



HAL
open science

Schème, schéma et chaîne opératoire : des concepts à croiser en préhistoire - application à l'instrumentation des pêcheurs mésolithiques d'Europe du Nord

Albane Mazet, Éva David, Peter C. Woodman

► To cite this version:

Albane Mazet, Éva David, Peter C. Woodman. Schème, schéma et chaîne opératoire : des concepts à croiser en préhistoire - application à l'instrumentation des pêcheurs mésolithiques d'Europe du Nord. *L'anthropologie*, 2024, 128 (4), pp.103297. 10.1016/j.anthro.2024.103297 . hal-04770827

HAL Id: hal-04770827

<https://hal.science/hal-04770827v1>

Submitted on 25 Nov 2024

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.

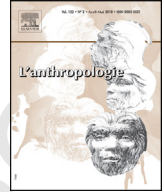


ELSEVIER

Disponible en ligne sur www.sciencedirect.com

ScienceDirect

et également disponible sur www.em-consulte.com



Article original

Schème, schéma et chaîne opératoire : des concepts à croiser en préhistoire – application à l'instrumentation des pêcheurs mésolithiques d'Europe du Nord

Scheme, schema and chaîne opératoire: Concepts to be cross-used in prehistory – application to the Mesolithic fishers' instrumentation in Northern Europe

Albane Mazet^a, Éva David^{b,*}, Peter C. Woodman^c

^a Département d'Anthropologie, Université Paris Nanterre, 21, allée de l'Université, 92023 Nanterre cedex, France

^b CNRS, UMR 7194 HNHP, Muséum national d'Histoire naturelle, Musée de l'Homme, 17, place du Trocadéro, 75116 Paris, France

^c Department of Archaeology, University of College Cork, College Road, Cork T12 K8AF, Irlande

INFORMATIONS

Historique de l'article :

Disponible sur Internet le xxx

Mots clés :

Technologie

Conception

Projection

Méthodologie

Artéfact

RÉSUMÉ

Les notions théoriques de schème, de schéma conceptuel et de chaîne opératoire sont au fondement de l'analyse des productions matérielles des sociétés préhistoriques. Largement utilisées afin de mettre en évidence les intentions techniques intervenues dans les processus de fabrication des outils, ces notions conduisent à discuter l'État de la Technique par l'analyse du comportement technique qui apparaît à travers la manufacture et l'utilisation d'outils. L'article explore ces notions, employées en Préhistoire, dans leur complémentarité fondamentale, tout en rendant compte des différents niveaux d'analyse impliqués. Déclinées à partir de deux cas d'étude attribués à une phase récente de la préhistoire européenne (VIIIe-VIe millénaires calBC), ces notions sont appliquées à des séries d'outils en os issues du site de Skipshelleren (Norvège) et des dragages de la Rivière Bann (Irlande). D'après

* Auteur correspondant.

Adresses e-mail : eva.david@mnhn.fr, eva.david@cnrs.fr (É. David).

l'analyse de ces outils de même utilité – c.-à-d. l'acquisition de la ressource halieutique, le matériau utilisé – généralement des os longs et plats de grands mammifères – offre et, dans le même temps, conditionne les possibilités techniques régissant la confection et l'utilisation de ces équipements. À contraintes techniques comparables, l'étude des récurrences techniques et morphologiques indique la manière dont les artisans préhistoriques ont tiré parti de la configuration anatomique de ces matériaux et révèle des stratégies productionnelles et fonctionnelles distinctes, qui répondent à des objectifs précis. Afin de cerner l'intention technique au fondement de ces stratégies, les notions théoriques de schème, schéma conceptuel et chaîne opératoire sont appliquées comme de puissants outils conceptuels. Les inférences obtenues par leur application croisée permettent de discuter, en partant du matériel archéologique, de la manière dont les contraintes matérielles et les traditions techniques s'entrecroisent et structurent la Technique qui, sur le temps long, suit les trajectoires propres dans des milieux spécifiques. L'article témoigne ainsi de la manière dont il est possible, à partir de l'observation des manifestations techniques – chaîne opératoire –, de comprendre l'organisation de la pratique technique – schéma conceptuel –, et réfléchir aux logiques techniques sous-jacentes – schèmes –, que l'on interprète à la lumière des contraintes matérielles.

© 2024 Publié par Elsevier Masson SAS.

A B S T R A C T

Keywords:
Technology
Conception
Projection
Methodology
Artifact

The theoretical notions of scheme, conceptual schema and *chaîne opératoire* are at the foundation of the technical analysis of prehistoric material productions. Widely used to highlight technical intentions involved in the tool manufacturing processes, these notions lead to discussing the Being of Technology through the technical behaviour analysis, which appears through the manufacture and use of tools. The article explores these notions, used in Prehistory, in their fundamental complementarity, while taking into account the different levels of analysis involved. Based on two case studies attributed to recent phases of European prehistory (8th-6th millennia calBC), these notions are applied to two bone tools assemblages, one from the site of Skipshelleren (Norway) and the other one from dredging of the River Bann (Ireland). According to the analysis of these tools of the same utility – i.e. the acquisition of the fishery resource –, the raw material used – generally long and flat bones of large mammals – offered and, at the same time, conditioned the technical possibilities governing the making and use of this equipment. With comparable technical constraints, the study of technical and morphological recurrences indicates the way in which prehistoric artisans took advantage of the anatomical configuration of these raw materials and these results reveal distinct production and functional strategies, which meet specific objectives. In order to identify the technical intention underlying these strategies, the theoretical notions of schemes, schema and *chaîne opératoire* are applied as powerful conceptual tools. Starting from archaeological material, the inferences obtained by their cross-application make it possible to discuss the way in which material constraints and technical traditions intersect and structure the Technique which, over the long term, follows its own trajectories in specific environments. The article thus demonstrates the way in which we can, from the observation

of technical manifestations – chaîne opératoire – understand the organization of technical practice – conceptual schema – and reflect on the underlying technical logic – schemes –, which are interpreted in the light of material constraints.

© 2024 Published by Elsevier Masson SAS.

1. Introduction

Identifier les marqueurs de l'intention technique en préhistoire à partir de l'étude des outils ne se borne pas nécessairement à restituer l'achèvement d'une histoire dont le préhistorien rapporterait le scénario, de la matière première au produit qui en est dérivé, mais souhaite renvoyer à la conception d'une matérialité donnée par *Sapiens* (Hayden, 2018). Comme toute matérialisation naît d'un besoin et se conforme, dans sa mise en œuvre pratique, à une conception technique, toute matérialité retrouvée relève d'une phénoménalité entre Être (*ānīma*) et matière (*mātēriā*). Dit plus simplement, toute production technique repose sur la rencontre entre le besoin d'un individu et une matière dont il percevra des propriétés qui lui permettront de répondre précisément à ce besoin. À ce titre, l'étude des cultures matérielles peut, en Préhistoire, rendre compte des conceptions techniques qui régissaient les productions qualifiées d'industries lithiques et d'industries osseuses. La perception de cette phénoménalité par les préhistoriens se fonde sur l'identification des actions techniques et l'analyse des intentions intervenues dans la fabrication des outils. Il est alors nécessaire de questionner le modèle interprétatif substantiel à la lecture de cette matérialité dans la mesure où notre perception est nécessairement différente de celle de l'individu qui en est à l'origine (Riede, 2006). Afin de ne pas confondre les inférences analytiques et les inférences interprétatives, autrement dit pour qu'il n'existe aucune confusion entre la perception de l'artéfact dans son analyse par les préhistoriens et la conception de l'artéfact dans son rendu théorique par les préhistoriens, l'objet d'étude se doit d'être désubjectivisé. Dans le développement de cette démarche anthropologique, les clefs et les principes intervenant dans la lecture de la pièce archéologique sont donc distingués des outils épistémiques employés dans l'interprétation de ces résultats afin de rendre compte de la conception de l'artéfact durant la Préhistoire (David et al., 2023a). Après évaluation des corpus, l'analyse des artéfacts repose donc sur l'examen des inférences établies à partir de données qualifiables et quantifiables.

Dans leur apport respectif, les notions de schème, de schéma conceptuel et de chaîne opératoire illustrent la diversité des conceptions préhistoriques mises en œuvre dans la transformation d'un matériau-base donné : nodule de silex à grain fin, bloc lithique grenu, partie corticale de l'os, ramure en cours de pousse de cervidé, dentine fossile, coque du bivalve, etc. Ce terme permet de désigner tout matériau pour ses caractéristiques physiques et volumétriques spécifiques, telles qu'elles sont perceptibles sur l'artéfact par les préhistoriens afin d'en déduire le plus précisément possible les caractéristiques matérielles, dont les volumes initiaux, impliquées dans la conception de l'outil par l'artisan. En pratique, l'étude des matières premières menée ici s'attache donc plutôt à considérer le degré taxonomique le plus précis et le plus significatif plutôt qu'à fonder son analyse sur des degrés taxonomiques comparables. Le support matériel de la pièce manufacturée peut ainsi être rapporté à une matrice connue, issue du milieu naturel : le galet de rivière oblong, l'os long de grand mammifère, un coquillage en particulier, etc. La reconnaissance de la matrice permet alors d'étudier ce qui a conditionné les volumes « utiles » (Boëda, 2013, fig. 36 à 48) qui se présentaient à l'artisan, c'est-à-dire les volumes qui ont été recherchés pour être transformés de manière ordonnancée dans un but précis. Cette identification en termes de taxons permet d'explorer la manière dont la conception des équipements était anticipée, dès la sélection du matériau-base pour la production d'outils conçus pour être utilisés. S'il y a peu de concepts attachés à la réalisation d'une certaine morphologie d'outils à partir d'une matrice donnée (David, 2004), le type et le degré de modification portés à l'une ou à l'autre de ses parties sont, par leur récurrence selon les supports, les témoins matérialisés de l'intention de l'artisan (cf. Unités Techno-Fonctionnelles ou « UTF-s » de E. Boëda, 2013). Aussi, est-il important d'appréhender ce qui, par affordance, pourrait attester d'une intentionnalité sans que les traces du travail de la matière aient nécessairement été inscrites sur le volume utilisé.

