dans le cadre de la deuxième perspective. Par exemple, le développement des études pétroarchéologiques et l'intégration de ces données à celles issues de l'étude des industries osseuses trouvées en association semble une avenue prometteuse pour discuter des schémas d'occupation du territoire, de la probabilité de rencontre entre différents groupes dans le cadre de leurs déplacements et de l'apport de ces rencontres à la transmission de connaissances et savoir-faire technologiques novateurs.

Déjà, des études de cas illustrent le besoin de croiser les données biologiques et culturelles. Pensons notamment aux études sur l'émergence de la parure en Chine septentrionale (d'Errico *et al.* 2021), sur les cooccurrences entre les parures, les symboles et la

morphologie des armatures osseuses à l'Aurignacien (Doyon in press), sur les modes d'ornementations du corps et de décors sur les poteries lors de la néolithisation en Europe (Rigaud *et al.* 2015 ; Rigaud *et al.* 2018), sur les changements culturels observables au sein de l'industrie osseuse lors de la transition entre la fin du Néolithique et le début de l'Âge du Bronze dans la Péninsule du Shandong (Yin et al. in press). Il importe maintenant de franchir le pas et de tout mettre en œuvre pour évaluer en quoi les patrons perceptibles quant à la structuration du système culturel au fil du temps correspondent à ceux qui émergent de plus en plus clairement dans les études paléogénétiques.

En conclusion, il ne fait aucun doute que l'industrie osseuse a son mot à dire dans les discussions portant sur l'évolution culturelle de notre lignée et que nous sommes outillés pour aborder ces questions à large portée. Les réflexions présentées dans ce mémoire permettront certainement de réorienter nos efforts collectifs pour les années à venir afin d'atteindre cet objectif tout en encadrant la relève qui, espérons-le, partagera cet enthousiasme qui m'anime pour l'étude de ce sujet passionnant.

Bordeaux, 3 octobre 2022

BIBLIOGRAPHIE

Abi-Rached L., Jobin M. J., Kulkarni S., McWhinnie A., Dalva K., Gragert L., Babrzadeh F., Gharizadeh B., Luo M., Plummer F. A., Kimani J., Carrington M., Middleton D., Rajalingam R., Beksac M., Marsh S. G. E., Maiers M., Guethlein L. A., Tavoularis S., Little A.-M., Green R. E., Norman P. J., Parham P. 2011 : The Shaping of Modern Human Immune Systems by Multiregional Admixture with Archaic Humans, *Science*, 334-6052, p. 89-94.

Abrams G. 2018 : Palaeolithic bone retouchers from Belgium: A preliminary overview of the recent research through historic and recently excavated bone collections, in Hutson J. M., García-Moreno A., Noack E. S., Turner E., Villaluenga A., Gaudzinski-Windheuser S. (dir.), *The Origins of Bone Tool Technologies*, Mainz, Römisch Germanisches ZentralMuseum, p. 197-213.

Abrams G., Bello S. M., Di Modica K., Pirson S., Bonjean D. 2014 : When Neanderthals used cave bear (*Ursus spelaeus*) remains: Bone retouchers from unit 5 of Scladina Cave (Belgium), *Quaternary International*, 326–327, p. 274-287.

Almeida Évora M. 2015 : Use-Wear Methodology on the Analysis of Osseous Industries, in Marreiros J. M., Gibaja Bao J. F., Ferreira Bicho N. (dir.), *Use-Wear and Residue Analysis in Archaeology*, Cham, Springer International Publishing (coll. Manuals in Archaeological Method, Theory and Technique), p. 159-170.

Ambrose S. H. 1998 : Late Pleistocene human population bottlenecks, volcanic winter, and differentiation of modern humans, *Journal of Human Evolution*, 34-6, p. 623-651.

An J. Y. 2001 : On bone-antler-horn tools from the Central North China, *Acta Anthropologica Sinica*, 20-4, p. 319-330.

Anderson M. L. 2010 : Neural reuse: A fundamental organizational principle of the brain, *Behavioral and Brain Sciences*, 33-4, p. 245-266.

Anzidei A. P. 2001 : Tools from elephant bones at La Polledrara di Ceganibbio and Rebibbia-Casal de' Pazzi, in *La Terra degli Elefanti : atti del 1° Congresso Internazionale*, Rome, Consiglio Nazionale delle Ricerche, p. 415-418.

Anzidei A. P., Biddittu I., Mussi M., Piperno M. 2001 : Lithic and bone industries of OIS 9 and OIS 7 in the Roman area, in *La Terra degli Elefanti : atti del 1° Congresso Internazionale*, Rome, Consiglio Nazionale delle Ricerche, p. 3-9.

Anzidei A. P., Bulgarelli G. M., Catalano P., Cerilli E., Gallotti R., Lemorini C., Milli S., Palombo M. R., Pantano W., Santucci E. 2012 : Ongoing research at the late Middle Pleistocene site of La Polledrara di Ceganibbio (central Italy), with emphasis on human–elephant relationships, *Quaternary International*, 255, p. 171-187.

Aplin K., O'Connor S., Bulbeck D., Piper P. J., Marwick B., Pierre E. S., Aziz F. 2016 : The Walandawe Tradition from Southeast Sulawesi and Osseous Artifact Traditions in Island

Southeast Asia, in Langley M. C. (dir.), *Osseous Projectile Weaponry*, Springer, Dordrecht (coll. Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology), p. 189-208.

Arous E. B., Philippe A., Shao Q., Richter D., Lenoble A., Mercier N., Richard M., Stoetzel E., Tombret O., Hajraoui M. A. E., Nespoulet R., Falguères C. 2022 : An improved chronology for the Middle Stone Age at El Mnasra cave, Morocco, *PLOS ONE*, 17-2, p. e0261282.

Arrighi S., Moroni A., Tassoni L., Boschini F., Badino F., Bortolini E., Boscato P., Crezzini J., Figus C., Forte M., Lugli F., Marciani G., Oxilia G., Negrino F., Riel-Salvatore J., Romandini M., Peresani M., Spinapolice E. E., Ronchitelli A., Benazzi S. 2020 : Bone tools, ornaments and other unusual objects during the Middle to Upper Palaeolithic transition in Italy, *Quaternary International*, 551, p. 169-187.

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.*, Université de Paris I.

Backwell L. R., d'Errico F. 2001 : Evidence of termite foraging by Swartkrans early hominids, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98-4, p. 1358-1363.

Backwell L. R., d'Errico F. 2005 : The first use of bone tools: a reappraisal of the evidence from Olduvai Gorge, Tanzania., *Palaeontologia Africana*, 40, p. 95-158.

Backwell L. R., d'Errico F. 2008 : Early hominid bone tools from Drimolen, South Africa, *Journal of Archaeological Science*, 35-11, p. 2880-2894.

Backwell L. R., d'Errico F. 2009 : Additional evidence of early hominid bone tools from South Africa. First attempt at exploring inter-site variability, *Palaeontologia Africana*, 44, p. 91-94.

Backwell L. R., Bradfield J., Carlson K. J., Jashashvili T., Wadley L., d'Errico F. 2018 : The antiquity of bow-and-arrow technology: evidence from Middle Stone Age layers at Sibudu Cave, *Antiquity*, 92-362, p. 289-303.

Backwell L. R., d'Errico F., Wadley L. 2008 : Middle Stone Age bone tools from the Howiesons Poort layers, Sibudu Cave, South Africa, *Journal of Archaeological Science*, 35-6, p. 1566-1580.

Bamforth D. B. 1986 : Technological efficiency and tool curation, *American Antiquity*, 51, p. 38-50.

Banks W. E., Antunes N., Rigaud S., Francesco d'Errico 2013a : Ecological constraints on the first prehistoric farmers in Europe, *Journal of Archaeological Science*, 40-6, p. 2746-2753.

Banks W. E., Aubry T., d'Errico F., Zilhão J., Lira-Noriega A., Townsend Peterson A. 2011 : Eco-cultural niches of the Badegoulian: Unraveling links between cultural adaptation and ecology during the Last Glacial Maximum in France, *Journal of Anthropological Archaeology*, 30-3, p. 359-374.

Banks W. E., d’Errico F., Peterson A. T., Vanhaeren M., Kageyama M., Sepulchre P., Ramstein G., Jost A., Lunt D. 2008 : Human ecological niches and ranges during the LGM in Europe derived from an application of eco-cultural niche modeling, *Journal of Archaeological Science*, 35-2, p. 481-491.

Banks W. E., d’Errico F., Zilhão J. 2013b : Human–climate interaction during the Early Upper Paleolithic: testing the hypothesis of an adaptive shift between the Proto-Aurignacian and the Early Aurignacian, *Journal of Human Evolution*, 64-1, p. 39-55.

Banks W. E., Moncel M.-H., Raynal J.-P., Cobos M. E., Romero-Alvarez D., Woillez M.-N., Faivre J.-P., Gravina B., d’Errico F., Locht J.-L., Santos F. 2021 : An ecological niche shift for Neanderthal populations in Western Europe 70,000 years ago, *Scientific Reports*, 11-1, p. 5346.

Banks W. E., Zilhão J., d’Errico F., Kageyama M., Sima A., Ronchitelli A. 2009 : Investigating links between ecology and bifacial tool types in Western Europe during the Last Glacial Maximum, *Journal of Archaeological Science*, 36-12, p. 2853-2867.

Barandiarán Maestu I. 1967 : *El paleomesolítico del pirineo occidental: bases para una sistematización tipológica del instrumental oseo paleolítico*, Zaragoza, Seminario de Prehistoria y Protohistoria, Fac. de Filosofía y Letras.

Barham L. S., Pinto Llona A. C., Stringer C. B. 2002 : Bone tools from Broken Hill (Kabwe) cave, Zambia, and their evolutionary significance, *Before Farming*, 2, p. 1-12.

Bar-Yosef Mayer D. E. 2020 : Shell Beads of the Middle and Upper Palaeolithic: A review of the earliest record., in Mărgărit M., Boroneanț A. (dir.), *Beauty and the Eye of the Beholder: Personal Adornments Across the Millennia*, Târgoviște, Cetatea de scaun, p. 11-25.

Bar-Yosef Mayer D. E., Vandermeersch B., Bar-Yosef O. 2009 : Shells and ochre in Middle Paleolithic Qafzeh Cave, Israel: indications for modern behavior, *Journal of Human Evolution*, 56-3, p. 307-314.

Baumann M., Maury S. 2013 : Ideas no longer written in antler, *Journal of Archaeological Science*, 40-1, p. 601-614.

Baumann M., Plisson H., Rendu W., Maury S., Kolobova K., Krivoshepin A. 2020 : The Neandertal bone industry at Chagyrskaya cave, Altai Region, Russia, *Quaternary International*, 559, p. 68-88.

Baumann M., Ready E., Plisson H., Maury S., Vanderesse N., Coqueugniot H., Kolobova K., Morin E. 2022 : Not so unusual Neanderthal bone tools: new examples from Abri Lartet, France, *Archaeological and Anthropological Sciences*, 14-10, p. 200.

Bello S. M., Crété L., Galway-Witham J., Parfitt S. A. 2021 : Knapping tools in Magdalenian contexts: New evidence from Gough’s Cave (Somerset, UK), *PLOS ONE*, 16-12, p. e0261031.

Belousova N. E., Fedorchenko A. Y., Rybin E. P., Seletskiy M. V., Brown S., Douka K., Higham T. 2020 : The Early Upper Palaeolithic bone industry of the Central Altai, Russia: new evidence from the Kara-Bom site, *Antiquity*, 94-377, p. e26.

Benazzi S., Douka K., Fornai C., Bauer C. C., Kullmer O., Svoboda J., Pap I., Mallegni F., Bayle P., Coquerelle M., Condemi S., Ronchitelli A., Harvati K., Weber G. W. 2011 : Early dispersal of modern humans in Europe and implications for Neanderthal behaviour, *Nature*, 479-7374, p. 525-528.

Bergman C. A. 1987 : Hafting and Use of Bone and Antler Points from Ksar Akil, Lebanon, *Travaux de la Maison de l'Orient*, 15-1, p. 117-126.

Bergström A., Stanton D. W. G., Taron U. H., Frantz L., Sinding M.-H. S., Ersmark E., Pfrengle S., Cassatt-Johnstone M., Lebrasseur O., Girdland-Flink L., Fernandes D. M., Ollivier M., Speidel L., Gopalakrishnan S., Westbury M. V., Ramos-Madriral J., Feuerborn T. R., Reiter E., Gretzinger J., Münzel S. C., Swali P., Conard N. J., Carøe C., Haile J., Linderholm A., Androsov S., Barnes I., Baumann C., Benecke N., Bocherens H., Brace S., Carden R. F., Drucker D. G., Fedorov S., Gasparik M., Germonpré M., Grigoriev S., Groves P., Hertwig S. T., Ivanova V. V., Janssens L., Jennings R. P., Kasparov A. K., Kirillova I. V., Kurmaniyazov I., Kuzmin Y. V., Kosintsev P. A., Lázníčková-Galetová M., Leduc C., Nikolskiy P., Nussbaumer M., O'Drisceoil C., Orlando L., Outram A., Pavlova E. Y., Perri A. R., Pilot M., Pitulko V. V., Plotnikov V. V., Protopopov A. V., Rehazek A., Sablin M., Seguin-Orlando A., Storå J., Verjux C., Zaibert V. F., Zazula G., Crombé P., Hansen A. J., Willerslev E., Leonard J. A., Götherström A., Pinhasi R., Schuenemann V. J., Hofreiter M., Gilbert M. T. P., Shapiro B., Larson G., Krause J., Dalén L., Skoglund P. 2022 : Grey wolf genomic history reveals a dual ancestry of dogs, *Nature*, 607-7918, p. 313-320.

Binford L. R. 1963 : « Red Ocher » Caches from the Michigan Area: A Possible Case of Cultural Drift, *Southwestern Journal of Anthropology*, 19-1, p. 89-108.

Binford L. R. 1977 : Forty-seven Trips, in Wright R. V. S. (dir.), *Stone Tools as Cultural Markers*, Canberra, Australian Institute of Aboriginal Studies, p. 24-36.

Binford L. R. 1978a : Dimensional Analysis of Behavior and Site Structure: Learning from an Eskimo Hunting Stand, *American Antiquity*, 43-3, p. 330-361.

Binford L. R. 1978b : *Nunamiut Ethnoarchaeology: A Case Study in Archaeological Formation Processes*, New York, Academic Press, 278 p.