1.1. L'affordance, un prérequis à intégrer dans l'étude de toute matérialité préhistorique

Les matériaux-base identifiés dans l'étude des supports utilisés (supports en baguette, matrices, éclats, etc.) dans toute production matérielle constituent les invariants sur lesquels repose l'étude des contraintes techniques. L'identification de ces invariants permet de statuer sur la manière dont les caractéristiques volumétriques des matériaux ont été employées – caractère affordant de l'invariant ou au contraire contournés – par débitage et/ou façonnage. La capacité de projeter un outil sur une matière repose donc à la fois sur des affordances physiques – c'est-à-dire l'adéquation de certaines propriétés naturelles de la matière avec un objectif technique –, des affordances cognitives – c'est-à-dire les conventions qui délimitent le champ des possibilités techniques dans un contexte culturel donné. Ces différents types d'affordance constituent une affordance dite mixte selon James Jerome Gibson (Morgagni, 2011, p. 255). La combinaison des affordances cognitives et physiques définit la perception qu'a l'artisan de la matière qui l'entoure, qui peut, ou non, devenir un matériau à ses yeux dès lors qu'il projette sur celle-ci une potentialité technique. Cette potentialité technique peut alors se réaliser via une succession d'actions techniques plus ou moins importantes visant à la mise en adéquation du matériau avec un objectif technique en particulier.

À partir de la restitution des actions techniques – les chaînes opératoires –, il est possible de mettre en lumière les choix qui relèvent de l'organisation de la production et de l'influence de la tradition technique – les schémas conceptuels. L'analyse croisée des chaînes opératoires et des schémas conceptuels permet de mettre en évidence les stratégies régissant la pratique d'acquisition et de transformation de la matière à l'origine du support de l'outil, que ce dernier ait été confectionné à partir d'un support brut ou repris d'un outil précédemment usité, voire réaménagé. Néanmoins, il est impossible d'accéder à l'objectif tel qu'il est perçu et conçu par l'artisan – le « pour quoi faire ? » (Boëda, 2021) – ni même à la raison d'être de l'objet technique produit ainsi – son Êtant – sans considérer la matière même sur laquelle s'inscrit la Technique. En intégrant à l'analyse des chaînes opératoires et des schémas conceptuels cette notion d'affordance, et du fait de l'invariabilité des propriétés physiques des matériaux, il est possible de rendre compte de cette mise en adéquation entre matière et objectif par l'action technique. Simplement par sa perception, l'artisan confère à une matière le statut de matériau qui peut être potentiellement transformé, puis ce matériau devient, à ses yeux, une matrice sur laquelle il projette l'objet et la succession des actions techniques qui l'y conduiront. Les attributs fonctionnels de l'outil peuvent déjà être en présence sur la matrice – affordance de l'invariant – ou bien ceux-ci peuvent être aménagés sur la matrice par des actions techniques – par débitage ou façonnage.

L'identification du matériau-base apparaît particulièrement riche dans l'étude de l'os travaillé. En effet, la manière dont une matrice anatomique a été transformée peut recouvrir une double affordance : le caractère affordant de l'invariant anatomique par sa conformation – participant de la structure spécifique ou spécifiée de l'outil – et par sa configuration – correspondant à son état suivant qu'il s'agit d'une matière première collectée ou bien liée à l'exploitation d'un biotope ou d'un taxon donné. Dans les sites archéologiques du Mésolithique en Europe, par exemple, cette double affordance apparaît sous l'aspect du :

- matériau procuré d'un étant de l'animal : production d'objets confectionnés sur bois en cours de pousse des grands cervidés (David et al., 2016) ;
- matériau collecté d'un vivant de l'animal : production d'outils confectionnés sur bois de mue et de massacre d'un cervidé (David, 1999) ;
- matériau amassé : évidence de mise en réserve de parties anatomiques pour la confection d'outils, comme les métapodiens d'artiodactyles (Leduc, 2012) ; évidence d'une production de supports en baguette mis en réserve pour la production différée d'hameçons (Mazet et al., à paraître).
- matériau puisé d'une biocénose ou d'une thanatocénose : production de parure liée à l'exploitation d'une population animale vivante ou fossile (Rigaud, 2011).

1.1.1. Affordance de l'invariant osseux par sa conformation

L'exploitation des matières dures d'origine animale (os, bois de cervidé, dent, test de crustacé) a indubitablement impliqué, pour les populations préhistoriques, une connaissance empirique des

tissus conjonctifs de la carcasse animale (os cortical, phanères, os spongieux, étui corné, périoste, etc.). La réalisation d'outillage s'est souvent fondée sur l'emploi de supports allongés en matières proprement osseuses (os, bois des cervidés) et les connaissances concernant la configuration et la conformation de la matière osseuse sont nécessairement précédées de celles portant sur les paramètres de son acquisition. Les singularités de l'invariant anatomique ont alors pu jouer dans le choix de certains éléments osseux selon plusieurs contraintes : consistance (densité de l'os juvénile *versus* adulte), courbure, torsion, présence naturelle d'os spongieux qui participe à la configuration du tissu cortical au niveau diaphyso-médullaire, etc. À l'état naturel, les caractéristiques anatomiques du matériau peuvent présenter des occurrences morphologiques qui n'auront aucune implication, ni technique ni fonctionnelle, ou, au contraire, recouvrir des affordances implicites à la configuration des supports allongés transformés en outils. L'aspect du métapodien de cerf livré par exemple, à l'état naturel, des singularités qui ont été particulièrement affordantes (David, 2004, p. 131, fig. 6) :

- morphologie régulière de l'os sur sa plus grande longueur ;
- diaphyse tubulaire exempte d'os spongieux sur sa plus grande longueur ;
- tissu cortical d'épaisseur constante sur sa plus grande longueur ;
- reliefs naturels dédoublés (lèvres des sillons médians) sur sa plus grande longueur.

1.1.2. Affordance de l'invariant osseux par sa configuration

Les matières osseuses étant en partie organiques, leur état, et les propriétés physiques qui en découlent évoluent au cours du temps. L'état de fraîcheur et le type de matrices anatomiques auront pu avoir une incidence sur la matière dont la matière aura été modifiée suivant les techniques lui étant appliquées. De notre expérience personnelle (É. David), les os frais sont gras et plus difficiles à abraser que les os secs, alors que ces derniers peuvent se fracturer de manière inopinée. Les os frais d'animaux domestiques (bœuf) sont plus difficiles à travailler que ceux du gibier (cerf) qui sont par ailleurs, dans l'ensemble, plus résistants que les os d'animaux juvéniles. L'état de fraîcheur de la matrice au moment de l'utilisation intègre de ce point de vue l'analyse des stratégies de sélection des matériaux-base qu'il convient de restituer par la biographie de l'artéfact (David et Eriksen, 2021).

La prise en compte du caractère double de l'affordance par le prisme de la taphonomie et de l'anatomie permet de considérer la manière dont l'os était envisagé en tant que matériau par l'artisan préhistorique. Cela conduit à percevoir l'origine à la fois ciblée et possiblement fluctuante de la ressource recherchée. Précisément, parce que l'animal dont elle provient était vivant à l'origine, l'identification de l'état initial de cette ressource informe sur les conditions à la fois de son acquisition dans une temporalité donnée et de sa modification par le biais d'une technicité. La reconnaissance du matériau-base constitue donc par la connaissance de la matière un prérequis essentiel à la compréhension des conceptions du passé, qu'ils s'agissent d'ossements peu ou, au contraire, entièrement modifiés dans/pour leur usage.

Les choix techniques ont alors pu être soumis aux singularités de l'invariant en réponse aux objectifs techniques. Cela permet de considérer le type de matrices sélectionnées par le prisme des contraintes morphologiques et morphométriques qui leur sont inhérentes afin d'envisager les stratégies déployées pour répondre aux objectifs des artisans. Pour cela, toutes les récurrences observées, tant morphologiques que techniques, ont été intégrées pour définir les caractères fonctionnels de l'outil (plutôt qu'uniquement productionnels).

1.2. La phénoménologie de l'outil, une constante implicite à toute étude de la matérialité

À singularités anatomiques égales, les possibilités de fabrication résultent de la conception des composantes fonctionnalisées et fonctionnalisantes des outils sur la matière. Ces composantes renvoient à une perception de la matérialité qui, si elle peut être propre à certaines sociétés, peut tout autant avoir été rééditée dans son principe sans que cela ait impliqué les mêmes groupes aux moments définis de leur apparition dans l'histoire de l'humanité (David, 2017a ; Weyer, 2021). Les possibilités de réitérations historicisées pour réaliser des morphologies nécessitées par de mêmes besoins en outils peuvent rendre compte d'une phénoménalité ontologique sous la forme de lignées ou

de trajectoires techniques (Boëda, 2021 ; Forestier, 2020). C'est pourquoi il apparaît important de s'exercer à l'application de ces notions théoriques en préhistoire, quel que soit le type d'outil soumis à l'étude.