Binford L. R. 1979 : Organization and Formation Processes: Looking at Curated Technologies, *Journal of Anthropological Research*, 35-3, p. 255-273.

Binford L. R. 1980 : Willow Smoke and Dogs' Tails: Hunter-Gatherer Settlement Systems and Archaeological Site Formation, *American Antiquity*, 45-1, p. 4-20.

Binford L. R., Binford S. R. 1966 : A Preliminary Analysis of Functional Variability in the Mousterian of Levallois Facies, *American Anthropologist*, 68-2, p. 238-295.

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.

Bleed P. 1986 : The Optimal Design of Hunting Weapons: Maintainability or Reliability, *American Antiquity*, 51-4, p. 737-747.

Bleed P., Bleed A. 1987 : Energetic efficiency and hand tool design: A performance comparison of push and pull stroke saws, *Journal of Anthropological Archaeology*, 6-2, p. 189-197.

Bobrowsky P. T., Ball B. F. 1989 : The theory and mechanics of ecological diversity in archaeology, in Leonard R. D., Jones G. T. (dir.), *New Directions in Archaeology : Quantifying Diversity in Archaeology*, Cambridge, Cambridge University Press, p. 4-12.

Boëda E. 1995 : Levallois: a Volumetric Construction, Methods, a Technique, in Dibble H. L., Bar-Yosef O. (dir.), *The Definition and Interpretation of Levallois Technology*, Madison (coll. Prehistory Press Monographs in World Archaeology, 23), p. 41-68.

Bonhof W. J., van Kolfshoten T. 2021 : The metapodial hammers from the Lower Palaeolithic site of Schöningen 13 II-4 (Germany): The results of experimental research, *Journal of Archaeological Science: Reports*, 35, p. 102685.

Bonta M., Gosford R., Eussen D., Ferguson N., Loveless E., Witwer M. 2017 : Intentional Fire-Spreading by “Firehawk” Raptors in Northern Australia, *Journal of Ethnobiology*, 37-4, p. 700-718.

Bordes F. 1953 : Essai de classification des industries « moustériennes », *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 50, p. 457-466.

Boschian G., Saccà D. 2015 : In the elephant, everything is good: Carcass use and re-use at Castel di Guido (Italy), *Quaternary International*, 361, p. 288-296.

Bouzouggar A., Humphrey L. T., Barton N., Parfitt S. A., Clark Balzan L., Schwenninger J.-L., El Hajraoui M. A., Nespoulet R., Bello S. M. 2018 : 90,000 year-old specialised bone technology in the Aterian Middle Stone Age of North Africa, *PLoS ONE*, 13-10.

Boyd R., Richerson P. J. 1985 : *Culture and the evolutionary process*, Chicago, IL, US, University of Chicago Press, 331 p.

Bradfield J. 2016 : Bone Point Functional Diversity: A Cautionary Tale from Southern Africa, in Langley M. C. (dir.), *Osseous Projectile Weaponry*, Springer, Dordrecht (coll. Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology), p. 31-40.

Bradfield J. 2018 : Identifying animal taxa used to manufacture bone tools during the Middle Stone Age at Sibudu, South Africa: Results of a CT-rendered histological analysis, *PLOS ONE*, 13-11, p. e0208319.

Bradfield J., Lombard M., Reynard J., Wurz S. 2020 : Further evidence for bow hunting and its implications more than 60 000 years ago: Results of a use-trace analysis of the bone

point from Klasies River Main site, South Africa, *Quaternary Science Reviews*, 236, p. 106295.

Bradfield J., Wurz S. 2020 : A functional assessment of the notched bone artefacts from Klasies River Main site, *South African Archaeological Bulletin*, 75-213, p. 128-136.

Brain C. K. 1981 : *The Hunters or the Hunted?: An Introduction to African Cave Taphonomy*, Chicago, University of Chicago Press, 366 p.

Brain C. K., Shipman P. 1993 : The Swartkrans Bone Tools, in Brain C. K. (dir.), *Swartkrans, a Cave's Chronicle of Early Man*, Cape Town, C.T.P. Book Printers (coll. Transvaal Museum Monograph Vol. 8), p. 195-215.

Breuil H. 1912 : *Les subdivisions du Paléolithique supérieur et leur signification*, .

Bruner E. 2014 : Functional Craniology, Human Evolution, and Anatomical Constraints in the Neanderthal Braincase, in Akazawa T., Ogiwara N., Tanabe H. C., Terashima H. (dir.), *Dynamics of Learning in Neanderthals and Modern Humans Volume 2*, Tokyo, Springer (coll. Replacement of Neanderthals by Modern Humans Series), p. 121-129.

Buckley M., Collin M., Thomas-Oates J., Wilson J. C. 2009 : Species identification by analysis of bone collagen using matrix-assisted laser desorption/ionisation time-of-flight mass spectrometry, *Rapid Communication in Mass Spectrometry*, 23-23, p. 3843-3854.

Bunn H. T. 1981 : Archaeological evidence for meat-eating by Plio-Pleistocene hominids from Koobi Fora and Olduvai Gorge, *Nature*, 291-5816, p. 574-577.

Cain C. R. 2004 : Notched, flaked and ground bone artefacts from Middle Stone Age and Iron Age layers of Sibudu Cave, KwaZulu-Natal, South Africa : Sibudu Cave, *South African Journal of Science*, 100-3-4, p. 195-197.

Campmas E., Michel P., Costamagno S., Amani F., Stoetzel E., Nespoulet R., El Hajraoui M. A. 2015 : Were Upper Pleistocene human/non-human predator occupations at the Témara caves (El Harhoura 2 and El Mnasra, Morocco) influenced by climate change?, *Journal of Human Evolution*, 78, p. 122-143.

Cantor M., Shoemaker L. G., Cabral R. B., Flores C. O., Varga M., Whitehead H. 2015 : Multilevel animal societies can emerge from cultural transmission, *Nature Communications*, 6-1, p. 8091.

Caron F., d'Errico F., Moral P. D., Santos F., Zilhão J. 2011 : The Reality of Neandertal Symbolic Behavior at the Grotte du Renne, Arcy-sur-Cure, France, *PLOS ONE*, 6-6, p. e21545.

Caruana M. V., d'Errico F., Backwell L. R. 2013 : Early hominin social learning strategies underlying the use and production of bone and stone tools, in Sanz C. M., Call J., Boesch C. (dir.), *Tool use in animals. Cognition and ecology*, Cambridge, Cambridge University Press, p. 161-175.

Cattelain P. (dir.) 1989 : *Outillage peu élaboré en os et en bois de cervidés. Vol. III*, Treignes, Belgique, Éditions du CEDARC.

- Cavalli-Sforza L. L., Feldman M. W. 1981** : *Cultural transmission and evolution : a quantitative approach*, Princeton, NJ, Princeton University Press (coll. Monographs in population biology : 16), xiv+388 p.
- Chandevau F. 2002** : La motte castrale de Boves (Somme). Tabletterie et petits artefacts (Xe-XVIe siècles), *Revue archéologique de Picardie*, 1-1, p. 25-71.
- Chase P. G. 1990** : Tool-Making Tools and Middle Paleolithic Behavior, *Current Anthropology*, 31-4, p. 443-447.
- Chauvet G. 1910** : Os ivoires et bois de renne ouvrés de la Charente: Hypothèses Palethnographique, in *Bulletins et Mémoires de la Société Archéologique et Historique de la Charente*, Angoulême, Chez E. Constantin (coll. 8), p. 1-184.
- Chen L., Wolf A. B., Fu W., Li L., Akey J. M. 2020** : Identifying and Interpreting Apparent Neanderthal Ancestry in African Individuals, *Cell*, 180-4, p. 677-687.e16.
- Claidière N., Scott-Phillips T. C., Sperber D. 2014** : How Darwinian is cultural evolution?, *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 369-1642, p. 20130368.
- Claidière N., Sperber D. 2007** : The role of attraction in cultural evolution, *Journal of Cognition and Culture*, 7-1-2, p. 89-111.
- Claidière N., Sperber D. 2010** : Imitation explains the propagation, not the stability of animal culture, *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 277-1681, p. 651-659.
- Collard M., Buchanan B., Morin J., Costopoulos A. 2011** : What drives the evolution of hunter-gatherer subsistence technology? A reanalysis of the risk hypothesis with data from the Pacific Northwest, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 366-1567, p. 1129-1138.
- Collard M., Shennan S. J., Tehrani J. J. 2006** : Branching, blending, and the evolution of cultural similarities and differences among human populations, *Evolution and Human Behavior*, 27-3, p. 169-184.
- Collard M., Tehrani J. J. 2005** : Phylogenesis versus ethnogenesis in Turkmen cultural evolution., in Mace R., Holden C. J., Shennan S. J. (dir.), *The evolution of cultural diversity: A phylogenetic approach*, New York, Routledge, p. 109-131.
- Costamagno S., Bourguignon L., Soulier M.-C., Meignen L., Beauval C., Rendu W., Mussini C., Mann A., Maureille B. 2018** : Bone retouchers and site function in the Quina Mousterian: the case of Les Pradelles (Marillac-le-Franc, France), in Hutson J. M., García-Moreno A., Noack E. S., Turner E., Villaluenga A., Gaudzinski-Windheuser S. (dir.), *The Origins of Bone Tool Technologies*, Mainz, Römisch Germanisches ZentralMuseum, p. 165-195.
- Creanza N., Kolodny O., Feldman M. W. 2017** : Cultural evolutionary theory: How culture evolves and why it matters, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114-30, p. 7782-7789.

Dannemann M., Andrés A. M., Kelso J. 2016 : Introgression of Neandertal- and Denisovan-like Haplotypes Contributes to Adaptive Variation in Human Toll-like Receptors, *The American Journal of Human Genetics*, 98-1, p. 22-33.

Dart R. 1957 : *The Osteodontokeratic Culture of Australopithecus Prometheus*, Pretoria, Transvaal Museum.

Daujeard C. 2007 : Exploitation intensive des carcasses de Cerf dans le gisement paléolithique moyen de la grotte de Saint-Marcel (Ardèche), in *Un siècle de construction du discours scientifique en Préhistoire. Actes du congrès du centenaire de la Société Préhistorique Française, Avignon-Bonnieux, 20-25 septembre 2004. Volume III*, Paris, Société Préhistorique de France, p. 481-497.

Daujeard C., Moncel M.-H., Fiore I., Tagliacozzo A., Bindon P., Raynal J.-P. 2014 : Middle Paleolithic bone retouchers in Southeastern France: Variability and functionality, *Quaternary International*, 326–327, p. 492-518.

Daujeard C., Valensi P., Fiore I., Moigne A.-M., Tagliacozzo A., Moncel M.-H., Santagata C., Cauche D., Raynal J.-P. 2018 : A reappraisal of Lower to Middle Palaeolithic bone retouchers from Southeastern France (MIS 11 to 3), in Hutson J. M., Noack E. S., Turner E., Villaluenga A., Gaudzinski-Windheuser S. (dir.), *The Origins of Bone Tool Technologies*, Mainz, RGZM, p. 93-132.

de Boer B. 2012 : Loss of air sacs improved hominin speech abilities, *Journal of Human Evolution*, 62-1, p. 1-6.

de la Peña P., Wadley L., Lombard M. 2013 : Quartz bifacial points in the Howiesons Poort of Sibudu, *The South African Archaeological Bulletin*, 68-198, p. 119-136.

de la Torre I., d’Errico F., Doyon L. in prep : A 1.5M-year-old expedient bone tool technology from the FLK-T69 and FLK-T70 sites, Olduvai Gorges, Tanzania, *Nature*.

Derevianko A. P., Shunkov M. V., Kozlikin M. B., Fedorchenko A. Yu., Pavlenok G. D., Belousova N. E. 2016 : Early Upper Palaeolithic bone needle from the Main Chamber of Denisova Cave (Based on research data from the 2016 excavations), *Problems of Archaeology, Ethnography, Anthropology of Siberia and Neighboring Territories*, 22, p. 72-75.

Derev M., Beugin M.-P., Godelle B., Raymond M. 2013 : Experimental evidence for the influence of group size on cultural complexity, *Nature*, 503-7476, p. 389-391.

Derev M., Mesoudi A. 2020 : Cumulative Cultural Evolution within Evolving Population Structures, *Trends in Cognitive Sciences*, 24-8, p. 654-667.

d’Errico F. 1993 : La vie sociale de l’art mobilier paléolithique. Manipulation, transport, suspension des objets en os, bois de cervidés, ivoire, *Oxford Journal of Archaeology*, 12-2, p. 145-174.

d’Errico F., Backwell L. 2003 : Possible Evidence of Bone Tool Shaping by Swartkrans Early Hominids, *Journal of Archaeological Science*, 30, p. 1559-1576.

d’Errico F., Backwell L. 2009 : Assessing the function of early hominin bone tools, *Journal of Archaeological Science*, 36-8, p. 1764-1773.

d’Errico F., Backwell L., Villa P., Degano I., Lucejko J. J., Bamford M. K., Higham T. F. G., Colombini M. P., Beaumont P. B. 2012a : Early evidence of San material culture represented by organic artifacts from Border Cave, South Africa, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109-33, p. 13214-13219.

d’Errico F., Backwell L. R., Wadley L. 2012b : Identifying regional variability in Middle Stone Age bone technology: The case of Sibudu Cave, *Journal of Archaeological Science*, 39-7, p. 2479-2495.

d’Errico F., Backwell L. R., Wadley L., Geis L., Queffelec A., Banks W. E., Doyon L. 2022 : Technological and functional analysis of 80-60 ka bone wedges from Sibudu (KwaZulu-Natal, South Africa), *Scientific Reports*, 12, p. 16270.

d’Errico F., Borgia V., Ronchitelli A. 2012c : Uluzzian bone technology and its implications for the origin of behavioural modernity, *Quaternary International*, 259, p. 59-71.

d’Errico F., Banks W. E. 2015 : The Archaeology of Teaching: A Conceptual Framework, *Cambridge Archaeological Journal*, 25-4, p. 859-866.

d’Errico F., Colagè I. 2018 : Cultural Exaptation and Cultural Neural Reuse: A Mechanism for the Emergence of Modern Culture and Behavior, *Biological Theory*, 13-4, p. 213-227.

d’Errico F., Doyon L., Colagé I., Queffelec A., Le Vraux E., Giacobini G., Vandermeersch B., Maureille B. 2018a : From number sense to number symbols. An archaeological perspective, *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 373, p. 20160518.

d’Errico F., Doyon L., Zhang S., Baumann M., Lázníčková-Galetová M., Gao X., Chen F., Zhang Y. 2018b : The origin and evolution of sewing technologies in Eurasia and North America, *Journal of Human Evolution*, 125, p. 71-86.

d’Errico F., Henshilwood C., Vanhaeren M., van Niekerk K. 2005 : Nassarius kraussianus shell beads from Blombos Cave: evidence for symbolic behaviour in the Middle Stone Age, *Journal of Human Evolution*, 48-1, p. 3-24.

d’Errico F., Henshilwood C. S. 2007 : Additional evidence for bone technology in the southern African Middle Stone Age, *Journal of Human Evolution*, 52-2, p. 142-163.

d’Errico F., Jardón-Giner P., Soler-Mayor B. 1993 : Critères à base expérimentale pour l’étude des perforations naturelles et intentionnelles sur coquillages, in Anderson P. C., Beyries S., Otte M., Plisson H. (dir.), *Traces et fonction : les gestes retrouvés. Colloque international de Liège*, Liège, Belgique, Éditions ERAUL, p. 243-254.

d’Errico F., Julien M., Liolios D., Vanhaeren M., Baffier D. 2003 : Many awls in our argument. Bone tool manufacture and use in the Châtelperronian and Aurignacian levels of the Grotte du Renne at Arcy-sur-Cure, in Zilhao J., d’Errico F. (dir.), *The Chronology of the Aurignacian and of the Transitional Technocomplexes: Dating, Stratigraphies, Cultural*

Implications; Proceedings of Symposium 6.1 of the XIVth Congress of the UISPP (University of Liège, Belgium, September 2-8, 2001), Lisboa, Instituto Português de Arqueologia, p. 247-270.

d'Errico F., Pitarch Martí A., Shipton C., Le Vraux E., Ndiema E., Goldstein S., Petraglia M. D., Boivin N. 2020 : Trajectories of cultural innovation from the Middle to Later Stone Age in Eastern Africa: Personal ornaments, bone artifacts, and other from Panga ya Saidi, Kenya, *Journal of Human Evolution*, 141, p. 102737.

d'Errico F., Pitarch Martí A., Wei Y., Gao X., Vanhaeren M., Doyon L. 2021 : Zhoukoudian Upper Cave personal ornaments and ochre: Rediscovery and reevaluation, *Journal of Human Evolution*, 161, p. 103088.

d'Errico F., Vanhaeren M., Van Niekerk K., Henshilwood C. S., Erasmus R. M. 2015 : Assessing the Accidental Versus Deliberate Colour Modification of Shell Beads: a Case Study on Perforated *Nassarius kraussianus* from Blombos Cave Middle Stone Age levels, *Archaeometry*, 57-1, p. 51-76.

d'Errico F., Vanhaeren M., Wadley L. 2008 : Possible shell beads from the Middle Stone Age layers of Sibudu Cave, South Africa, *Journal of Archaeological Science*, 35-10, p. 2675-2685.

Derrida J. 1967 : *L'écriture et la différence*, Paris, Éditions du Seuil.

Deschamps M., Laval G., Fagny M., Itan Y., Abel L., Casanova J.-L., Patin E., Quintana-Murci L. 2016 : Genomic Signatures of Selective Pressures and Introgression from Archaic Hominins at Human Innate Immunity Genes, *The American Journal of Human Genetics*, 98-1, p. 5-21.

Desmond A., Barton N., Bouzouggar A., Douka K., Fernandez P., Humphrey L., Morales J., Turner E., Buckley M. 2018 : ZooMS identification of bone tools from the North African Later Stone Age, *Journal of Archaeological Science*, 98, p. 149-157.

de Sonneville-Bordes D., Perrot J. 1953 : Essai d'adaptation des méthodes statistiques au Paléolithique supérieur. Premiers résultats, *Bulletin de la Société préhistorique de France*, 50-5/6, p. 323-333.

Dinets V., Brueggen J. C., Brueggen J. D. 2015 : Crocodilians use tools for hunting, *Ethology Ecology & Evolution*, 27-1, p. 74-78.

Dobres M. 1995 : Gender and prehistoric technology: On the social agency of technical strategies, *World Archaeology*, 27-1, p. 25-49.

Dobres M.-A., Hoffman C. R. 1994 : Social Agency and the Dynamics of Prehistoric Technology, *Journal of Archaeological Method and Theory*, 1, p. 211-258.

Domínguez-Rodrigo M., Rayne Pickering T., Semaw S., Rogers M. J. 2005 : Cutmarked bones from Pliocene archaeological sites at Gona, Afar, Ethiopia: implications for the function of the world's oldest stone tools, *Journal of Human Evolution*, 48-2, p. 109-121.

Doyon L. 2019a : L'évolution des technologies cynégétiques en matière osseuses au début du Paléolithique supérieur : l'apport des assemblages mis au jour aux grottes de l'Observatoire (Monaco) et des Enfants (Balzi Rossi, Italie), *Bulletin du Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco*, 59, p. 51-58.

Doyon L. 2019b : On the shape of things: A geometric morphometrics approach to investigate Aurignacian group membership, *Journal of Archaeological Science*, 101, p. 99-114.

Doyon L. 2019c : Bone needles in China and their implications for Late Pleistocene hominin dispersals/ 中国的骨针及其对晚更新世人类扩散的指示意义, *Acta Anthropologica Sinica (人类学学报)*, 38-3, p. 362-372.

Doyon L. 2020 : The cultural trajectories of Aurignacian osseous projectile points in Southern Europe: Insights from geometric morphometrics, *Quaternary International*, 551, p. 63-84.

Doyon L. in press : Le paysage socio-symbolique aurignacien : regards croisés entre les parures, les symboles et la morphologie des armatures en matière osseuse (FR); The Aurignacian socio-symbolic landscape: Cross-referencing ornaments, symbols and osseous projectile points morphology (EN); Il paesaggio socio-simbolico aurignaziano: inferenze a partire dall'analisi incrociata di ornamenti, segni e morfologia delle punte de zagaglie in materia ossea (IT), *Bulletin du Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco*.

Doyon L., Katz Knecht H. 2014 : The Effects of Use and Resharpener on Morphometric Variability of Aurignacian Antler Projectile Points, *Mitteilungen der Gesellschaft für Urgeschichte*, 23, p. 83-101.

Doyon L., Li H., Li Z., Wang H., Zhao Q. 2019 : Further Evidence of Organic Soft Hammer Percussion and Pressure Retouch from Lingjing (Xuchang, Henan, China), *Lithic Technology*, 44-2, p. 100-117.

Doyon L., Li Z., Li H., d'Errico F. 2018 : Discovery of circa 115,000-year-old bone retouchers at Lingjing, Henan, China, *PLOS ONE*, 13-3, p. e0194318.

Doyon L., Li Z., Wang H., Geis L., d'Errico F. 2021 : A 115,000-year-old expedient bone technology at Lingjing, Henan, China, *PLOS ONE*, 16-5, p. e0250156.

Dussex N., Bergfeldt N., de Anca Prado V., Dehasque M., Díez-del-Molino D., Ersmark E., Kanellidou F., Larsson P., Lemež Š., Lord E., Mármol-Sánchez E., Meleg I. N., Måsviken J., Naidoo T., Studerus J., Vicente M., von Seth J., Götherström A., Dalén L., Heintzman P. D. 2021 : Integrating multi-taxon palaeogenomes and sedimentary ancient DNA to study past ecosystem dynamics, *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 288-1957, p. 20211252.

Eerkens J. W. 2000 : Practice Makes Within 5% of Perfect: Visual Perception, Motor Skills, and Memory in Artifact Variation, *Current Anthropology*, 41-4, p. 663-668.

Eerkens J. W., Lipo C. P. 2005 : Cultural transmission, copying errors, and the generation of variation in material culture and the archaeological record, *Journal of Anthropological Archaeology*, 24, p. 316-334.

Eisenmann S., Bánffy E., van Dommelen P., Hofmann K. P., Maran J., Lazaridis I., Mittnik A., McCormick M., Krause J., Reich D., Stockhammer P. W. 2018 : Reconciling material cultures in archaeology with genetic data: The nomenclature of clusters emerging from archaeogenomic analysis, *Scientific Reports*, 8-1, p. 13003.

El Hajraoui M. A., Debénath A. 2012 : El Mnasra - Chapter XXIV. L'industrie osseuse. Préhistoire de la région de Rabat-Témara, in El Hajraoui M. A., Nespoulet R., Debénath A., Dibble H. L. (dir.), *Villes et sites d'archéologie Marocaine, Royaume du Maroc*, Rabat, Ministère de la Culture et Institut National des Sciences de l'Archéologie et du Patrimoine, p. 179-188.

Elliott B., Milner N. 2010 : Making a Point: a Critical Review of the Barbed Point Manufacturing Process Practised at Star Carr, *Proceedings of the Prehistoric Society*, 76, p. 75-94.

Feng X. 2004 : History and status quo of the research on Paleolithic bone artifacts and hornwork in China, in Dong W. (dir.), *Proceedings of the Ninth Annual Meeting of the Chinese Society of Vertebrate Paleontology*, Beijing, China Ocean Press, p. 183-191.

Fiddymant S., Holsinger B., Ruzzier C., Devine A., Binois A., Albarella U., Fischer R., Nichols E., Curtis A., Cheese E., Teasdale M. D., Checkley-Scott C., Milner S. J., Rudy K. M., Johnson E. J., Vnouček J., Garrison M., McGrory S., Bradley D. G., Collins M. J. 2015 : Animal origin of 13th-century uterine vellum revealed using noninvasive peptide fingerprinting, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112-49, p. 15066-15071.

Foley R. A., Mirazón Lahr M. 2011 : The evolution of the diversity of cultures, *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 366-1567, p. 1080-1089.

Ford J. A., Steward J. H. 1954 : On the Concept of Types, *American Anthropologist*, 56-1, p. 42-57.

Fu Q., Hajdinjak M., Moldovan O. T., Constantin S., Mallick S., Skoglund P., Patterson N., Rohland N., Lazaridis I., Nickel B., Viola B., Prüfer K., Meyer M., Kelso J., Reich D., Pääbo S. 2015 : An early modern human from Romania with a recent Neanderthal ancestor, *Nature*, 524-7564, p. 216-219.

Fu Q., Li H., Moorjani P., Jay F., Slepchenko S. M., Bondarev A. A., Johnson P. L. F., Aximu-Petri A., Prüfer K., de Filippo C., Meyer M., Zwyns N., Salazar-García D. C., Kuzmin Y. V., Keates S. G., Kosintsev P. A., Razhev D. I., Richards M. P., Peristov N. V., Lachmann M., Douka K., Higham T. F. G., Slatkin M., Hublin J.-J., Reich D., Kelso J., Viola T. B., Pääbo S. 2014 : Genome sequence of a 45,000-year-old modern human from western Siberia, *Nature*, 514-7523, p. 445-449.

Fu Q., Meyer M., Gao X., Stenzel U., Burbano H. A., Kelso J., Pääbo S. 2013 : DNA analysis of an early modern human from Tianyuan Cave, China, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110-6, p. 2223-2227.

Fu Q., Posth C., Hajdinjak M., Petr M., Mallick S., Fernandes D., Furtwängler A., Haak W., Meyer M., Mittnik A., Nickel B., Peltzer A., Rohland N., Slon V., Talamo S.,

Lazaridis I., Lipson M., Mathieson I., Schiffels S., Skoglund P., Derevianko A. P., Drozdov N., Slavinsky V., Tsybankov A., Cremonesi R. G., Mallegni F., Gély B., Vacca E., Morales M. R. G., Straus L. G., Neugebauer-Maresch C., Teschler-Nicola M., Constantin S., Moldovan O. T., Benazzi S., Peresani M., Coppola D., Lari M., Ricci S., Ronchitelli A., Valentin F., Thevenet C., Wehrberger K., Grigorescu D., Rougier H., Crevecoeur I., Flas D., Semal P., Mannino M. A., Cupillard C., Bocherens H., Conard N. J., Harvati K., Moiseyev V., Drucker D. G., Svoboda J., Richards M. P., Caramelli D., Pinhasi R., Kelso J., Patterson N., Krause J., Pääbo S., Reich D. 2016 : The genetic history of Ice Age Europe, *Nature*, 534-7606, p. 200-205.

Galland A., Queffelec A., Caux S., Bordes J.-G. 2019 : Quantifying lithic surface alterations using confocal microscopy and its relevance for exploring the Châtelperronian at La Roche-à-Pierrot (Saint-Césaire, France), *Journal of Archaeological Science*, 104, p. 45-55.

Gamble C. 1986 : *The Palaeolithic Settlement of Europe*, Cambridge, Cambridge University Press, 471 p.

Geis L., d'Errico F., Jordan F., Brenet M., Queffelec A. 2022 : *Multiproxy analysis of Upper Palaeolithic lustrous gravels*, SocArXiv.

Gifford-Gonzalez D. 1991 : Bones are not enough: Analogues, knowledge, and interpretive strategies in zooarchaeology, *Journal of Anthropological Archaeology*, 10-3, p. 215-254.

Gliganic L. A., Jacobs Z., Roberts R. G., Domínguez-Rodrigo M., Mabulla A. Z. P. 2012 : New ages for Middle and Later Stone Age deposits at Mumba rockshelter, Tanzania: Optically stimulated luminescence dating of quartz and feldspar grains, *Journal of Human Evolution*, 62-4, p. 533-547.

Golovanova L. V., Doronichev V. B., Cleghorn N. E. 2010 : The emergence of bone-working and ornamental art in the Caucasian Upper Palaeolithic, *Antiquity*, 84-324, p. 299-320.

Goren-Inbar N. 2011a : Behavioral and Cultural Origins of Neanderthals: A Levantine Perspective, in Condemi S., Weniger G.-C. (dir.), *Continuity and Discontinuity in the Peopling of Europe*, Springer Netherlands (coll. Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology), p. 89-100.

Goren-Inbar N. 2011b : Culture and cognition in the Acheulian industry: a case study from Gesher Benot Ya'aqov, *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 366-1567, p. 1038-1049.

Gould R. A., Saggars S. 1985 : Lithic Procurement in Central Australia: A Closer Look at Binford's Idea of Embeddedness in Archaeology, *American Antiquity*, 50-1, p. 117-136.