Pour cela, l'analyse prend pour exemple deux séries d'outils confectionnés sur matières dures d'origine animale attribuées au Mésolithique moyen nordique (VI-VIII^e millénaires CalBC). Les éléments anatomiques exploités – les matrices – ont été réduits suivant des principes techniques comparables dans toutes les morphologies recensées : hameçons en Norvège, à Skipshelleren, et pointes de foëne, en Irlande, dans les dragages de la rivière Bann. L'intérêt de ces deux séries réside dans la possibilité de fonder la connaissance des conceptions techniques ayant présidé à leur confection en partant du Technique et en interrogeant la pluralité des contraintes qui se présentaient aux artisans à partir de données semblables aux plans de :

- l'anatomie (exploitation de l'os long de grands mammifères) ;
- la technique (réduction de la matrice par abrasion à la pierre) ;
- la production (produits recherchés sous forme de supports allongés) ;
- la fonction (instrumentation dédiée à la pêche).

L'analyse de ces séries selon les trois notions de schème, de schéma conceptuel et de chaîne opératoire montre leur complémentarité dans l'analyse des industries préhistoriques. La mise en exergue du concept analytique de schème, rarement utilisé dans les recherches sur l'industrie de l'os, et l'application inédite du concept d'affordance sur ces matériaux, permet de considérer la nature du matériau au même titre que les actions techniques dans la compréhension des pratiques techniques du passé.

1.3. À propos de ces notions utilisées en préhistoire rendant compte du comportement humain

S'appuyant sur les travaux d'André Leroi-Gourhan (1988 [1965], p. 26 et 1989 [1964], p. 164), le concept analytique de chaîne opératoire, devenu le cœur de l'approche technologique dès les années 1970 en Préhistoire (Djindjian, 2013), a permis de rendre compte de la succession effective des gestes et des actions techniques qui ont conduit d'un matériau brut à l'abandon des produits qui en ont été tirés, à partir de leur enregistrement sur la matière (Audouze et Karlin, 2017 ; Balfet, 1991). Les modalités communes de transformation d'un matériau sont soulignées par le fait de retrouver dans les productions dites « normalisées » des restes archéologiques témoignant des mêmes applications techniques (Averbouh, 2000). Ce concept attaché à relever, à partir d'une matérialité donnée, des indices de cohérence, de consistance et de persistance des comportements humains, a permis de caractériser certains types de débris pour leur apport à la reconnaissance des sites pauvres en produits lithiques diagnostiques (David et al., 2022). En outre, la restitution de chaînes opératoires semblables, d'un site archéologique à l'autre, rapporte le caractère de méthode dans la pratique effective des enchaînements techniques liés à la manufacture, à productions comparables. En préhistoire européenne, la distribution de méthodes de fabrication en synchronie et en diachronie a permis de révéler des traditions techniques évoluant sur plusieurs siècles consécutifs (David, 1999 ; Delagnes et al., 2007), c.-à-d., des sommes de choix techniques partagés et transmis à valeur d'indicateur culturel (Pelegrin, 1985).

De la restitution des étapes de la chaîne opératoire découle le schéma conceptuel la régissant, c'est-à-dire l'exposé par le préhistorien de la planification, par états, sur lequel l'homme préhistorique s'est guidé pour réaliser la succession des gestes et des actions techniques (Pelegrin, 1995 ; Roche et Texier, 1991). Dans le texte, nous utiliserons le terme de schéma conceptuel, même si toutes les notions que nous appliquons présentent une dimension conceptuelle, qu'il s'agisse de nous ou des individus préhistoriques. Ce terme est entendu comme la suite d'états qui ont été recherchés pour fabriquer et utiliser l'outil. Cette notion de schéma conceptuel est utilisée pour montrer que, dans la réalisation d'outils, la représentation de morphologies intermédiaires a été recherchée dans la pratique technique (Forestier, 1993, p. 56). La représentation impliquerait le suivi d'images mentales de manière plus ou moins aboutie (Fayard-Ferrapie, 1998) qui reposerait sur la faculté de les percevoir (connaissance) ainsi que sur la possibilité de les anticiper (savoir-faire) dans le cours de l'action technique (cf.

214 Pelegrin, 1991). Pour le Paléolithique, ce concept de schéma a particulièrement été investi, tant dans
215 l'étude des industries lithiques (Teyssandier, 2000 ; Bourguignon et al., 2004) que des industries en
216 matières dures d'origine animale (Christensen, 1996 ; Liolios, 1999). Le terme de schéma, qui semble
217 alors intégrer le concept de chaîne opératoire (Pelegrin, 1985), est employé pour pouvoir attester
218 autant des capacités de raisonnement que des procédés observés d'anticipation et d'adaptation chez
219 *Sapiens* à partir de la lecture d'un matériel archéologique (Bar-Yosef et Van Peer, 2009 ; Soressi et
220 Geneste, 2011).

221 Dans les années 1990 apparaît la notion de schème (Boëda, 1994 ; Karlin et Julien, 1994) aux
222 dépens des concepts analytiques plus consensuels en préhistoire de chaîne ou de schéma opératoires
223 (Boëda et al., 1990). Ces derniers semblent même être totalement délaissés au profit de la notion de
224 schème (Boëda, 1994, 2013 ; Weyer, 2021). Cette notion porte sur une démarche systémique (Boëda,
225 2021) en vis-à-vis de celle à visée purement cognitiviste développée en préhistoire (A. de Beaune,
226 2011 ; Leeuw, 1994 ; Pigeot, 1991). Cela étant, cette démarche renvoie classiquement aux capacités
227 d'apprentissage et d'inventivité sur lesquels repose, en l'occurrence, la définition *princeps* de schème,
228 par les cognitivistes (Rabardel, 1995). L'intérêt d'utiliser cette notion en préhistoire aux côtés de celles
229 de chaîne et de schéma conceptuel réside, et c'est ce à quoi prétendent les lignes qui suivent, dans les
230 possibilités de rendre très concrètement compte des conceptions d'outils autant restituées dans l'idée
231 de projection sur une matière – schème – que de réalisation effectuée de gestes et d'actions
232 techniques – chaîne opératoire – selon une organisation mise au jour par le préhistorien – schéma
233 conceptuel.

234 2. Le concept analytique de schème et les corpus archéologiques retenus pour son application

235 Alors que l'usage des notions de chaîne opératoire et de schéma conceptuel, qui permettent aussi
236 de montrer des degrés d'anticipation et de prédétermination des supports d'outils en préhistoire, s'est
237 largement diffusé, tous matériaux confondus, l'utilisation du terme de schème est peu usitée au-delà
238 de l'étude du matériel lithique, sauf peut-être implicitement dans la littérature traitant des
239 conceptions volumétriques de la ronde-bosse paléolithique (Duhard, 1995 ; Leroi-Gourhan, 1968,
240 2019[1971]).

241 2.1. Compréhension du concept analytique de schème

242 Le concept de schème s'attache à décrire les structures constitutives (UTF-s) des outils dans
243 l'analyse des productions de pierre taillée (Boëda, 2013). Ce concept s'invite présentement dans une
244 démarche d'anthropologie structurale appliquée à la préhistoire. Celle-ci adresse à l'interprétation de
245 toutes formes de matérialité ancienne la propre intelligibilité du préhistorien à concevoir une
246 technologie du passé sans recours à sa pratique ou à une transmission directe par l'artisan du passé.
247 Même si la mémoire associée à sa pratique technique, celle d'où l'outil a pris forme, ne nous est plus
248 accessible, ni même familière, le paradigme d'une technologie du passé peut être restitué par le
249 schème (Boëda, 2021 ; Pérez Balarezo et Boëda, 2019, p. 110). Celui-ci implique la recherche
250 d'invariants dans la conformité de l'outil à répondre à un besoin dans l'application d'une modalité
251 universelle d'exécution de l'action technique : matériau aménagé de façon à, non pas couper, mais
252 travailler en coupant (Sigaut, 1991).

253 Selon Pierre Rabardel, qui s'appuie sur des travaux en psychologie étudiant des mécanismes du
254 traitement de l'information par conceptualisation (Piaget, 1967), le schème est un moyen
255 reproductible de parvenir à un but dans le sens d'un ensemble structuré des caractères généralisables
256 de l'action (Rabardel, 1995, p. 74). La notion apparaît comme un concept multiscalaire qui fait
257 intervenir dans la compréhension de la dimension technique de l'artéfact autant les moyens – les
258 schèmes d'usage – que les objectifs techniques – les schèmes d'action instrumentée au niveau
259 individuel ou collectif. Les conceptions intervenant dans la confection et la mise en œuvre d'un
260 schème, au plan matériel, sont imbriquées, ensemble, sous le seul concept générique de schème et
261 nous nous attacherons en particulier aux schèmes d'utilisation des matières premières osseuses. Cette
262 notion rend compte de l'organisation générale des actions et des activités spécifiques directement

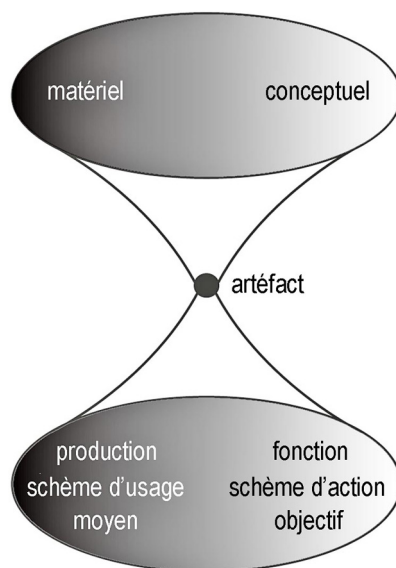


Fig. 1. Dessin schématique du concept de schème de Pierre Rabardel, ici adapté pour son application en archéologie préhistorique.

Schematic drawing of Pierre Rabardel's concept of scheme adapted here for its application in prehistoric archaeology.

liées à l'artéfact (*ibid.*, p. 91). En utilisant ce terme mêlant (pour les tâches du quotidien) conception et utilisation de l'artéfact par et pour la transformation de la matière, Pierre Rabardel nous invite à rendre compte du couple production-fonctionnement impliqué dans toute action technique régulièrement pratiquée : l'action alimente la conception qui va elle-même définir l'enchaînement technique, l'application de la technique, voire le choix d'une technique en particulier (Fig. 1).

Eric Boëda, qui est à l'origine de l'emploi généralisé du terme schème pour individualiser les conceptions d'outils issus de séries du Paléolithique moyen, le décline en fonction de l'intérêt de sa recherche – schème de préhension, schème de sélection, et même schème opératoire. Alors même qu'elle reste indéfinie par l'auteur, cette déclinaison nous paraît cependant renvoyer à cette même idée de concept multiscalaire qui associe sphère productionnelle et sphère fonctionnelle sous l'égide de la notion générale de schème (Boëda, 2013). Il est vraisemblable que cette déclinaison du terme renvoie aussi à la nécessité de saisir les spécificités d'une modalité technique en particulier ou de paradigmes perçus à partir de l'étude d'une matérialité donnée sans avoir à cloisonner la compréhension globale de l'artéfact.

2.2. Application méthodologique du concept de schème

En transposant le concept de schème à l'étude des outils en os dont la production rend compte d'un même objectif – acquérir la ressource halieutique –, l'analyse de deux séries européennes attribuées au Mésolithique (début de l'Holocène) s'est développée dans les lignes qui suivent en trois volets de recherche dans lesquels les affordances sont discutées pour leur implication dans le déroulement de l'analyse. Ces volets fondent notre méthodologie et configurent aussi les chapitres suivants, précédés de la présentation des corpus d'étude :

- modalités de reconnaissance des matériaux-base et de leurs implications matricielles ;
- modalités de restitution théorique des étapes de fabrication (chaîne opératoire) et des conceptions d'outils dans leur planification par états techniques (schéma conceptuel) ;
- modalités de restitution théorique des conceptions d'outils dans leur planification par états techniques (schème).

Ces volets de recherche nous permettent de rendre compte des modalités d'exploitation des matrices en prenant en compte leurs caractéristiques naturelles au plan ostéo-anatomique et ainsi, d'illustrer la mesure des contraintes matérielles, matricielles et techniques. C'est la manière dont les populations mésolithiques se sont accommodées de ces contraintes qui nous a permis de restituer les schèmes en stipulant la manière dont la morphologie et les dimensions de l'outil, inclus ses attributs fonctionnels, ont été projetées sur l'invariant (tissu cortical brut pris de l'os du grand mammifère, dans les cas les plus évidents, ci-après) et, ce, quels que soient les états et les étapes recensées dans sa transformation. En outre, à partir de ces séries archéologiques, le concept de schème s'est avéré suffisamment souple pour ne pas avoir eu besoin de sérier les matrices anatomiques par types (os long, os court, etc.) selon les études de cas, mais, au contraire, d'inférer de la transformation de toutes matrices des régularités tant sur le plan comportemental, qu'individuel ou contextuel.

Nous avons appliqué notre démarche méthodologique principalement au matériel de l'abri sous roche à flanc de falaise de Skipshelleren (Hordaland, Norvège), puis avons inclus celui issu des dragages de la rivière Bann (Irlande). Bien que délivrant des types d'outils différents – pièces coudées, dites hameçons, et pointes droites, dites pointes de foènes, respectivement (Fig. 2) – ces deux séries ont été choisies pour leurs caractéristiques communes en termes de modalité technique d'exploitation des matrices qui ont essentiellement été réduites par fracturation et abrasion. À l'issue de ce travail, il apparaît toutefois que la restitution des schèmes ne nécessite aucunement de travailler sur des séries comparables en ces termes, que ce soit sur le plan technique ou fonctionnel. En revanche, lors de la comparaison entre les séries, ce qui est porteur de sens découle à la fois du mode et du degré d'intégration de l'invariant – la matrice, le support ou l'épaisseur du tissu cortical – dans la conception de confection de l'outil.



Fig. 2. Engins de pêche mésolithiques représentés par les hameçons de Skipshelleren, en Norvège (gauche), et les pointes de foènes de la rivière Bann, en Irlande (droite). Échelle, subdivision en cm.

Mesolithic fishing gear represented by fishhooks from Skipshelleren, Norway (left), and leister prongs from the River Bann, Ireland (right). Scale, subdivision in cm.

2.3. Provenance et échantillonnage des corpus archéologiques examinés

Cette étude porte, dans un premier temps, sur la production des pièces enregistrées comme les hameçons qui furent retrouvés au début du XX^e siècle sur le site d'habitat de Skipshelleren (Bøe, 1934). Par analogie avec des pièces publiées du même type (Gyria et al., 2013), leur destination pour l'acquisition de la ressource halieutique peut être attestée du fait de la présence de stries attribuables à la manducation de la base osseuse par le poisson (Fig. 3, gauche). Étant donné leur conformité à ce type de pièces dans les différents horizons du site (Mazet, 2020), ainsi qu'à l'omniprésence de restes d'ichtyofaune dans ce contexte archéologique, on admet que les hameçons ont servi à pêcher à la ligne, même si d'autres destinations (leurres pour l'avifaune, par exemple) ne peuvent pas être complètement écartées (Bøe, 1935).

Dans un second temps, l'étude intègre les résultats concernant la production de pointes osseuses qui furent principalement collectées au milieu du XX^e siècle lors de dragages en aval de la River Bann (May, 1939 ; Whelan, 1952). L'utilisation proposée pour ces pièces comme pointes de foënes pour la collecte d'un taxon (anguille) par ratissage des fonds de la rivière Bann, d'où elles furent localement toutes exhumées, est principalement déduite de la cinématique impliquant, de façon enveloppante, l'abrasion par usure de la partie active (David et al., 2015). L'usage des pointes a considérablement

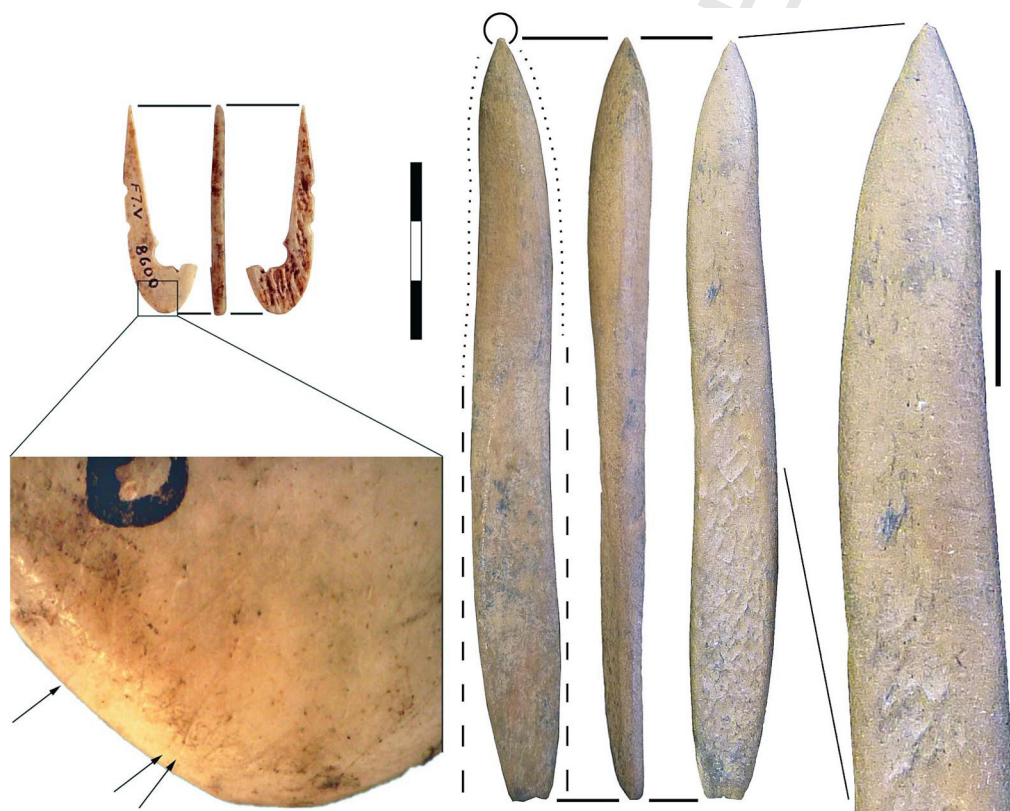


Fig. 3. Engins de pêche mésolithiques montrant des marques de manducation par le poisson, sur l'un des hameçons en os de Skipshelleren (gauche, flèches). Plans d'usure en péricylindrique sur l'extrémité agissante en « bouton » (cercle) ainsi que sur les facettes de façonnage (lignes de pointillés), en regard de la base laissée brute de débitage (pointillés), d'une pointe de foëne en os de la collection Bann (droite). Échelle, subdivision en cm.