Goutas N. 2004 : *Caracérisation et évolution du Gravettien en France par l'approche techno-économique des industries en matières dures animales (étude de six gisements du Sud-ouest)*, Paris I - Pantheon-Sorbonne.

Green R. E., Krause J., Briggs A. W., Maricic T., Stenzel U., Kircher M., Patterson N., Li H., Zhai W., Fritz M. H.-Y., Hansen N. F., Durand E. Y., Malaspina A.-S., Jensen

J. D., Marques-Bonet T., Alkan C., Prüfer K., Meyer M., Burbano H. A., Good J. M., Schultz R., Aximu-Petri A., Butthof A., Höber B., Höffner B., Siegemund M., Weihmann A., Nusbaum C., Lander E. S., Russ C., Novod N., Affourtit J., Egholm M., Verna C., Rudan P., Brajkovic D., Kucan Ž., Gušić I., Doronichev V. B., Golovanova L. V., Lalueza-Fox C., Rasilla M. de la, Fortea J., Rosas A., Schmitz R. W., Johnson P. L. F., Eichler E. E., Falush D., Birney E., Mullikin J. C., Slatkin M., Nielsen R., Kelso J., Lachmann M., Reich D., Pääbo S. 2010 : A Draft Sequence of the Neandertal Genome, *Science*, 328-5979, p. 710-722.

Greenhill S. J., Currie T. E., Gray R. D. 2009 : Does horizontal transmission invalidate cultural phylogenies?, *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 276-1665, p. 2299-2306.

Gruber T., Chimento M., Aplin L. M., Biro D. 2022 : Efficiency fosters cumulative culture across species, *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 377-1843, p. 20200308.

Grunwald A. M. 2016 : Analysis of fracture patterns from experimentally marrow-cracked frozen and thawed cattle bones, *Journal of Archaeological Science: Reports*, 8, p. 356-365.

Gunz P., Neubauer S., Maureille B., Hublin J.-J. 2010 : Brain development after birth differs between Neanderthals and modern humans, *Current Biology*, 20-21, p. R921-R922.

Hallett E. Y., Marean C. W., Steele T. E., Álvarez-Fernández E., Jacobs Z., Cerasoni J. N., Aldeias V., Scerri E. M. L., Olszewski D. I., El Hajraoui M. A., Dibble H. L. 2021 : A worked bone assemblage from 120,000–90,000 year old deposits at Contrebandiers Cave, Atlantic Coast, Morocco, *iScience*, p. 102988.

Hanon R., d’Errico F., Backwell L., Prat S., Péan S., Patou-Mathis M. 2021 : New evidence of bone tool use by Early Pleistocene hominins from Cooper’s D, Bloubaan Valley, South Africa, *Journal of Archaeological Science: Reports*, 39, p. 103129.

Harmand S., Lewis J. E., Feibel C. S., Lepre C. J., Prat S., Lenoble A., Boës X., Quinn R. L., Brenet M., Arroyo A., Taylor N., Clément S., Daver G., Brugal J.-P., Leakey L., Mortlock R. A., Wright J. D., Lokorodi S., Kirwa C., Kent D. V., Roche H. 2015 : 3.3-million-year-old stone tools from Lomekwi 3, West Turkana, Kenya, *Nature*, 521-7552, p. 310-315.

Haudricourt A.-G. 1964 : La technologie, science humaine, *La Pensée*, 115, p. 28-35.

Haudricourt A.-G. 1968 : La technologie culturelle : essai de méthodologie, in Poirier J. (dir.), *Ethnologie générale*, Paris, France, Gallimard, p. 731-822.

Hayden B. 1979 : *Lithic use-wear analysis*, New York, Academic Press (coll. Studies in archaeology), 413 p.

Henri-Martin L. 1910 : La Percussion osseuse et les esquilles qui en dérivent. Expérimentation, *Bulletin de la Société préhistorique de France*, 7-5, p. 299-304.

Henri-Martin L. 1906 : Maillets ou enclumes en os provenant de la couche moustérienne de la Quina (Charente), *Bulletin de la Société préhistorique de France*, 3-4, p. 155-162.

Henshilwood C. S., d'Errico F., Marean C. W., Milo R. G., Yates R. 2001 : An early bone tool industry from the Middle Stone Age at Blombos Cave, South Africa: implications for the origins of modern human behaviour, symbolism and language, *Journal of Human Evolution*, 41-6, p. 631-678.

Högberg A., Lombard M. 2016 : Indications of pressure flaking more than 70 thousand years ago at Umhlatuzana rock shelter, *The South African Archaeological Bulletin*, 71-203, p. 53-59.

Holmes W. H. 1894 : Natural history of flaked stone implements, in *Memoirs of the International Congress of Anthropology*, Chicago, p. 120-139.

Hou Y. M., Zhao L. X. 2010 : An archeological view for the presence of early humans in China, *Quaternary International*, 223-224, p. 10-19.

Huang W. W., Zhang Z. H., Fu R. Y., Chen B. F., Liu J. Y., Zhu M. Y., Wu H. K. 1986 : Bone artifacts and ornaments from Xiaogushan site of Haicheng, Liaoning Province, *Acta Anthropologica Sinica*, 5-3, p. 259-266.

Inizan M.-L., Reduron M., Roche H., Tixier J. 1995 : *Préhistoire de la pierre taillée, Vol. 4, Technologie de la pierre taillée, suivi par un dictionnaire multilingue allemand, anglais, arabe, espagnol, français, grec, italien, portugais*, Meudon, C.R.E.P., 199 p.

Jéquier C. A. 2014 : *Techno-économie des industries en matières dures d'origine animale entre le Paléolithique moyen et supérieur en Italie orientale et Slovénie*, PhD, Università degli Studi di Ferrara, 299 p.

Jéquier C., Livraghi A., Romandini M., Peresani M. 2018 : Same but different: 20,000 years of bone retouchers from Northern Italy. A diachronic approach from Neanderthals to anatomically modern humans, in Hutson J. M., García-Moreno A., Noack E. S., Turner E., Villaluenga A., Gaudzinski-Windheuser S. (dir.), *The Origins of Bone Tool Technologies*, Mainz, Römisch Germanisches ZentralMuseum, p. 269-285.

Jochim M. A. 1976 : *Hunter-Gatherer Subsistence and Settlement: A Predictive Model*, New York, Academic Press, 206 p.

Johnson L. L., Behm J. A., Bordes F., Cahen D., Crabtree D. E., Dincauze D. F., Hay C. A., Hayden B., Hester T. R., Katz P. R., Knudson R., McManamon F. P., Malik S. C., Müller-Beck H., Newcomer M. H., Paddayya K., Price-Beggerly P., Ranere A. J., Sankalia H. D., Sheets P. D. 1978 : A History of Flint-Knapping Experimentation, 1838-1976 [and Comments and Reply], *Current Anthropology*, 19-2, p. 337-372.

Joordens J. C. A., d'Errico F., Wesselingh F. P., Munro S., de Vos J., Wallinga J., Ankjærgaard C., Reimann T., Wijbrans J. R., Kuiper K. F., Mûcher H. J., Coqueugniot H., Prié V., Joosten I., van Os B., Schulp A. S., Panuel M., van der Haas V., Lustenhouwer W., Reijmer J. J. G., Roebroeks W. 2015 : *Homo erectus* at Trinil on Java used shells for tool production and engraving, *Nature*, 518-7538, p. 228-231.

Julien M., Baffier D., Liolios D. 2002 : L'outillage en matières dures animales, in Schmider B. (dir.), *L'Aurignacien de la grotte du Renne: Les fouilles d'André Leroi-Gourhan à Arcy-sur-Cure (Yonne)*, Paris, CNRS, p. 215-250.

Julien M., Vanhaeren M., d'Errico F. 2019 : L'industrie osseuse, in Julien M., David F., Girard M., Roblin-Jouve A. (dir.), *Le Châtelperronien de la grotte du Renne (Arcy-sur-Cure, Yonne, France) : les fouilles d'André Leroi-Gourhan (1949-1963)*, Les Eysies-de-Tayac, Société des Amis du Musée national de Préhistoire et de la Recherche archéologique, p. 1-52.

Julien M.-A., Hardy B., Stahlschmidt M. C., Urban B., Serangeli J., Conard N. J. 2015 : Characterizing the Lower Paleolithic bone industry from Schöningen 12 II: A multi-proxy study, *Journal of Human Evolution*, 89, p. 264-286.

Junker T. 2010 : Art as a biological adaptation, or: Why modern humans replaced the Neanderthals, *Quartär*, 57, p. 171-178.

Karavanić I. 2016 : Early Upper Paleolithic Osseous Points from Croatia, in Langley M. C. (dir.), *Osseous Projectile Weaponry: Towards an Understanding of Pleistocene Cultural Variability*, Dordrecht, Springer (coll. Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology), p. 43-54.

Karlin C. 1991 : Connaissances et savoir-faire: comment analyser un processus technique en Préhistoire: introduction, *Treballs d'Arqueologia*, 1, p. 99-124.

Karlin C., David F. 1999 : Des chasseurs de rennes magdaléniens aux chasseurs de rennes sibériens ou de la chaîne opératoire à l'enquête ethnoarchéologique, in Briois F., Darras V. (dir.), *La pierre taillée : ressources, technologie, diffusion : Séminaire du Centre d'Anthropologie, Toulouse*, Toulouse, Archives d'écologie préhistorique, p. 35-42.

Kelly R. L. 1988 : The Three Sides of a Biface, *American Antiquity*, 53-4, p. 717-734.

Kintigh K. W. 1989 : Sample size, significance, and measures of diversity, in Leonard R. D., Jones G. T. (dir.), *New Directions in Archaeology : Quantifying Diversity in Archaeology*, Cambridge, Cambridge University Press, p. 25-36.

Kitagawa K., Conard N. J. 2020 : Split-based points from the Swabian Jura highlight Aurignacian regional signatures, *PLOS ONE*, 15-11, p. e0239865.

Klein R. G. 2008 : Out of Africa and the evolution of human behavior, *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews*, 17-6, p. 267-281.

Klein R. G. 2009 : *The Human Career (3rd ed.)*, Chicago, University of Chicago Press.

Knecht H. 1991 : *Technological innovation and design during the Early Upper Paleolithic : a study of organic projectile technologies*, New York University, 780 p.

Knecht H. 1997 : Projectile points of bone, antler, and stone - Experimental explorations of manufacture and use, in Knecht H. (dir.), *Projectile Technology*, New York, Plenum Press, p. 191-212.

Koerper H. C., Stickel E. G. 1980 : Cultural Drift: A Primary Process of Culture Change, *Journal of Anthropological Research*, 36-4, p. 463-469.

Kozlikin M. B., Rendu W., Plisson H., Baumann M., Shunkov M. V. 2020 : Unshaped Bone Tools from Denisova Cave, Altai, *Archaeology, Ethnology & Anthropology of Eurasia*, 48-1, p. 16-28.

Kretzoi M., Dobosi V. T. 1990 : *Vértesszőlős: Site, man and culture*, Budapest, Akadémiai Kiadó.

Krivoshapkin A., Shalagina A., Baumann M., Shnaider S., Kolobova K. 2018 : Between Denisovans and Neanderthals: Strashnaya Cave in the Altai Mountains, *Antiquity*, 92-365.

Krützen M., Mann J., Heithaus M. R., Connor R. C., Bejder L., Sherwin W. B. 2005 : Cultural transmission of tool use in bottlenose dolphins, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102-25, p. 8939-8943.

Kuhlwilm M., Gronau I., Hubisz M. J., Filippo C. de, Prado-Martinez J., Kircher M., Fu Q., Burbano H. A., Lalueza-Fox C., Rasilla M. de la, Rosas A., Rudan P., Brajkovic D., Kucan Ž., Gušić I., Marques-Bonet T., Andrés A. M., Viola B., Pääbo S., Meyer M., Siepel A., Castellano S. 2016 : Ancient gene flow from early modern humans into Eastern Neanderthals, *Nature*, 530-7591, p. 429-433.

Kuhn S. L. 2020 : *The Evolution of Paleolithic Technologies*, Routledge.

Kuhn S. L., Stiner M. C., Reese D. S., Güleç E. 2001 : Ornaments of the earliest Upper Paleolithic: New insights from the Levant, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98-13, p. 7641-7646.

Langley M. C., Amano N., Wedage O., Deraniyagala S., Pathmalal M. M., Perera N., Boivin N., Petraglia M. D., Roberts P. 2020 : Bows and arrows and complex symbolic displays 48,000 years ago in the South Asian tropics, *Science Advances*, 6-24, p. eaba3831.

Langley M. C., Balme J., O'Connor S. 2021 : Bone artifacts from Riwi Cave, south-central Kimberley: Reappraisal of the timing and role of osseous artifacts in northern Australia, *International Journal of Osteoarchaeology*, n/a-n/a, p. 1-10.

Langley M. C., Clarkson C., Ulm S. 2019 : Symbolic expression in Pleistocene Sahul, Sunda, and Wallacea, *Quaternary Science Reviews*, 221, p. 105883.

Langley M. C., O'Connor S., Aplin K. 2016a : A >46,000-year-old kangaroo bone implement from Carpenter's Gap 1 (Kimberley, northwest Australia), *Quaternary Science Reviews*, 154, p. 199-213.

Langley M. C., O'Connor S., Piotto E. 2016b : 42,000-year-old worked and pigment-stained Nautilus shell from Jerimalai (Timor-Leste): Evidence for an early coastal adaptation in ISEA, *Journal of Human Evolution*, 97, p. 1-16.

Laplace G. 1974 : De la dynamique de l'analyse structurale ou la typologie analytique, *Rivista di scienze preistoriche*, 29, p. 3-71.

Lefebvre A. 2016 : *Les stratégies d'adaptation des sociétés pyrénéennes entre 19 et 14 ka cal BP : étude biométrique et techno-économique comparée sur l'exploitation du bois de cerf et du bois de renne autour des Pyrénées au Magdalénien moyen et supérieur*, These de doctorat, Bordeaux.

Lefebvre A., Rochefort G. Y., Santos F., Denmat D. L., Salmon B., Pétilion J.-M. 2016 : A Non-Destructive Method for Distinguishing Reindeer Antler (*Rangifer tarandus*) from Red

Deer Antler (*Cervus elaphus*) Using X-Ray Micro-Tomography Coupled with SVM Classifiers, *PLOS ONE*, 11-2, p. e0149658.

Lefebvre L. 1995 : Culturally-transmitted feeding behaviour in primates: Evidence for accelerating learning rates, *Primates*, 36-2, p. 227-239.

Lefebvre L., Giraldeau L.-A. 1994 : Cultural transmission in pigeons is affected by the number of tutors and bystanders present, *Animal Behaviour*, 47-2, p. 331-337.

LeMoine G. M. 1994 : Use Wear on Bone and Antler Tools from the Mackenzie Delta, Northwest Territories, *American Antiquity*, 59-2, p. 316-334.

Lemonnier P. 1976 : La description des chaînes opératoires: contribution à l'analyse des systèmes techniques, *Techniques & culture*, 1, p. 100-151.

Lemorini C., Bishop L. C., Plummer T. W., Braun D. R., Ditchfield P. W., Oliver J. S. 2019 : Old stones' song—second verse: use-wear analysis of rhyolite and fenitized andesite artifacts from the Oldowan lithic industry of Kanjera South, Kenya, *Archaeological and Anthropological Sciences*, 11-9, p. 4729-4754.

Lemorini C., Plummer T. W., Braun D. R., Crittenden A. N., Ditchfield P. W., Bishop L. C., Hertel F., Oliver J. S., Marlowe F. W., Schoeninger M. J., Potts R. 2014 : Old stones' song: Use-wear experiments and analysis of the Oldowan quartz and quartzite assemblage from Kanjera South (Kenya), *Journal of Human Evolution*, 72, p. 10-25.

Leonard R. D., Jones G. T. (dir.) 1989 : *New Directions in Archaeology: Quantifying Diversity in Archaeology*, Cambridge, Cambridge University Press, 160 p.

Leroi-Gourhan A. 1943 : *L'homme et la matière*, Paris, Albin Michel.

Leroi-Gourhan A. 1945 : *Milieu et technique*, Paris, Albin Michel.

Leroi-Gourhan A. 1964 : *Le geste et la parole: 1. Technique et langage*, Paris, Albin Michel (coll. Sciences d'aujourd'hui), 323 p.

Lewis J. E., Harmand S. 2016 : An earlier origin for stone tool making: implications for cognitive evolution and the transition to Homo, *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 371-1698, p. 20150233.

Li C. 2004 : The artifacts from the Longgudong cave in 1999--2000, in Zheng S. (dir.), *Jianshi Hominid Site (in Chinese with English summary)*, Beijing, Science Press, p. 37-60.

Li Z., Doyon L., Fang H., Ledevin R., Queffelec A., Raguin E., d'Errico F. 2020 : A Paleolithic bird figurine from the Lingjing site, Henan, China, *PLOS ONE*, 15-6, p. e0233370.

Li Z., Doyon L., Li H., Wang Q., Zhang Z., Zhao Q., d'Errico F. 2019 : Engraved bones from the archaic hominin site of Lingjing, Henan Province, *Antiquity*, 93-370, p. 886-900.

Lieberman P. 2007 : The Evolution of Human Speech: Its Anatomical and Neural Bases, *Current Anthropology*, 48-1, p. 39-66.

Liolios D. 1999 : *Variabilité et caractéristiques du travail des matières osseuses au début de l'Aurignacien: approche technologique et économique*, Paris X-Nanterre, 360 p.

Luncz L. V., Wittig R. M., Boesch C. 2015 : Primate archaeology reveals cultural transmission in wild chimpanzees (*Pan troglodytes verus*), *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 370-1682, p. 20140348.

Lycett S. J., von Cramon-Taubadel N. 2015 : Toward a “Quantitative Genetic” Approach to Lithic Variation, *Journal of Archaeological Method and Theory*, 22-2, p. 646-675.

Ma S., Doyon L. 2021 : Animals for Tools: The Origin and Development of Bone Technologies in China, *Frontiers in Earth Science*, 9, p. 1138.

Ma S., Doyon L., Zhang Y., Li Z. in prep : In search of traditions: Disentangling the state of worked pelt and hide from use wear patterns on expedient bone tools, *Journal of Archaeological Science*.

Maget M. 1953 : *Guide d'étude directe des comportements culturels*, Paris, France, Civilisations du Sud, 260 p.

Mania D., Mania U. 1988 : Deliberate engravings on bone artefacts of *Homo erectus*, *Rock Art Research*, 5, p. 91-107.

Mania D., Mania U. 2003 : Bilzingsleben - *Homo erectus*, his culture and his environment. The most important results of research, in Burdukiewicz J. M., Ronen A. (dir.), *Lower Palaeolithic Small Tools in Europe and the Levant*, Oxford, England, British Archaeological Reports (coll. BAR International Series, S1115), p. 29-48.

Mao X., Zhang H., Qiao S., Liu Y., Chang F., Xie P., Zhang M., Wang T., Li M., Cao P., Yang R., Liu F., Dai Q., Feng X., Ping W., Lei C., Olsen J. W., Bennett E. A., Fu Q. 2021 : The deep population history of northern East Asia from the Late Pleistocene to the Holocene, *Cell*, 184-12, p. 3256-3266.e13.

Marom N. 2016 : Fragmentation in zooarchaeological assemblages: The role of equifinal, random processes, *Journal of Archaeological Science: Reports*, 8, p. 11-14.

Martellotta E. F., Delpiano D., Govoni M., Nannini N., Duches R., Peresani M. 2020 : The use of bone retouchers in a Mousterian context of Discoid lithic technology, *Archaeological and Anthropological Sciences*, 12-9, p. 228.

Martisius N. L. 2022 : Accessing the ephemeral using multiscale 3D microscopy of bone microwear, *Journal of Archaeological Science: Reports*, 45, p. 103634.

Martisius N. L., McPherron S. P., Schulz-Kornas E., Soressi M., Steele T. E. 2020a : A method for the taphonomic assessment of bone tools using 3D surface texture analysis of bone microtopography, *Archaeological and Anthropological Sciences*, 12-10, p. 251.

Martisius N. L., Sidéra I., Grote M. N., Steele T. E., McPherron S. P., Schulz-Kornas E. 2018 : Time wears on: Assessing how bone wears using 3D surface texture analysis, *PLOS ONE*, 13-11, p. e0206078.

Martisius N. L., Spasov R., Smith G. M., Endarova E., Sinet-Mathiot V., Welker F., Aldeias V., Horta P., Marreiros J., Rezek Z., McPherron S. P., Sirakov N., Sirakova S., Tsanova T., Hublin J.-J. 2022 : Initial Upper Paleolithic bone technology and personal ornaments at Bacho Kiro Cave (Bulgaria), *Journal of Human Evolution*, 167, p. 103198.

Martisius N. L., Welker F., Dogandžić T., Grote M. N., Rendu W., Sinet-Mathiot V., Wilcke A., McPherron S. J. P., Soressi M., Steele T. E. 2020b : Non-destructive ZooMS identification reveals strategic bone tool raw material selection by Neandertals, *Scientific Reports*, 10-1, p. 7746.

Massilani D., Skov L., Hajdinjak M., Gunchinsuren B., Tseveendorj D., Yi S., Lee J., Nagel S., Nickel B., Devière T., Higham T., Meyer M., Kelso J., Peter B. M., Pääbo S. 2020 : Denisovan ancestry and population history of early East Asians, *Science*, 370-6516, p. 579-583.

Mateo-Lomba P., Fernández-Marchena J. L., Ollé A., Cáceres I. 2020 : Knapped bones used as tools: Experimental approach on different activities, *Quaternary International*, 569-570, p. 51-65.

Mauss M. 1936 : Les techniques du corps, *Journal de Psychologie*, XXXII-3-4, p. 365-386.

McBrearty S., Brooks A. S. 2000 : The revolution that wasn't: a new interpretation of the origin of modern human behavior, *Journal of Human Evolution*, 39-5, p. 453-563.

McCoy R. C., Wakefield J., Akey J. M. 2017 : Impacts of Neanderthal-Introgressed Sequences on the Landscape of Human Gene Expression, *Cell*, 168-5, p. 916-927.e12.

McGrath K., Rowsell K., St-Pierre C. G., Tedder A., Foody G., Roberts C., Speller C., Collins M. 2019 : Identifying Archaeological Bone via Non-Destructive ZooMS and the Materiality of Symbolic Expression: Examples from Iroquoian Bone Points, *Scientific Reports*, 9-1, p. 1-10.

Mellars P. A. 1965 : Sequence and development of Mousterian traditions in South-western France, *Nature*, 205, p. 626-627.

Mellars P. A. 1973 : The character of the Middle-Upper Paleolithic transition on south-west France, in Renfrew C. (dir.), *The Explanation of Culture Change: Models in Prehistory*, London, Duckworth, p. 255-276.

Mellars P.A. 2010 : Neanderthal symbolism and ornament manufacture: The bursting of a bubble?, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107-47, p. 20147-20148.

Mendez F. L., Watkins J. C., Hammer M. F. 2013 : Neanderthal Origin of Genetic Variation at the Cluster of OAS Immunity Genes, *Molecular Biology and Evolution*, 30-4, p. 798-801.

Mesoudi A. 2016 : Cultural evolution: integrating psychology, evolution and culture, *Current Opinion in Psychology*, 7, p. 17-22.

Mesoudi A., Aoki K. 2015 : *Learning Strategies and Cultural Evolution during the Palaeolithic*, Tokyo, Springer.

Mesoudi A., Whiten A. 2008 : The multiple roles of cultural transmission experiments in understanding human cultural evolution, *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363-1509, p. 3489-3501.

Mesoudi A., Whiten A., Laland K. N. 2006 : Towards a unified science of cultural evolution, *Behavioral and Brain Sciences*, 29-4, p. 329-347.

Michel A. 2010 : *L'Aurignacien récent (post-ancien) dans le Sud-Ouest de la France : variabilité des productions lithiques. Révision taphonomique et techno-économique des sites de Caminade-Est, abri Pataud, Roc-de-Combe, Le Flageolet I, La Ferrassie et Combemenué.*, Doctorat, Université de Bordeaux 1.

Migliano A. B., Battiston F., Viguier S., Page A. E., Dyble M., Schlaepfer R., Smith D., Astete L., Ngales M., Gomez-Gardenes J., Latora V., Vinicius L. 2020 : Hunter-gatherer multilevel sociality accelerates cumulative cultural evolution, *Science Advances*, 6-9, p. eaax5913.

Miller J. M., Willoughby P. R. 2014 : Radiometrically dated ostrich eggshell beads from the Middle and Later Stone Age of Magubike Rockshelter, southern Tanzania, *Journal of Human Evolution*, 74, p. 118-122.

Moigne A.-M., Valensi P., Auguste P., García-Solano J., Tuffreau A., Lamotte A., Barroso C., Moncel M.-H. 2016 : Bone retouchers from Lower Palaeolithic sites: Terra Amata, Orgnac 3, Cagny-l'Épinette and Cueva del Angel, *Quaternary International*, 409, p. 195-212.

Morin E. 2020 : Revisiting Bone Grease Rendering in Highly Fragmented Assemblages, *American Antiquity*, 85-3, p. 535-553.

Morin E., Soulier M.-C. 2017 : New criteria for the archaeological identification of bone grease processing, *American Antiquity*, 82-1, p. 96-122.

Motes-Rodrigo A., Pickering T. R., Tennie C., Hernandez-Aguilar R. A. 2021 : *Bone-related behaviours of captive chimpanzees (Pan troglodytes) during an excavating experiment*, OSF Preprints [URL : <https://osf.io/9v7nj/>, consulté le 20 avril 2022].

Mourre V., Villa P., Henshilwood C. S. 2010 : Early Use of Pressure Flaking on Lithic Artifacts at Blombos Cave, South Africa, *Science*, 330-6004, p. 659-662.

Moussion A. 2017 : L'instrumentum en matière dure d'origine animale du site gallo-romain des Bolards (Côte-d'Or) : étude d'une collection ancienne, *Revue archéologique de l'Est*, tome 66, p. 153-176.

Naldini E. S., Muttoni G., Parenti F., Scardia G., Segre A. G. 2009 : Nouvelles recherches dans le bassin Plio-Pléistocène d'Anagni (Latium méridional, Italie), *L'Anthropologie*, 113-1, p. 66-77.

Nelson M. C. 1997 : Projectile points: Form, function, and design, in Knecht H. (dir.), *Projectile Technology*, New York, Plenum Press, p. 371-384.

Neubauer S. 2015 : Human Brain Evolution: Ontogeny and Phylogeny, in Bruner E. (dir.), *Human Paleoneurology*, Springer, Cham (coll. Springer Series in Bio-/Neuroinformatics), p. 95-120. [consulté le 14 mars 2018].

Newcomer M. 1974 : Study and replication of Bone Tools from Ksar Akil (Lebanon), *World Archaeology*, 6, p. 138-153.

Nisioti E., Mahaut M., Oudeyer P.-Y., Momennejad I., Moulin-Frier C. 2022 : *Social Network Structure Shapes Innovation: Experience-sharing in RL with SAPIENS*, arXiv [URL : <http://arxiv.org/abs/2206.05060>].

O'Connor S., Robertson G., Aplin K. P. 2014 : Are osseous artefacts a window to perishable material culture? Implications of an unusually complex bone tool from the Late Pleistocene of East Timor, *Journal of Human Evolution*, 67, p. 108-119.

Olsen S. L. (dir.) 1988 : *Scanning Electron Microscopy in Archaeology*, Oxford, British Archaeological Reports.

Outram A. K. 2001 : A New Approach to Identifying Bone Marrow and Grease Exploitation: Why the “Indeterminate” Fragments should not be Ignored, *Journal of Archaeological Science*, 28-4, p. 401-410.

Pante M., de la Torre I., d'Errico F., Njau J., Blumenschine R. 2020 : Bone tools from Beds II–IV, Olduvai Gorge, Tanzania, and implications for the origins and evolution of bone technology, *Journal of Human Evolution*, 148, p. 102885.

Patou-Mathis M. (dir.) 1994 : *Outillage peu élaboré en os et bois de cervidés IV*, Treignes, Belgique, Éditions du CEDARC, 232 p.

Pearce E., Stringer C., Dunbar R. I. M. 2013 : New insights into differences in brain organization between Neanderthals and anatomically modern humans, *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 280-1758, p. 20130168.

Pei W. C. 1939 : The Upper Cave industry of Choukoutien, *Palaeontologia Sinica (Series D)*, 9, p. 1-58.

Pelegrin J., Karlin C., Bodu P. 1988 : « Chaînes opératoires »: un outil pour le préhistorien, *Technologie préhistorique*, 25, p. 55-62.