Mesolithic fishing gear showing fish gnawing marks on one fishhook from Skipshelleren (left, arrows). Pericylindrical wear planes on the "button"-like shaped active end (circle) and on the facets of shaping (dotted lines), opposite the base left rough (dashed lines), of a leister prong made of bone from the Bann collection (right). Scale, subdivision in cm.

328 altéré leur extrémité appointée par facetage à la pierre grenue (polissage) qui peut, ainsi, être
329 discriminée de la base laissée brute de façonnage (Fig. 3, droite). On ne peut exclure que certaines
330 d'entre elles aient appartenu à d'autres catégories, par exemple de grandes gorges (hameçons droits)
331 et même des armatures de flèches, lorsqu'elles présentent comme les pointes de foënes, bien que plus
332 fines et plus petites dans ce dernier cas et outre leur ergonomie en symétrie axiale, la même
333 délinéation continue des bords qui renvoie au principe d'une utilisation avec un emmanchement
334 pérenne fixé à l'extrémité d'une hampe.

335 2.3.1. Le corpus d'hameçons

336 Localisé sur la bordure du fjord Vika, en Norvège, le site de Skipshelleren est un abri sous roche
337 monumental qui a été fouillé par Johs Bøe, entre 1932 et 1933 (Bøe, 1934). Près d'une centaine
338 d'hameçons y ont été découverts en stratigraphie. La plupart sont remarquablement bien préservés et
339 76 d'entre eux, qui constituent le cœur du corpus, sont issus de niveaux archéologiques datés (Fig. 4,
340 n^{os} 1 et 4, d'après Rosvold et al., 2013 ; n^{os} 2, 3 et 5, d'après Hufthammer et al., 2010), tous attribuables
341 à la phase moyenne du Mésolithique scandinave, c.-à-d. de la première moitié du VI^e millénaire calBC
342 (Bjerck, 2008).

343 Ces hameçons de type Skipshelleren se distinguent des autres hameçons du Mésolithique régional
344 en ce qu'ils présentent un attribut diagnostique sous la forme d'un ou de deux ergots à l'ouverture
345 (Fig. 5). La hampe, qui supporte la fixation de ce type d'hameçon sur le bas de ligne, est pointue et aussi,
346 en général, crantée sur le bord externe. Pour l'archéologue, auteur de la fouille, tous les attributs –
347 ergot(s) et cran(s) – participent ensemble d'un mode d'attache spécifique (Bøe, 1934, p. 34, fig. 28).
348 L'ergot constitue l'attribut diagnostique d'une combinaison de techniques employées dans la
349 production de ces hameçons – perforation et rainurage – qui confère à ces pièces une morphologie
350 typique (Mazet, 2024) : tous les hameçons de cet ensemble, dénommés type Skipshelleren, relèvent
351 bien d'une unique conception de confection reconnaissable tant typologiquement que technique-
352 ment.

353 Associées à ce type d'hameçon décrit ci-après, 49 pièces concernent des ébauches ($n = 11$) et des
354 déchets ($n = 38$) de fabrication (Fig. 6). Ces derniers rendent compte du prélèvement de l'hameçon par
355 sciage transversal et cassure en flexion de support allongé (Mazet, 2020). En outre, quelques pièces se
356 présentent sous la forme de fragments pointus, qu'il s'agisse d'extrémités de hampe ou de la pointe
357 qui, de ce fait, ne peuvent pas être attribuées avec certitude au type de Skipshelleren. Le site a aussi
358 livré d'autres types d'hameçons provenant de couches non mésolithiques, dits de Skipshelleren II (Bøe,
359 1934, Pl. VI, n^{os} 69 et 70), de Ramvikneset (*ibid.*, Pl. VI, n^{os} 71 et 72) et encore de types composites

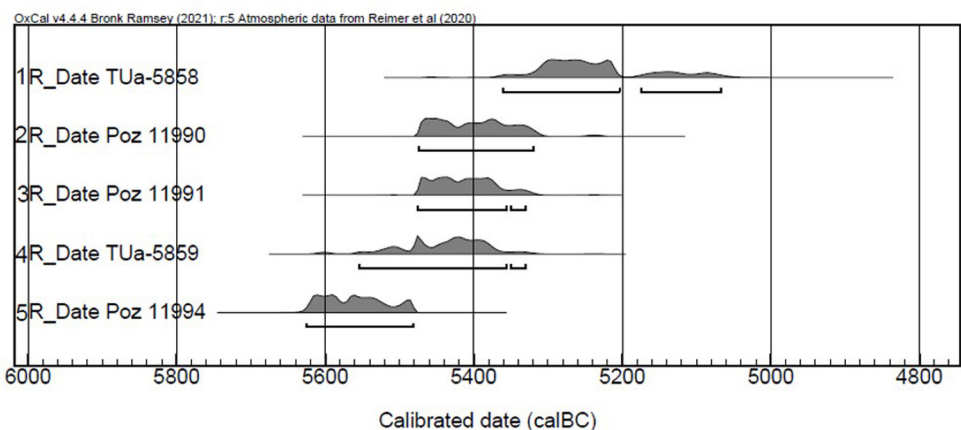


Fig. 4. Skipshelleren. Graphique des résultats ¹⁴C publiés du matériel daté des niveaux à hameçons : 1 et 4 : sur bois de cervidé non travaillés (d'après Rosvold et al., 2013) ; 2, 3 et 5 : sur otolites (d'après Hufthammer et al., 2010).

Skipshelleren. ¹⁴C results plotted as dated material published from the stratigraphic layers containing fishhooks: 1 et 4: unworked antler (after Rosvold et al., 2013); 2, 3 and 5: otoliths (after Hufthammer et al., 2010).

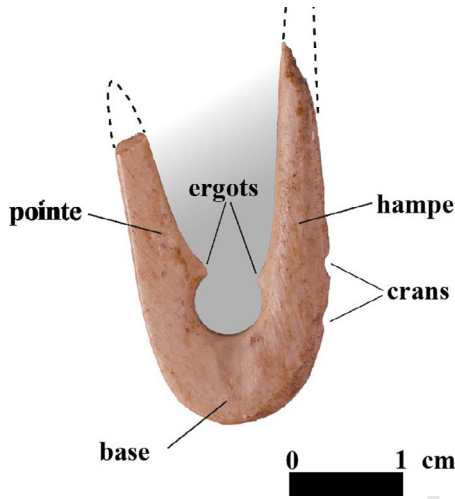


Fig. 5. Hameçon de type Skipshelleren : entre la pointe et la hampe qui est en général crantée vers la base, l'hameçon est marqué dans l'ouverture (en grisé) d'un ou de deux ergots.
Skipshelleren-type fishhook: between the active tip and the shank, which is generally notched towards the base, the fishhook is marked in the gape (grey background) with one or two protrusions.



Fig. 6. Skipshelleren. Déchets issus de la fabrication des hameçons en os (1 à 8) et en bois de cervidé (9). Échelle, subdivision en cm.
Skipshelleren. Waste debris from the manufacture of fishhooks of bone (1 to 8) and antler (9). Scale, subdivision in cm.

(*ibid.*, Pl. VI, n^{os} 75 et 76). Dans la publication princeps, Johs Bøe présente aussi une poignée de pièces dont la typologie renvoie à des types uniques (*ibid.*, Pl. IV, n^{os} 42 à 45 ; Pl. V, n^o 65 ; Pl. VI, n^{os} 66, 73, 74, 77 et 78). Tous les déchets de fabrication ne peuvent donc pas être rattachés au seul concept identifié de confection de type Skipshelleren. C'est pourquoi, dans cette étude, seules les pièces contextualisées provenant des niveaux datés du Mésolithique ont été prises en compte (Annexe 1). Ce corpus provient exclusivement de l'horizon culturel KH6, qui contient à lui seul 56 hameçons, 5 ébauches et 15 déchets de production d'hameçons, et de l'horizon culturel KH7 (n^{os} 6 et 7 de Bøe, 1934, p. 17). D'après l'auteur des fouilles, ces horizons stratigraphiques se sont directement formés sur le substrat rocheux et recouvrent, sur une épaisseur de 20 à 50 cm, la partie principalement occupée de l'abri, sur une surface de 94 m².

Le corpus retenu pour l'étude est constitué de 64 hameçons, 22 débris de confection et 6 ébauches d'hameçons ($n = 92$; Fig. 7). Les mesures des hameçons préservés sur toute leur longueur varient de 1,78 à 4,25 cm ; la largeur des pièces complètes est comprise entre 1,03 à 1,34 cm ; et l'épaisseur maximale varie de 0,13 à 0,43 cm. Ces hameçons présentent donc de très petites dimensions (Fig. 8). Dans trois cas, où toutes les dimensions ont pu être mesurées à partir d'une même pièce, l'épaisseur de l'hameçon varie de 0,16 à 0,3 cm, pour une longueur de hampe comprise entre 1,93 et 2,46 cm, et une longueur de pointe de 1,75 à 1,88 cm. Pour les trois hameçons concernés (Fig. 7, trame sur les histogrammes), la largeur maximale de l'hameçon est comprise entre 1,10 et 1,17 cm.