Perera N., Roberts P., Petraglia M., Langley M. C. 2016 : Bone Technology from Late Pleistocene Caves and Rockshelters of Sri Lanka, in *Osseous Projectile Weaponry*, Springer, Dordrecht (coll. Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology), p. 173-188.

Perlès C., Tixier J. 1980 : Économie de la matière première et économie du débitage : deux exemples grecs, in *Préhistoire et technologie lithique (Cahiers de l'URA 28, n°1)*, Paris, CNRS, p. 37-41.

Perri A. R., Feuerborn T. R., Frantz L. A. F., Larson G., Malhi R. S., Meltzer D. J., Witt K. E. 2021 : Dog domestication and the dual dispersal of people and dogs into the Americas, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118-6, p. e2010083118.

Pétillon J.-M. 2006 : *Des Magdaléniens en armes: Technologie des armatures de projectile en bois de cervidé du Magdalénien supérieur de la Grotte d'Isturitz (Pyrénées-Atlantiques)*, Treignes, Belgique (coll. Artefacts, 10).

Pickering T. R., Egeland C. P. 2006 : Experimental patterns of hammerstone percussion damage on bones: implications for inferences of carcass processing by humans, *Journal of Archaeological Science*, 33-4, p. 459-469.

Pinto Llona A. C., Andrews P., Barham L. S. 2000 : Bone tools, in Barham L. (dir.), *The Middle Stone Age of Zambia, South Central Africa*, Bristol, Western Academic & Specialist Press, p. 122-128.

Pitarch Martí A., Wei Y., Gao X., Chen F., d'Errico F. 2017 : The earliest evidence of coloured ornaments in China: The ochred ostrich eggshell beads from Shuidonggou Locality 2, *Journal of Anthropological Archaeology*, 48, p. 102-113.

Ploux S. 1999 : Les questions de savoir-faire : une histoire de processus, in Briois F., Darras V. (dir.), *La pierre taillée : ressources, technologie, diffusion : Séminaire du Centre d'Anthropologie, Toulouse*, Toulouse, Archives d'écologie préhistorique, p. 43-47.

Prüfer K., Filippo C. de, Grote S., Mafessoni F., Korlević P., Hajdinjak M., Vernot B., Skov L., Hsieh P., Peyrégne S., Reher D., Hopfe C., Nagel S., Maricic T., Fu Q., Theunert C., Rogers R., Skoglund P., Chintalapati M., Dannemann M., Nelson B. J., Key F. M., Rudan P., Kućan Ž., Gušić I., Golovanova L. V., Doronichev V. B., Patterson N., Reich D., Eichler E. E., Slatkin M., Schierup M. H., Andrés A., Kelso J., Meyer M., Pääbo S. 2017 : A high-coverage Neandertal genome from Vindija Cave in Croatia, *Science*, p. eaao1887.

Prüfer K., Racimo F., Patterson N., Jay F., Sankararaman S., Sawyer S., Heinze A., Renaud G., Sudmant P. H., Filippo C. de, Li H., Mallick S., Dannemann M., Fu Q., Kircher M., Kuhlwilm M., Lachmann M., Meyer M., Ongyerth M., Siebauer M., Theunert C., Tandon A., Moorjani P., Pickrell J., Mullikin J. C., Vohr S. H., Green R. E., Hellmann I., Johnson P. L. F., Blanche H., Cann H., Kitzman J. O., Shendure J., Eichler E. E., Lein E. S., Bakken T. E., Golovanova L. V., Doronichev V. B., Shunkov M. V., Derevianko A. P., Viola B., Slatkin M., Reich D., Kelso J., Pääbo S. 2014 : The complete genome sequence of a Neanderthal from the Altai Mountains, *Nature*, 505-7481, p. 43-49.

Quach H., Rotival M., Pothlichet J., Loh Y.-H. E., Dannemann M., Zidane N., Laval G., Patin E., Harmant C., Lopez M., Deschamps M., Naffakh N., Duffy D., Coen A., Leroux-Roels G., Clément F., Boland A., Deleuze J.-F., Kelso J., Albert M. L., Quintana-Murci L. 2016 : Genetic Adaptation and Neandertal Admixture Shaped the Immune System of Human Populations, *Cell*, 167-3, p. 643-656.e17.

Raab L. M., Goodyear A. C. 1984 : Middle-Range Theory in Archaeology: A Critical Review of Origins and Applications, *American Antiquity*, 49-2, p. 255-268.

Rabett R. J., Piper P. J. 2012 : The Emergence of Bone Technologies at the End of the Pleistocene in Southeast Asia: Regional and Evolutionary Implications, *Cambridge Archaeological Journal*, 22-1, p. 37-56.

Rabinovich R., Ackermann O., Aladjem E., Barkai R., Biton R., Milevski I., Solodenko N., Marder O. 2012 : Elephants at the Middle Pleistocene Acheulian open-air site of Revadim Quarry, Israel, *Quaternary International*, 276-277, p. 183-197.

Read D. W. 1975 : Toward a Theory of Archaeological Classification, in Whallon R., Brown J. A. (dir.), *Essays on Archaeological Typology*, Evanston, Center for American Archaeology Press, p. 56-92.

Rendell L., Boyd R., Enquist M., Feldman M. W., Fogarty L., Laland K. N. 2011 : How copying affects the amount, evenness and persistence of cultural knowledge: insights from the social learning strategies tournament, *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 366-1567, p. 1118-1128.

Riede F., Hoggard C., Shennan S. 2019 : Reconciling material cultures in archaeology with genetic data requires robust cultural evolutionary taxonomies, *Palgrave Communications*, 5-1, p. 1-9.

Rigaud S., d'Errico F., Vanhaeren M. 2015 : Ornaments Reveal Resistance of North European Cultures to the Spread of Farming, *PLoS ONE*, 10-4, p. e0121166.

Rigaud S., Manen C., Lagrán I. G.-M. de 2018 : Symbols in motion: Flexible cultural boundaries and the fast spread of the Neolithic in the western Mediterranean, *PLOS ONE*, 13-5, p. e0196488.

Rivollat M., Jeong C., Schiffels S., Küçükkalıpcı İ., Pemonge M.-H., Rohrlach A. B., Alt K. W., Binder D., Friederich S., Ghesquière E., Gronenborn D., Laporte L., Lefranc P., Meller H., Réveillas H., Rosenstock E., Rottier S., Scarre C., Soler L., Wahl J., Krause J., Deguilloux M.-F., Haak W. 2020 : Ancient genome-wide DNA from France highlights the complexity of interactions between Mesolithic hunter-gatherers and Neolithic farmers, *Science Advances*, 6-22, p. eaaz5344.

Rivollat M., Thomas A., Ghesquière E., Rohrlach A. B., Späth E., Pemonge M.-H., Haak W., Chambon P., Deguilloux M.-F. 2022 : Ancient DNA gives new insights into a Norman Neolithic monumental cemetery dedicated to male elites, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119-18, p. e2120786119.

Robinson J. T. 1959 : A bone implement from Sterkfontein, *Nature*, 184-4686, p. 583-585.

Roffman I., Savage-Rumbaugh S., Rubert-Pugh E., Stadler A., Ronen A., Nevo E. 2015 : Preparation and use of varied natural tools for extractive foraging by bonobos (*Pan Paniscus*), *American Journal of Physical Anthropology*, 158-1, p. 78-91.

Romagnoli F., Baena J., Sarti L. 2016 : Neanderthal retouched shell tools and Quina economic and technical strategies: An integrated behaviour, *Quaternary International*, 407, p. 29-44.

Romagnoli F., Martini F., Sarti L. 2015 : Neanderthal Use of *Callista chione* Shells as Raw Material for Retouched Tools in South-east Italy: Analysis of Grotta del Cavallo Layer L Assemblage with a New Methodology, *Journal of Archaeological Method and Theory*, 22-4, p. 1007-1037.

Rosell J., Blasco R., Campeny G., Díez J. C., Alcalde R. A., Menéndez L., Arsuaga J. L., Bermúdez de Castro J. M., Carbonell E. 2011 : Bone as a technological raw material at the Gran Dolina site (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain), *Journal of Human Evolution*, 61-1, p. 125-131.

Rosell J., Blasco R., Martin-Lerma I., Barkai R., Gopher A. 2018 : When discarded bones became important: New bone retouchers from the lower sequence of Qesem Cave, Israel (ca. 300-420 ka), *in* Hutson J. M., García-Moreno A., Noack E. S., Turner E., Villaluenga A., Gaudzinski-Windheuser S. (dir.), *The Origins of Bone Tool Technologies*, Mainz, Römisch Germanisches ZentralMuseum, p. 33-51.

Rougier H., Crevecoeur I., Beauval C., Posth C., Flas D., Wißing C., Furtwängler A., Germonpré M., Gómez-Olivencia A., Semal P., Plicht J. van der, Bocherens H., Krause J. 2016 : Neandertal cannibalism and Neandertal bones used as tools in Northern Europe, *Scientific Reports*, 6, p. srep29005.

Roux V. 2013 : Spreading of Innovative Technical Traits and Cumulative Technical Evolution: Continuity or Discontinuity?, *Journal of Archaeological Method and Theory*, 20-2, p. 312-330.

Sano K., Arrighi S., Stani C., Aureli D., Boschini F., Fiore I., Spagnolo V., Ricci S., Crezzini J., Boscato P., Gala M., Tagliacozzo A., Birarda G., Vaccari L., Ronchitelli A., Moroni A., Benazzi S. 2019 : The earliest evidence for mechanically delivered projectile weapons in Europe, *Nature Ecology & Evolution*, 3-10, p. 1409-1414.

Sano K., Beyene Y., Katoh S., Koyabu D., Endo H., Sasaki T., Asfaw B., Suwa G. 2020 : A 1.4-million-year-old bone handaxe from Konso, Ethiopia, shows advanced tool technology in the early Acheulean, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117-31, p. 18393-18400.

Santucci E., Marano F., Cerilli E., Fiore I., Lemorini C., Palombo M. R., Anzidei A. P., Bulgarelli G. M. 2016 : Palaeoloxodon exploitation at the Middle Pleistocene site of La Polledrara di Cecanibbio (Rome, Italy), *Quaternary International*, 406, p. 169-182.

Sasaki T., Biro D. 2017 : Cumulative culture can emerge from collective intelligence in animal groups, *Nature Communications*, 8-1, p. 15049.

Sanz J., Randolph H. E., Barreiro L. B. 2018 : Genetic and evolutionary determinants of human population variation in immune responses, *Current Opinion in Genetics & Development*, 53, p. 28-35.

Schillinger K., Mesoudi A., Lycett S. J. 2014 : Copying Error and the Cultural Evolution of “Additive” vs. “Reductive” Material Traditions: an Experimental Assessment, *American Antiquity*, 79-1, p. 128-143.

Schillinger K., Mesoudi A., Lycett S. J. 2017 : Differences in Manufacturing Traditions and Assemblage-Level Patterns: the Origins of Cultural Differences in Archaeological Data, *Journal of Archaeological Method and Theory*, 24-2, p. 640-658.

Schofield D. P., McGrew W. C., Takahashi A., Hirata S. 2018 : Cumulative culture in nonhumans: overlooked findings from Japanese monkeys?, *Primates*, 59-2, p. 113-122.

Seguin-Orlando A., Korneliusson T. S., Sikora M., Malaspina A.-S., Manica A., Moltke I., Albrechtsen A., Ko A., Margaryan A., Moiseyev V., Goebel T., Westaway M., Lambert D., Khartanovich V., Wall J. D., Nigst P. R., Foley R. A., Lahr M. M., Nielsen R., Orlando L., Willerslev E. 2014 : Genomic structure in Europeans dating back at least 36,200 years, *Science*, 346-6213, p. 1113-1118.

Sehassheh E. M., Fernandez P., Kuhn S., Stiner M., Mentzer S., Colarossi D., Clark A., Lanoe F., Pailles M., Hoffmann D., Benson A., Rhodes E., Benmansour M., Laissaoui A., Ziani I., Vidal-Matutano P., Morales J., Djellal Y., Longet B., Hublin J.-J., Mouhiddine M., Rafi F.-Z., Worthey K. B., Sanchez-Morales I., Ghayati N., Bouzouggar A. 2021 : Early Middle Stone Age personal ornaments from Bizmoune Cave, Essaouira, Morocco, *Science Advances*, 7-39, p. eabi8620.

Semenov S. A. 1964 : *Prehistoric Technology*, London, Cory, Adams and MacKay.

Sévêque N., Auguste P. 2018 : From West to East: Lower and Middle Palaeolithic bone retouchers in Northern France, in Hutson J. M., García-Moreno A., Noack E. S., Turner E., Villaluenga A., Gaudzinski-Windheuser S. (dir.), *The Origins of Bone Tool Technologies*, Mainz, Römisch Germanisches Zentralmuseum, p. 133-164.

Shalagina A. V., Baumann M., Kolobova K. A., Krivoshepin A. I. 2018 : Bone Needles from Upper Paleolithic Complexes of the Strashnaya Cave (North-Western Altai), *Theory and Practice of Archaeological Research*, 21, p. 89-98.

Shennan S. 2011 : Descent with modification and the archaeological record, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 366-1567, p. 1070-1079.

Shimada I. 2005 : Experimental Archaeology, in Maschner H. D. G., Chippindale C. (dir.), *Handbook of Archaeological Methods*, Oxford, AltaMira Press, p. 603-642.

Shipman P., Fisher D. C., Rose J. J. 1984 : Mastodon butchery: microscopic evidence of carcass processing and bone tool use, *Paleobiology*, 10-3, p. 358-365.

Shott M. 1986 : Technological Organization and Settlement Mobility: An Ethnographic Examination, *Journal of Anthropological Research*, 42-1, p. 15-51.

Shunkov M. V., Fedorchenko A. Yu., Kozlikin M. B., Derevianko A. P. 2020 : Initial Upper Palaeolithic ornaments and formal bone tools from the East Chamber of Denisova Cave in the Russian Altai, *Quaternary International*, 559, p. 47-67.

Sikora M., Pitulko V. V., Sousa V. C., Allentoft M. E., Vinner L., Rasmussen S., Margaryan A., Damgaard P. de B., Fuente C. de la, Renaud G., Yang M. A., Fu Q., Dupanloup I., Giampoudakis K., Nogués-Bravo D., Rahbek C., Kroonen G., Peyrot M., McColl H., Vasilyev S. V., Veselovskaya E., Gerasimova M., Pavlova E. Y., Chasnyk V. G., Nikolskiy P. A., Gromov A. V., Khartanovich V. I., Moiseyev V., Grebenyuk P. S., Fedorchenko A. Y., Lebedintsev A. I., Slobodin S. B., Malyarchuk B. A., Martiniano R., Meldgaard M., Arppe L., Palo J. U., Sundell T., Mannermaa K., Putkonen M., Alexandersen V., Primeau C., Baimukhanov N., Malhi R. S., Sjögren K.-G., Kristiansen K., Wessman A., Sajantila A., Lahr M. M., Durbin R., Nielsen R., Meltzer D. J., Excoffier L., Willerslev E. 2019 : The population history of northeastern Siberia since the Pleistocene, *Nature*, 570, p. 182-188.

Simondon G. 1969 : *Du mode d'existence des objets techniques*, Paris, Aubier, 265 p.

Simonti C. N., Vernot B., Bastarache L., Bottinger E., Carrell D. S., Chisholm R. L., Crosslin D. R., Hebrington S. J., Jarvik G. P., Kullo I. J., Li R., Pathak J., Ritchie M. D., Roden D. M., Verma S. S., Tromp G., Prato J. D., Bush W. S., Akey J. M., Denny J. C., Capra J. A. 2016 : The phenotypic legacy of admixture between modern humans and Neandertals, *Science*, 351-6274, p. 737-741.

Sinet-Mathiot V., Martisius N. L., Schulz-Kornas E., van Casteren A., Tsanova T. R., Sirakov N., Spasov R., Welker F., Smith G. M., Hublin J.-J. 2021 : The effect of eraser sampling for proteomic analysis on Palaeolithic bone surface microtopography, *Scientific Reports*, 11-1, p. 23611.

Singer R., Wymer J. 1982 : *The Middle Stone Age at Klasies River Mouth in South Africa*, Chicago, University of Chicago Press.

Sirakov N., Guadelli J.-L., Ivanova S., Sirakova S., Boudadi-Maligne M., Dimitrova I., Ph F., Ferrier C., Guadelli A., Iordanova D., Iordanova N., Kovatcheva M., Krumov I., Leblanc J.-Cl., Miteva V., Popov V., Spasov R., Taneva S., Tsanova T. 2010 : An ancient continuous human presence in the Balkans and the beginnings of human settlement in western Eurasia: A Lower Pleistocene example of the Lower Palaeolithic levels in Kozarnika cave (North-western Bulgaria), *Quaternary International*, 223-224, p. 94-106.

Skov L., Coll Macià M., Sveinbjörnsson G., Mafessoni F., Lucotte E. A., Einarisdóttir M. S., Jonsson H., Halldorsson B., Gudbjartsson D. F., Helgason A., Schierup M. H., Stefansson K. 2020 : The nature of Neanderthal introgression revealed by 27,566 Icelandic genomes, *Nature*, p. 1-6.

Slon V., Mafessoni F., Vernot B., Filippo C. de, Grote S., Viola B., Hajdinjak M., Peyrégne S., Nagel S., Brown S., Douka K., Higham T., Kozlikin M. B., Shunkov M. V., Derevianko A. P., Kelso J., Meyer M., Prüfer K., Pääbo S. 2018 : The genome of the offspring of a Neanderthal mother and a Denisovan father, *Nature*, p. 1.

Smaldino P. E. 2014 : The cultural evolution of emergent group-level traits, *Behavioral and Brain Sciences*, 37-3, p. 243-254.

Smith E. A. 1979 : Human adaptation and energetic efficiency, *Human Ecology*, 7-1, p. 53-74.

Smith G. M. 2013 : Taphonomic resolution and hominin subsistence behaviour in the Lower Palaeolithic: differing data scales and interpretive frameworks at Boxgrove and Swanscombe (UK), *Journal of Archaeological Science*, 40-10, p. 3754-3767.

Song Y., Li X., Wu X., Kvavadze E., Goldberg P., Bar-Yosef O. 2016 : Bone needle fragment in LGM from the Shizitan site (China): Archaeological evidence and experimental study, *Quaternary International*, 400, p. 140-148.

Soressi M., McPherron S. P., Lenoir M., Dogandžić T., Goldberg P., Jacobs Z., Mairgrot Y., Martisius N. L., Miller C. E., Rendu W., Richards M., Skinner M. M., Steele T. E., Talamo S., Texier J.-P. 2013 : Neandertals made the first specialized bone tools in Europe, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110-35, p. 14186-14190.

Spaulding A. C. 1953 : Statistical Techniques for the Discovery of Artifact Types, *American Antiquity*, 18-4, p. 305-313.

Sperber D., Claidière N. 2008 : Defining and explaining culture (comments on Richerson and Boyd, Not by genes alone), *Biology & Philosophy*, 23-2, p. 283-292.

Spoor F., Hublin J.-J., Braun M., Zonneveld F. 2003 : The bony labyrinth of Neanderthals, *Journal of Human Evolution*, 44-2, p. 141-165.

Stammers R. C., Caruana M. V., Herries A. I. R. 2018 : The first bone tools from Kromdraai and stone tools from Drimolen, and the place of bone tools in the South African Earlier Stone Age, *Quaternary International*, 495, p. 87-101.

Stavrova T., Borel A., Daujeard C., Vettese D. 2019 : A GIS based approach to long bone breakage patterns derived from marrow extraction, *PLOS ONE*, 14-5, p. e0216733.

Stout D. 2011 : Stone toolmaking and the evolution of human culture and cognition, *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 366-1567, p. 1050-1059.

Sun Z., Shao J., Liu L., Cui J., Bonomo M. F., Guo Q., Wu X., Wang J. 2018 : The first Neolithic urban center on China's north Loess Plateau: The rise and fall of Shimao, *Archaeological Research in Asia*, 14, p. 33-45.

Sussman C. 1985 : Microwear on quartz: Fact or fiction?, *World Archaeology*, 17-1, p. 101-111.

Taipale N., Conard N. J., Rots V. 2016 : *Domestic tools, hafting, and the evolution of technology: The Upper Palaeolithic of Hohle Fels as a case study*, in *Domestic tools, hafting, and the evolution of technology: The Upper Palaeolithic of Hohle Fels as a case study* [URL : <https://orbi.uliege.be/handle/2268/201877>].

Talamo S., Nowaczewska W., Picin A., Vazzana A., Binkowski M., Bosch M. D., Cercatillo S., Diakowski M., Fewlass H., Marciszak A., Paleček D., Richards M. P., Ryder C. M., Sinet-Mathiot V., Smith G. M., Socha P., Sponheimer M., Stefaniak K., Welker F., Winter H., Wiśniewski A., Żarski M., Benazzi S., Nadachowski A., Hublin J.-J. 2021 : A 41,500 year-old decorated ivory pendant from Stajnia Cave (Poland), *Scientific Reports*, 11-1, p. 22078.

Tartar É. 2009 : *De l'os à l'outil: caractérisation technique, économique et sociale de l'utilisation de l'os à l'Aurignacien ancien. Étude de trois sites: l'Abri Castanet (secteur nord et sud), Brassempouy (Grotte des Hyènes et Abri Dubalen) et Gatzarria*, Paris I - Panthéon-Sorbonne, 310 (T.1) + 65 (T.2) p.

Tartar É. 2012a : Réflexion autour de la fonction des retouchoirs en os de l'Aurignacien ancien, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 109-1, p. 69-83.

Tartar É. 2012b : The recognition of a new type of bone tools in Early Aurignacian assemblages: implications for understanding the appearance of osseous technology in Europe, *Journal of Archaeological Science*, 39-7, p. 2348-2360.

Tartar É. 2015 : Origin and Development of Aurignacian Osseous Technology in Western Europe: a Review of Current Knowledge, in White R., Bourrillon R. (dir.), *Aurignacian Genius: Art, Technology and Society of the First Modern Humans in Europe. Proceedings of the International Symposium, April 08-10 2013, New York University, New York University, P@lethnology*, p. 34-55.

Tartar É., Teyssandier N., Bon F., Liolios D. 2006 : *Équipement de chasse, équipement domestique: une distinction efficace? Réflexion sur la notion d'investissement technique dans les industries aurignaciennes*, in Astruc L., Bon F., Léa V., Milcent P.-Y., Philibert S. (dir.), *Équipement de chasse, équipement domestique: une distinction efficace? Réflexion sur la notion d'investissement technique dans les industries aurignaciennes*, p. 107-117.

Tejero J. M. 2010 : *La explotación de las materias duras animales en el Paleolítico superior inicial: Aproximación tecno-económica a las producciones aurinacienses en la Península Ibérica*, UNED, 752 p.

Tejero J.-M. 2014 : Towards complexity in osseous raw material exploitation by the first anatomically modern humans in Europe: Aurignacian antler working, *Journal of Anthropological Archaeology*, 36, p. 72-92.

Tejero J.-M. 2016 : Spanish Aurignacian Projectile Points: An Example of the First European Paleolithic Hunting Weapons in Osseous Materials, in Langley M. C. (dir.), *Osseous Projectile Weaponry: Towards an Understanding of Pleistocene Cultural Variability*, Dordrecht, Springer (coll. Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology), p. 55-70.

Tejero J.-M., Bar-Oz G., Bar-Yosef O., Meshveliani T., Jakeli N., Matskevich Z., Pinhasi R., Belfer-Cohen A. 2021 : New insights into the Upper Palaeolithic of the Caucasus through the study of personal ornaments. Teeth and bones pendants from Satsurblia and Dzudzuana caves (Imereti, Georgia), *PLOS ONE*, 16-11, p. e0258974.

Tejero J.-M., Belfer-Cohen A., Bar-Yosef O., Gutkin V., Rabinovich R. 2018 : Symbolic emblems of the Levantine Aurignacians as a regional entity identifier (Hayonim Cave, Lower Galilee, Israel), *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115-20, p. 5145-5150.

Tejero J.-M., Grimaldi S. 2015 : Assessing bone and antler exploitation at Riparo Mochi (Balzi Rossi, Italy): implications for the characterization of the Aurignacian in South-western Europe, *Journal of Archaeological Science*, 61, p. 59-77.

Tejero J.-M., Rabinovich R., Yeshurun R., Abulafia T., Bar-Yosef O., Barzilai O., Goder-Goldberger M., Hershkovitz I., Lavi R., Shemer M., Marder O., Belfer-Cohen A. 2020 : Personal ornaments from Hayonim and Manot caves (Israel) hint at symbolic ties between the Levantine and the European Aurignacian, *Journal of Human Evolution*, p. 102870.

Tejero J.-M., Yeshurun R., Barzilai O., Goder-Goldberger M., Hershkovitz I., Lavi R., Schneller-Pels N., Marder O. 2016 : The osseous industry from Manot Cave (Western Galilee, Israel): Technical and conceptual behaviours of bone and antler exploitation in the Levantine Aurignacian, *Quaternary International*, 403-1, p. 90-106.

Teschler-Nicola M., Fernandes D., Händel M., Einwögerer T., Simon U., Neugebauer-Maresch C., Tangl S., Heimel P., Dobsak T., Retzmann A., Prohaska T., Irrgeher J., Kennett D. J., Olalde I., Reich D., Pinhasi R. 2020 : Ancient DNA reveals monozygotic newborn twins from the Upper Palaeolithic, *Communications Biology*, 3-1, p. 1-11.

Thuet A. 2002 : La tabletterie de la zone d'habitat, *Revue archéologique de Picardie*, 3-1, p. 377-380.

Tixier J. 1967 : Procédés d'analyse et questions de terminologie concernant l'étude des ensembles industriels du Paléolithique récent et de l'Épipaléolithique du Maghreb, in Bishop W. W., Clark J. G. D. (dir.), *Background to evolution in Africa*, Chicago, University of Chicago Press, p. 771-820.

Tixier J. 1974 : Glossary for the description of stone tools, with special reference to the Epipaleolithic of the Maghreb, *Newsletter of Lithic Technology*, S1.

Toniato G., Münzel S. C., Starkovich B. M., Conard N. J. 2018 : Middle and Upper Palaeolithic bone retouchers from the Swabian Jura: raw materials, curation and use, in Hutson J. M., García-Moreno A., Noack E. S., Turner E., Villaluenga A., Gaudzinski-Windheuser S. (dir.), *The Origins of Bone Tool Technologies*, Mainz, Römisch Germanisches ZentralMuseum, p. 251-267.

Torrence R. 1983 : Time Budgeting and Hunter-Gatherer Technology, in Bailey G. (dir.), *Hunter-Gatherer Economy in Prehistory: A European Perspective*, Cambridge, Cambridge University Press, p. 11-22.

Tourloukis V., Thompson N., Panagopoulou E., Giusti D., Konidaris G. E., Karkanis P., Harvati K. 2018 : Lithic artifacts and bone tools from the Lower Palaeolithic site Marathousa 1, Megalopolis, Greece: Preliminary results, *Quaternary International*, 497, p. 47-64.

Tryon C. A., Lewis J. E., Ranhorn K. L., Kwekason A., Alex B., Laird M. F., Marean C. W., Niespolo E., Nivens J., Mabulla A. Z. P. 2018 : Middle and Later Stone Age chronology of Kiseso II rockshelter (UNESCO World Heritage Kondoa Rock-Art Sites), Tanzania, *PLOS ONE*, 13-2, p. e0192029.

Vaissié E. 2021 : *Géographie culturelle du Paléolithique moyen récent dans le Massif central et ses marges : territoires, mobilités et systèmes techniques lithiques*, These de doctorat, Bordeaux.

Val A., Porraz G., Texier P.-J., Fisher J. W., Parkington J. 2020 : Human exploitation of nocturnal felines at Diepkloof Rock Shelter provides further evidence for symbolic behaviours during the Middle Stone Age, *Scientific Reports*, 10-1, p. 6424.

Val A., Stratford D. J. 2015 : The macrovertebrate fossil assemblage from the Name Chamber, Sterkfontein: taxonomy, taphonomy and implications for site formation processes, *Palaeontologia africana*, 50, p. 1-17.

Vanhaeren M., d'Errico F., Stringer C., James S. L., Todd J. A., Mienis H. K. 2006 : Middle Paleolithic Shell Beads in Israel and Algeria, *Science*, 312-5781, p. 1785-1788.