2.3.2. Le corpus des pointes de foënes

Étant donné que le matériel irlandais ne provient pas d'un site stratifié, l'échantillonnage de ce corpus a été élaboré à partir de l'historique des trouvailles et de leur datation au radiocarbone qui renvoie principalement, ici, avec deux nouvelles dates, au Mésolithique (Fig. 9 et Annexe 2).

En 1938, un dragage a été mené sur le cours inférieur de la rivière Bann, près de Coleraine, au nord de l'Irlande, dans une zone en amont des rapides connus sous le nom de *The Cutts*. Dans cette zone précise, près de 150 pointes osseuses ont été recueillies par Claude Blake Whelan (1952), ainsi qu'une cinquantaine d'autres fragments osseux, dont certains sont travaillés. Un assemblage plus petit contenant un nombre inconnu d'artéfacts avait précédemment été récupéré dans la même zone par Alexander Mcl. May (1939). Un grand nombre de ces pièces proviendrait de dépôts constitués de limon mêlé à des conglomérats indurés de graviers.

En dehors de *The Cutts* et de ses environs immédiats, il existe à ce jour très peu de spécimens d'ossements travaillés confirmés sur l'ensemble de l'Irlande. Cela confère à la collection Bann une

MATIERE OSSEUSE						TESTS (coquillage)	
OS					BOIS (cervidés)	OS ou BOIS (cervidés)	
Mammifères terrestres			Pinnipèdes?				
OS PLAT	OS LONG	OS INDET.					
10	3	3					
	10	1	12				
		18	1	3			
38			5	18			
39			5	18	4	1	15 / 3
58			6	22	6		

hameçons : 64 ébauches : 6 déchets de débitage : 22

Fig. 7. Skipshelleren. Décompte total des pièces d'industrie en matières dures d'origine animale représentant le corpus étudié. Skipshelleren. Total number of industrial pieces made of hard materials of animal origin representing the studied corpus.

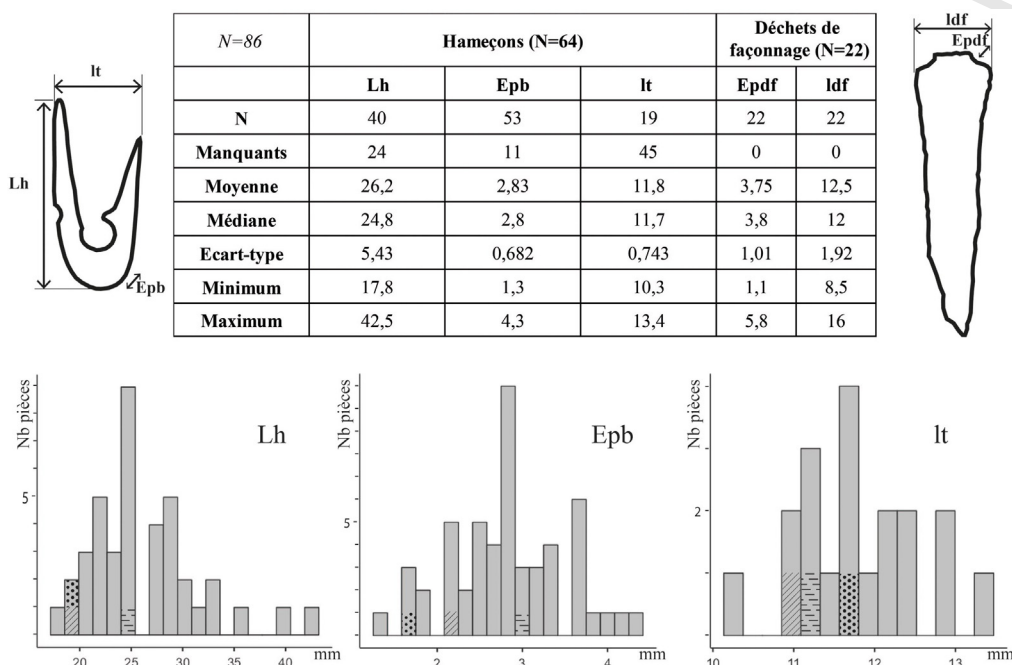


Fig. 8. Corpus de Skipshelleren. Données morphométriques, en millimètres (mm). Lbm : longueur de la hampe ; Epb : épaisseur de la base ; lh : largeur de l'hameçon ; epdf : épaisseur du support ; ldf : largeur du support. Hameçons complets : n° F8 VIII (hachures), n° C7 VI (tirets) et n° F8 VIII (points) ; pièces incomplètes (grisé).

Skipshelleren corpus. Morphometric data, in millimetres (mm). Lbm: shank length; Epb: base thickness; lh: fishhook width; epdf: splinter thickness; ldf: splinter width. Complete fishhooks: n° F8 VIII (hatches), n° C7 VI (dashes) and n° F8 VIII (dots); incomplete fishhooks (shaded).

391 importance majeure dans l'industrie osseuse irlandaise puisqu'au moins 90 % des pointes en os
 392 proviennent de la seule collection Whelan issue de cette unique zone du *Lower River Bann*. Cela étant,
 393 les exemplaires en os de la rivière Bann sont restés ignorés pendant de nombreuses décennies et une
 394 grande partie du matériel préhistorique trouvé dans cette région a été attribué à un présumé
 395 néolithique tardif (Piggott, 1954). La question de l'âge de cette présumée culture de Bann a été résolue
 396 lorsque des fouilles à Newferry 3 conduites par l'un d'entre nous (P. Woodman) ont démontré que
 397 cette séquence archéologique contenant trois exemplaires fragmentaires de ces pointes datait, d'après
 398 l'industrie lithique et la datation des niveaux culturels, du Mésolithique (Woodman, 1977). Sur cette
 399 base, il a été suggéré que les artefacts osseux trouvés dans la région de *The Cutts* pourraient bien,
 400 également, dater du Mésolithique (Woodman, 1978, p. 116–120). Un programme de datation au
 401 radiocarbone a donc été développé avec le Muséum national d'Irlande du Nord (MNIN) pour mener
 402 une étude plus approfondie sur ce matériel osseux remarquable. Les résultats de ce projet combinés
 403 pour les besoins du présent article, montrent que 10 pointes en os sont datées du Mésolithique, dont
 404 7 pour la seule localité de *The Cutts* (Annexe 3) et que l'emploi de ce type de pointes s'étend sur une très
 405 longue période durant le Mésolithique, 2000 ans environ, entre 7300 et 5200 calBC. La classification
 406 typologique et les méthodes de fabrication (David et al., 2015, p. 177) ont été prises en compte pour
 407 que les datations AMS soient surtout obtenues à partir des pièces comparables à celles, plus
 408 informatives, du contexte stratifié des fouilles de Newferry.

409 Le corpus disponible est constitué de 154 pièces osseuses, dont les 134 pointes de foëne en os
 410 examinées (Tableau 1). L'examen de la collection de Bann révèle, en plus de leur détérioration récente
 411 par des cassures fraîches issues de l'usage de la dynamite dans les dragages, la présence d'autres pièces
 412 (Annexe 3 : « autres ») précédemment attribuées à des « pointes », mais qui, en réalité, concernent des
 413 éléments pointus dont une ébauche de pointe de foëne et des restes fauniques, des fragments d'os