Vanhaeren M., Wadley L., d’Errico F. 2019 : Variability in Middle Stone Age symbolic traditions: The marine shell beads from Sibudu Cave, South Africa, *Journal of Archaeological Science: Reports*, 27, p. 101893.

van Kolfschoten T., Li Z., Wang H., Doyon L. 2020 : The Middle Palaeolithic site of Lingjing (Xuchang, Henan, China): Preliminary new results, *in* Klinkenberg V., van Oosten R., van Driel-Murray C. (dir.), *A Human Environment. Studies in honour of 20 years Analecta editorship by prof. dr. Corrie Bakels* (coll. Analecta Praehistorica Leidensia, 50), p. 21-28.

van Kolfschoten T., Parfitt S. A., Serangeli J., Bello S. M. 2015 : Lower Paleolithic bone tools from the ‘Spear Horizon’ at Schöningen (Germany), *Journal of Human Evolution*, 89-Supplement C, p. 226-263.

van Schaik C. P., Burkart J. M. 2011 : Social learning and evolution: the cultural intelligence hypothesis, *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 366-1567, p. 1008-1016.

Velliky E. C., Schmidt P., Bellot-Gurlet L., Wolf S., Conard N. J. 2021 : Early anthropogenic use of hematite on Aurignacian ivory personal ornaments from Hohle Fels and Vogelherd caves, Germany, *Journal of Human Evolution*, 150, p. 102900.

Vershinina A. O., Heintzman P. D., Froese D. G., Zazula G., Cassatt-Johnstone M., Dalén L., Der Sarkissian C., Dunn S. G., Ermini L., Gamba C., Groves P., Kapp J. D., Mann D. H., Seguin-Orlando A., Southon J., Stiller M., Wooller M. J., Baryshnikov G., Gimranov D., Scott E., Hall E., Hewitson S., Kirillova I., Kosintsev P., Shidlovsky F., Tong H.-W., Tiunov M. P., Vartanyan S., Orlando L., Corbett-Detig R., MacPhee R. D., Shapiro B. 2021 : Ancient horse genomes reveal the timing and extent of dispersals across the Bering Land Bridge, *Molecular Ecology*, 30-23, p. 6144-6161.

Vespasiani D. M., Jacobs G. S., Brucato N., Cox M. P., Romero I. G. 2020 : Denisovan introgression has shaped the immune system of present-day Papuans, *bioRxiv*, p. 2020.07.09.196444.

Vettese D., Blasco R., Cáceres I., Gaudzinski-Windheuser S., Moncel M.-H., Hohenstein U. T., Daujeard C. 2020 : Towards an understanding of hominin marrow extraction strategies: a proposal for a percussion mark terminology, *Archaeological and Anthropological Sciences*, 12-2, p. 48.

Vettese D., Borel A., Blasco R., Chevillard L., Stavrova T., Hohenstein U. T., Arzarello M., Moncel M.-H., Daujeard C. 2022 : New evidence of Neandertal butchery traditions through the marrow extraction in southwestern Europe (MIS 5–3), *PLOS ONE*, 17-8, p. e0271816.

Vettese D., Stavrova T., Borel A., Marín J., Moncel M.-H., Arzarello M., Daujeard C. 2021 : A way to break bones? The weight of intuitiveness, *PLOS ONE*, 16-10, p. e0259136.

Villa P., Boschian G., Pollarolo L., Saccà D., Marra F., Nomade S., Pereira A. 2021 : Elephant bones for the Middle Pleistocene toolmaker, *PLOS ONE*, 16-8, p. e0256090.

Vincent A. 1993 : *L'outillage osseux au Paléolithique moyen : une nouvelle approche*, Ph.D., Université de Paris X.

Visalberghi E., Addessi E., Truppa V., Spagnoletti N., Ottoni E., Izar P., Fragaszy D. 2009 : Selection of Effective Stone Tools by Wild Bearded Capuchin Monkeys, *Current Biology*, 19-3, p. 213-217.

Vitezović S. 2018 : Retouching tools from the post-Palaeolithic period in Southeast Europe, in Hutson J. M., García-Moreno A., Noack E. S., Turner E., Villaluenga A., Gaudzinski-Windheuser S. (dir.), *The Origins of Bone Tool Technologies*, Mainz, Römisch Germanisches ZentralMuseum, p. 297-315.

Vogelsang R., Richter J., Jacobs Z., Eichhorn B., Linseele V., Roberts R. G. 2010 : New Excavations of Middle Stone Age Deposits at Apollo 11 Rockshelter, Namibia: Stratigraphy, Archaeology, Chronology and Past Environments, *Journal of African Archaeology*, 8-2, p. 185-218.

Waals J. V. der 1985 : Discontinuity, cultural evolution and the historic event, *Proceedings of the Society of Antiquaries of Scotland*, 114, p. 1-14.

Wang H., Campbell R., Fang H., Hou Y., Li Z. 2022 : Small-scale bone working in a complex economy: The Daxinzhuang worked bone assemblage, *Journal of Anthropological Archaeology*, 66, p. 101411.

Wedage O., Amano N., Langley M. C., Douka K., Blinkhorn J., Crowther A., Deraniyagala S., Kourampas N., Simpson I., Perera N., Picin A., Boivin N., Petraglia M., Roberts P. 2019 : Specialized rainforest hunting by Homo sapiens ~45,000 years ago, *Nature Communications*, 10-1, p. 739.

Wei G., He C., Hu Y., Yu K., Chen S., Pang L., Wu Y., Huang W., Yuan W. 2017a : First discovery of a bone handaxe in China, *Quaternary International*, 434, p. 121-128.

Wei Q. 1985 : Paleoliths from the Lower Pleistocene of the Nihewan beds in the Donggutuo site, *Acta Anthropologica Sinica*, 4-4, p. 289-300.

Wei Y., d'Errico F., Vanhaeren M., Li F., Gao X. 2016 : An Early Instance of Upper Palaeolithic Personal Ornamentation from China: The Freshwater Shell Bead from Shuidonggou 2, *PLOS ONE*, 11-5, p. e0155847.

Wei Y., d'Errico F., Vanhaeren M., Peng F., Chen F., Gao X. 2017b : A technological and morphological study of Late Paleolithic ostrich eggshell beads from Shuidonggou, North China, *Journal of Archaeological Science*, 85, p. 83-104.

Westergaard G. C., Suomi S. J. 1994 : The Use and Modification of Bone Tools by Capuchin Monkeys, *Current Anthropology*, 35-1, p. 75-77.

Whallon R., Brown J. A. (dir.) 1975 : *Essays on Archaeological Typology*, Evanston, Center for American Archaeology Press, 200 p.

- Whiten A. 2011** : The scope of culture in chimpanzees, humans and ancestral apes, *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 366-1567, p. 997-1007.
- Wiessner P. 1982** : Beyond Willow Smoke and Dogs' Tails: A Comment on Binford's Analysis of Hunter-Gatherer Settlement Systems, *American Antiquity*, 47-1, p. 171-178.
- Wilson E. O. 1998** : Consilience among the Great Branches of Learning, *Daedalus*, 127-1, p. 131-149.
- Yang M. A., Gao X., Theunert C., Tong H., Aximu-Petri A., Nickel B., Slatkin M., Meyer M., Pääbo S., Kelso J., Fu Q. 2017** : 40,000-Year-Old Individual from Asia Provides Insight into Early Population Structure in Eurasia, *Current Biology*, 27-20, p. 3202-3208.e9.
- Yellen J. E. 1998** : Barbed Bone Points: Tradition and Continuity in Saharan and Sub-Saharan Africa, *African Archaeological Review*, 15-3, p. 173-198.
- Yellen J. E., Brooks A. S., Cornelissen E., Mehlman M. J., Stewart K. 1995** : A Middle Stone Age Worked Bone Industry from Katanda, Upper Semliki Valley, Zaire, *Science*, 268-5210, p. 553-556.
- Yeshurun R., Tejero J.-M., Barzilai O., Hershkovitz I., Ofer M. 2018** : Upper Palaeolithic Bone retouchers from Manot Cave (Israel): A preliminary analysis of a (yet) rare phenomenon in the Levant, *in* Hutson J. M., García-Moreno A., Noack E. S., Turner E., Villaluenga A., Gaudzinski-Windheuser S. (dir.), *The Origins of Bone Tool Technologies*, Mainz, RGZM, p. 287-295.
- Yin R., Luan F., Doyon L. 2021** : 西方骨器研究的理论与实践 / Theory and practice for the study of bone technology in the West, 东南文化 / Southeastern Culture, 282-4, p. 6-15.
- Yin R., Luan F., Doyon L. in press** : Changes and consistencies in bone technologies as a sign of cultural transition about 4,000 years ago in Eastern China: Insights from the Yinjiacheng site, Shandong Province, Asian Perspectives: The Journal of Archaeology for Asia and the Pacific.
- Zavala E. I., Jacobs Z., Vernet B., Shunkov M. V., Kozlikin M. B., Derevianko A. P., Essel E., de Filippo C., Nagel S., Richter J., Romagné F., Schmidt A., Li B., O'Gorman K., Slon V., Kelso J., Pääbo S., Roberts R. G., Meyer M. 2021** : Pleistocene sediment DNA reveals hominin and faunal turnovers at Denisova Cave, *Nature*, 595-7867, p. 399-403.
- Zhang J.-F., Huang W.-W., Yuan B.-Y., Fu R.-Y., Zhou L.-P. 2010** : Optically stimulated luminescence dating of cave deposits at the Xiaogushan prehistoric site, northeastern China, *Journal of Human Evolution*, 59-5, p. 514-524.
- Zhang S., Doyon L., Zhang Y., Gao X., Chen F., Guan Y., d'Errico F. 2018** : Innovation in bone technology and artefact types in the late Upper Palaeolithic of China: Insights from Shuidonggou Locality 12, Journal of Archaeological Science, 93, p. 82-93.

Zhang S., d'Errico F., Backwell L. R., Zhang Y., Chen F., Gao X. 2016a : Ma'anshan cave and the origin of bone tool technology in China, *Journal of Archaeological Science*, 65, p. 57-69.

Zhang S., Jin C., Wei G., Xu Q., Han L., Zheng L. 2000 : On the artifacts unearthed from the Renzidong Paleolithic site in 1998, *Acta Anthropologica Sinica*, 19-3, p. 169-183.

Zhang Y., Gao X., Pei S., Chen F., Niu D., Xu X., Zhang S., Wang H. 2016b : The bone needles from Shuidonggou locality 12 and implications for human subsistence behaviors in North China, *Quaternary International*, 400-Supplement C, p. 149-157.

Zhu R., An Z., Potts R., Hoffman K. A. 2003 : Magnetostratigraphic dating of early humans in China, *Earth-Science Reviews*, 61-3, p. 341-359.

Zilhão J., Angelucci D. E., Badal-García E., d'Errico F., Daniel F., Dayet L., Douka K., Higham T. F. G., Martínez-Sánchez M. J., Montes-Bernárdez R., Murcia-Mascarós S., Pérez-Sirvent C., Roldán-García C., Vanhaeren M., Villaverde V., Wood R., Zapata J. 2010 : Symbolic use of marine shells and mineral pigments by Iberian Neandertals, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107-3, p. 1023-1028.

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos	iii
Remerciements	ix
Introduction	1
Partie I	
L'origine et le développement des industries osseuses : quatre points de basculement	5
Éléments de définition	6
Premier point de basculement : l'origine	6
Deuxième point de basculement : la diversification fonctionnelle de l'outillage expéditif et peu ouvragé	12
Troisième point de basculement : l'émergence de l'outillage osseux formel	16
Quatrième point de basculement : l'outil formel en os, une introduction durable	19
Conclusion : sur les types d'outils et les techniques de manufacture	23
Partie II	
Faire parler l'industrie osseuse... Retour sur les méthodes	29
L'avant-1990 : fossiles directeurs, typologie et approches culturalistes	29
Les décennies 1990-2010 : place aux approches technologiques	33
Depuis 2010 : diversifier les sources d'inspiration méthodologique...	39
Synthèse : un faisceau convergent d'indices	46
Partie III	
L'industrie osseuse et sa pertinence pour discuter de l'évolution culturelle de notre lignée	49
Perspective 1 : combler les vides	53
Perspective 2 : retracer les jalons des trajectoires régionales	54
Perspective 3 : contraster les dynamiques d'évolution culturelle et biologique	55
Bibliographie	57
Curriculum Vitae (version papier uniquement)	91
Production scientifique (version papier uniquement)	97
Annexe : Publications (version papier uniquement)	103
Table des matières	I

Résumé

Le recours aux matières dures d'origine animale à des fins technologiques est une caractéristique comportementale propre à notre lignée. Les registres archéologiques et ethnographique, bien que parsemé de nombreux vides spatiaux et temporaux, attestent de ce comportement depuis plus de 2,4 millions d'années chez les derniers *Paranthropes* d'Afrique du Sud jusqu'après la Seconde Guerre Mondiale chez populations récentes. Quelles sont les grandes lignes de l'évolution de ce pan technologique au cours du Pléistocène ? En quoi ces technologies nous informent-elles sur les dynamiques d'évolution culturelle au sein de notre lignée ? Le présent mémoire vise à apporter des éléments de réponse à ces deux questions. Organisé en trois parties, il offre d'abord une synthèse des indices archéologiques actuellement disponibles – synthèse développée autour de quatre points de basculement – puis présente un retour historique sur les approches mises en œuvre pour faire parler cet aspect de la culture matérielle. Enfin, un bref retour sur la thématique de l'évolution culturelle permet de proposer trois perspectives de recherche qui nécessitent un investissement en ressources humaines et matérielles soutenu afin de donner aux industries osseuses la place qu'elles méritent dans les discussions interdisciplinaires sur l'évolution culturelle et biologique de notre lignée.

Abstract

The use of osseous materials for technological purposes is a behavioral characteristic specific to our lineage. The archaeological and ethnographic records, although strewn with numerous spatial and temporal gaps, attest to this behavior since more than 2.4 million years, from the last *Paranthropus* of South Africa to recent populations that lived during the post-World War II period. What are the main evolutionary trajectories taken by this aspect of technology during the Pleistocene? How do these technologies inform us on the dynamics of cultural evolution within our lineage? This thesis aims to provide some answers to both of these two questions. Organized along three parts, it first offers a synthesis of the archaeological evidence currently available - a synthesis developed around four tipping points - then presents a historical review of the approaches implemented to make this aspect of material culture speak for itself. Finally, a brief overview of current researches dealing with cultural evolution allows us to propose three research prospects that require a sustained investment – both in human and material resources – in order to ensure that osseous technologies occupy the stage they deserve in the interdisciplinary exchanges on the cultural and biological evolution of our lineage.