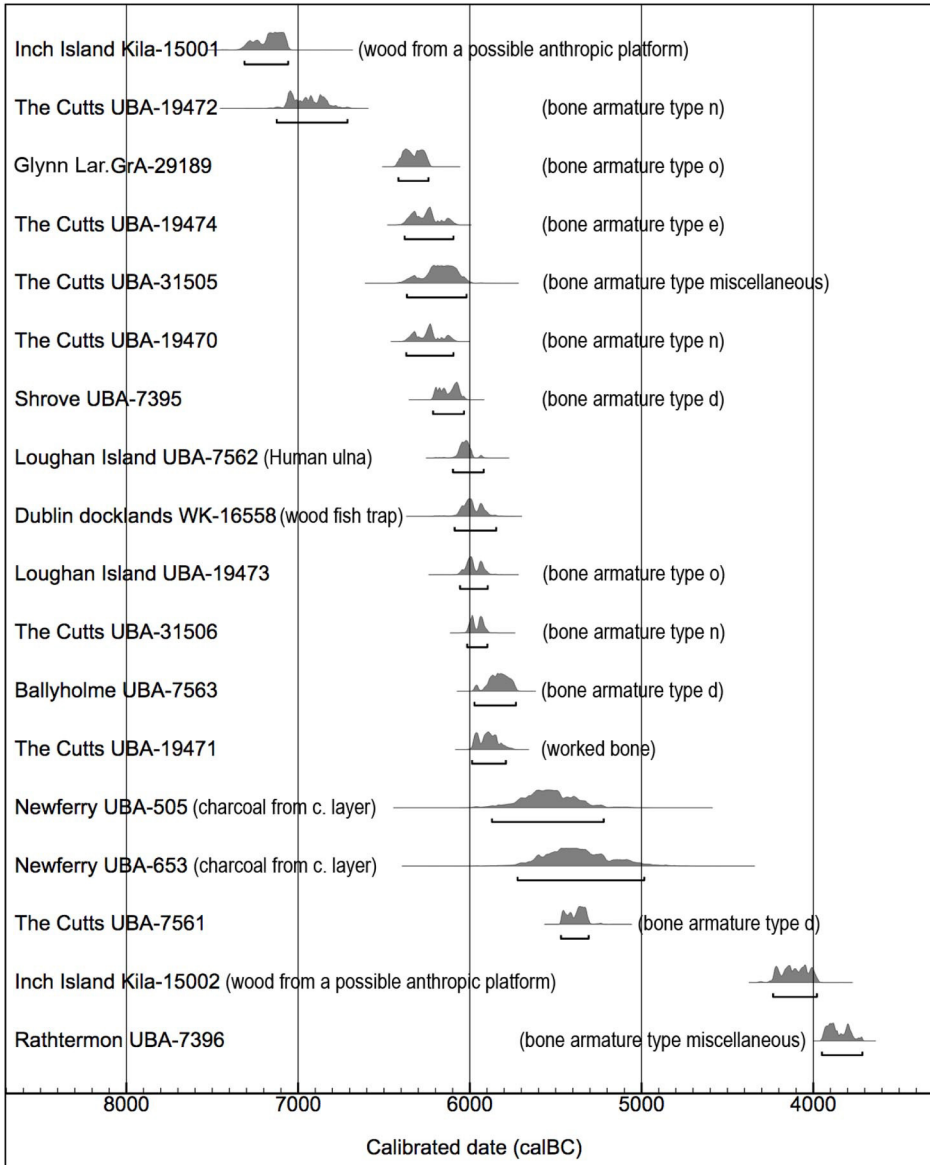


Fig. 9. Corpus Bann. Graphique des résultats ^{14}C publiés, en complément des deux nouvelles dates AMS obtenues pour les 10 pointes de foënes, listées dans l'Annexe 2 (courbe de calibration par OxCal v4.4 de Bronk Ramsey[®] 2021, d'après les données atmosphériques r.5 de Reimer et al., 2020).

Corpus of the Bann collection. ^{14}C results plotted as dated material published, in addition to the two new AMS dates available for the 10 leister prongs, listed in Appendix 2 (calibration curve using OxCal v4.4 from Bronk Ramsey[®] 2021, after r.5 atmospheric data from Reimer et al., 2020).

414
415
416
417
418

travaillés et d'autres artefacts osseux à extrémité acérée émoussée et encore à des ossements fracturés dont seulement une partie a été appointée (poinçons).

Bien que relevant d'une seule catégorie d'outils, ces pointes de foëne montrent une importante diversité morphologique – à bord sinueux, à dos courbe, à tête en ogive, etc. – avec une grande amplitude morphométrique. En effet, les dimensions de ces pointes varient, sans limites strictes, de 5 à

Tableau 1

Corpus Bann. Décompte total des pièces d'industrie en matières dures d'origine animale du corpus étudié.

Corpus of the Bann collection. Total number of industrial pieces made of hard materials of animal origin representing the corpus studied.

Catégories de pièces	Provenances						Total
	The Cutts ^a	Loughan Island ^b	Kilrea	Newferry site	Shroove	Ballyholme	
Pointes de foënes	108	17	4	3	1	1	134
Os travaillés et ébauches	10	1	0	0	0	0	11
Restes indéterminés en os	4	0	0	0	0	0	4
Faunes et restes humains	5	0	0	0	0	0	5
Total	127	18	4	3	1	1	154

^a La collection Whelan concerne *the Cutts* et *Red house* ; 3 pièces (non comptabilisées) de la collection « May » de *the Cutts* et *Red house* n'ont pas été retrouvées.

^b En plus du reste humain daté (n° 5.2/18), 5 pièces pourtant précédemment inventoriées au musée d'Ulster n'ont également pas été retrouvées lors de notre examen (57.2/6, 57.2/9, 57.2/17, 57.2/18 et 57.2/23).

419 23 cm de longueur, de 0,7 à 2 cm de largeur et de 0,4 à 1,1 cm d'épaisseur pour les 47 pièces complètes
 420 de l'assemblage (Fig. 10). Les enregistrements montrent des records d'épaisseur pour ces dernières
 421 pièces. Avec une moyenne d'environ 1,3 cm de large, 19 des spécimens complets les plus épais
 422 mesurent entre 10 et 15 cm de long, tandis que sept spécimens mesurent plus de 15 cm de long et,
 423 parmi ceux-ci, deux mesurent plus de 20 cm, le dernier mesurant plus de 23 cm de long. Les pointes
 424 sont donc particulièrement imposantes ou robustes.

425 La possibilité d'agréger un grand nombre de morphologies et de dimensions intermédiaires
 426 entre les types les mieux représentés en nombre de pièces a rendu difficile l'établissement d'une
 427 classification typologique, comme si les pointes représentaient en réalité l'éventail complet d'un
 428 seul et même type. Ce constat renforce encore plus leur association à une même fonction qui
 429 n'aurait pas été contrainte à se résoudre à une conformation plus spécifique dès lors que la

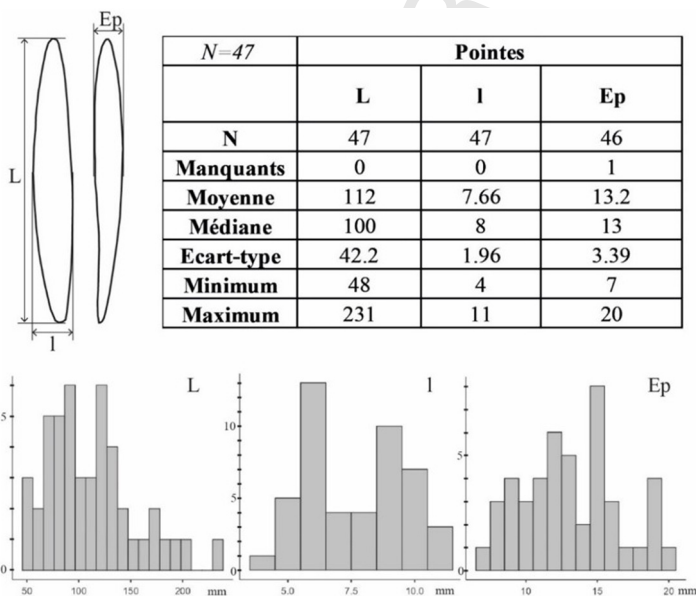


Fig. 10. Corpus Bann. Données morphométriques (en mm) des pointes de foënes complètes : L : longueur ; l : largeur ; Ep : épaisseur, en nombre de pièces.

Corpus of the Bann collection. Morphometric data (in mm) for complete leister prongs: L: length; W: width; T: thickness, in number of pieces.

430 pointe osseuse était suffisamment régulière pour servir directement dans la confection de
431 l'équipement.

432 L'approche typologique a donc pris moins de sens puisque la morphologie générale de ces pointes
433 est extrêmement variable et semble davantage dépendre d'un concept technique applicable à des
434 supports de configuration variée qu'à la représentation d'une forme prédéterminée. Cela étant, un
435 essai de classification typologique (David et al., 2015, p. 177 ; Woodman, 2015) a été appliqué à
436 l'assemblage afin de tester une éventuelle corrélation entre la quinzaine de morphologies recensées et
437 le cadre chronologique obtenu grâce aux datations. Il en ressort que les types n'enregistrent aucun
438 ordre d'apparition dans la chronologie. Le type « n », par exemple, qui ne concerne que *The Cutts*, se
439 retrouve avec trois occurrences (UBA-19472, UBA-19470 et UBA-31506) pointant différents temps du
440 Mésolithique, entre 7100 et 5800 calBC. Cela étant, il existe une bonne corrélation entre les pointes de
441 la collection de Bann et cette phase moyenne du Mésolithique. Certaines de ces armatures, provenant
442 d'autres localités il est vrai, ne concernent toutefois pas le Mésolithique (dates autour de 4000 calBC).
443 Ainsi, les pointes osseuses, en tant que type particulier d'armatures, ne peuvent pas être utilisées en
444 tant que fossile-directeur pour une datation relative permettant de rendre compte avec précision
445 d'une séquence chrono-culturelle en particulier. Cependant, les pointes de foëne en os de *The Cutts*
446 renvoient bien au Mésolithique seulement. C'est donc le corpus de ce locus représenté par 108 pointes
447 de foëne qui a été retenu dans l'étude exposée ci-après.

448 3. Reconnaissance des matériaux-base

449 Les deux séries archéologiques, de Norvège et d'Irlande, sont issues d'une production d'outils en
450 matières dures d'origine animale qui a principalement fait appel à la réduction des matrices par
451 fracturation et abrasion. Ceci rend l'identification de l'espèce animale et parfois même de l'origine
452 anatomique des supports assez délicate dans la mesure où le façonnage à l'aide d'une pierre grenue
453 amenuise considérablement les aspérités et les singularités de l'os en surface ainsi régularisé et/ou
454 transformé par facetage. Des méthodes d'identification complémentaires ont donc été mises en place
455 pour identifier les matériaux-base impliqués dans les productions étudiées : (1) l'observation par
456 comparaison entre les surfaces brutes et les coupes en section des pièces archéologiques, à l'œil nu, et
457 celles de collections référentielles d'ossements longs et plats sectionnés dans leur longueur et leur
458 largeur (coll. personnelles, É.D. ; coll. du département d'Histoire naturelle du musée de l'Université de
459 Bergen) ; (2) l'observation sous loupe binoculaire à faibles grossissements (de 20× à 80×) de la
460 structure osseuse archéologique comparativement à celle recensée par imagerie optique pour les
461 besoins de l'étude (A.M.), à partir d'autres référentiels d'ossements d'animaux conservés à l'état de
462 squelette au musée de l'Université de Bergen. La démarche pour l'identification du matériau-base s'est
463 autrement reposée sur la comparaison entre produits déterminés et produits semblables par analogie
464 alors rapprochés les uns par rapport aux autres pour une même série archéologique. Ces approches par
465 analogie ont été menées dans l'attente de procéder à d'autres analyses non destructives (ex. Collins
466 et al., 2010).

467 Pour l'identification des matériaux-base des hameçons et des pointes de foëne, il a été tenu compte
468 de tous les profils et des courbures en section des pièces dans leur partie brute, avec considération des
469 dimensions associées. Les aspects en surface ont été considérés dans le même temps pour l'intérêt d'y
470 recenser des caractères ostéologiques discrets ou structuraux, tels que les canaux de Volkmann et de
471 **Q2** Havers, les trabécules, les empreintes de cavité, les tubérosités, etc. (Baronne, 2017[1966], p. 54). La
472 présence de spongiosa (os long, bois de cervidé) ou de diploé (os plat) a souvent été déterminante pour
473 discriminer le type de matrice, la face interne de la face externe de la pièce, ainsi que le type de tissu
474 osseux (histologie de l'os *versus* de la ramure) en regard des autres matériaux d'origine animale
475 rencontrés, comme la dentine et le coquillage (Cuijpers, 2006 ; Espinoza et al., 2007, 1990 ; Kierdorf et
476 Kierdorf, 2004 ; Penniman, 1952). La face interne marquée d'une cavité naturelle a ainsi orienté
477 l'identification vers l'os long (cavité médullaire) ou la structure dentaire (canal pulpaire). La trame
478 typique du réseau alvéolaire en surface externe de l'os a même permis d'identifier l'usage du
479 mammifère marin dans la production (Fig. 11).

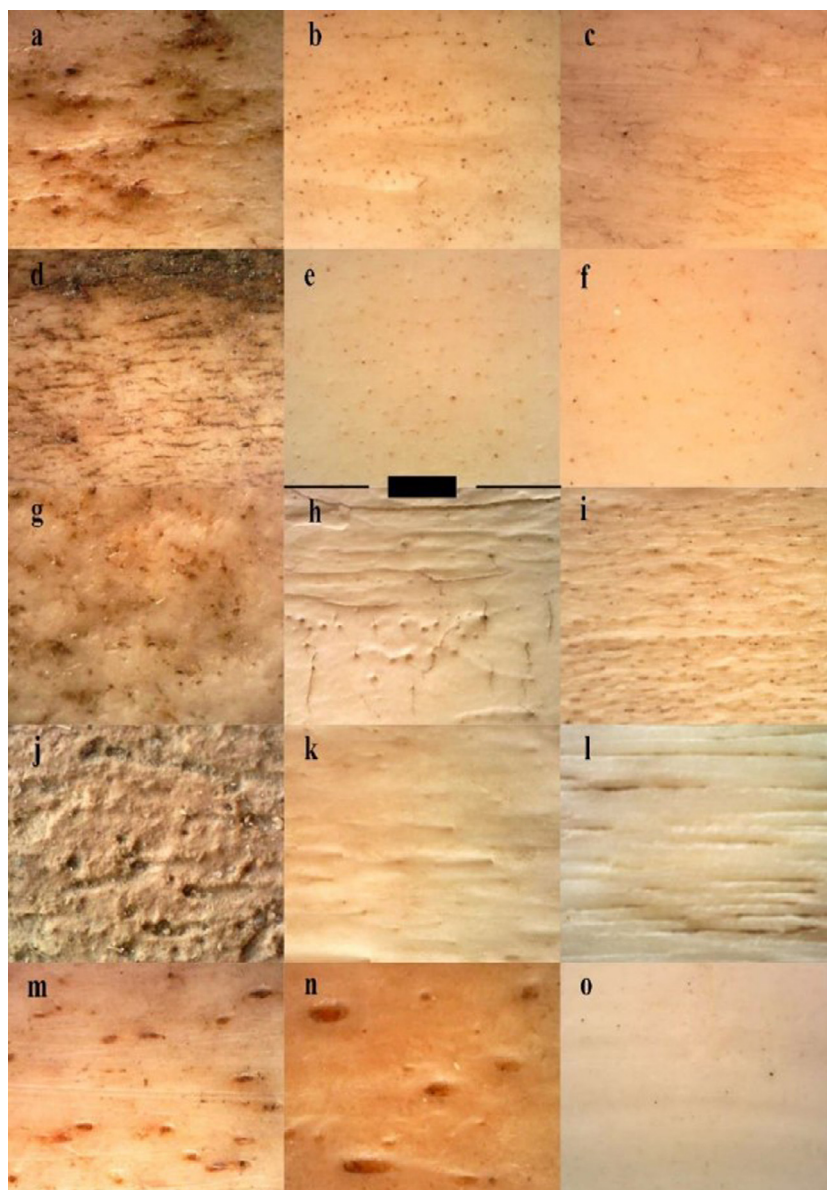


Fig. 11. Aspects des surfaces externes d'un bois (perche) de *Rangifer tarandus* (a) ; des faces médiale (b) et latérale (c) de la diaphyse d'un humérus de *Rangifer tarandus* ; d'un bois (merrain) de *Cervus elaphus* (d) ; des faces médiale (e) et latérale (f) de la diaphyse d'un métatarsien de *Cervus elaphus* ; d'un bois (palette) d'*Alces alces* (g) ; de la face crâniale de la diaphyse d'un fémur (h) et latérale de la diaphyse d'un métacarpien (i) d'*Alces alces* ; de la face jugale d'une mâchoire de *Balaena mysticetus* (j) ; des faces crânielles au niveau diaphysaire d'une côte de *Stenella coeruleoalba* (k) ; d'un radius de *Balaenoptera physalus* (l) ; de tibias de *Phoca groenlandica* (m) et d'*Halichoerus grypus* (n) ; ainsi que de la surface externe d'un test de *Spisula solida* (o). Grossissement, 50× ; échelle (trait noir), 1 mm.

Aspects of the external surfaces of a *Rangifer tarandus* antler (a); the medial (b) and lateral (c) sides of the diaphysis of a *Rangifer tarandus* humerus; of a *Cervus elaphus* (beam) antler (d); the medial (e) and lateral (f) sides of the diaphysis of a *Cervus elaphus* metatarsal; of an *Alces alces* (palm) antler (g); the cranial side of the diaphysis of a femur (h) and the lateral side of the diaphysis of a metacarpal (i) of *Alces alces*; of the jaw side of *Balaena mysticetus* (j); the cranial side at the diaphyseal level of a rib from *Stenella coeruleoalba* (k); a radius from *Balaenoptera physalus* (l); tibias from *Phoca groenlandica* (m) and *Halichoerus grypus* (n); and, of the outer side of a test from *Spisula solida* (o). Magnification, 50×; Scale (black line), 1 mm.

3.1. Les matériaux-base des hameçons

Il n'a pas été possible de reconnaître les taxons utilisés dans l'industrie de Skisphelleren au niveau de l'espèce animale. Néanmoins, les épaisseurs corticales complètes dans le corpus suggèrent l'utilisation de grands mammifères terrestres de types cerf ou sanglier par considération des taxons identifiés dans les faunes du site en parallèle des épaisseurs enregistrées des collections d'ossements à notre disposition de ces espèces. Si ces deux taxons sont en quantité remarquable dans l'assemblage faunique de l'abri, on ne peut néanmoins exclure l'utilisation du phoque commun, de l'ours brun ainsi que de l'élan qui sont des espèces moins bien représentées dans les horizons concernés (Olsen, 1976). La majorité des hameçons a été confectionnée sur os et bois de cervidé (62 %). Parmi ces matières osseuses, nous avons pu reconnaître des matrices correspondant à des os plats (16 %) ainsi qu'à des os longs (16 %). Bien que ces parties anatomiques dominent l'assemblage, d'autres matériaux-base ont vraisemblablement été impliqués comme le coquillage (9 %) (cf. Fig. 7).

3.2. Les matériaux-base des pointes de foëne

À l'instar des hameçons, les espèces animales qui ont initialement servi à fabriquer les pointes ne peuvent pas être identifiées avec précision. On peut toutefois établir que les pointes sont principalement issues d'os longs et d'os plats de grands mammifères. La structure osseuse de la face interne des pointes enregistre l'utilisation de l'os uniquement. Toutefois, la considération de la longueur, de l'épaisseur corticale et de la courbure du support observée en profil axial, permet de formuler quelques hypothèses. Nous avons relevé l'impressionnante taille de plusieurs pointes présentant une partie corticale faisant encore un centimètre d'épaisseur après façonnage. Le maximum enregistré jusqu'alors pour des pièces archéologiques mésolithiques, avec une épaisseur de 0,8 cm, provenait de pointes fabriquées sur os longs, probablement d'élan dans des séries du Danemark (David, 1999, p. 103, Tableau 10). Cependant, les cervidés ne sont pas enregistrés dans les spectres de faune d'Irlande pour l'époque mésolithique. Par les dimensions substantielles recensées pour ces grandes pointes de foëne (cf. Fig. 10), la source osseuse pointerait vers un animal de très grande taille. La morphologie de ces pointes, qui présente alors préférentiellement une forme sinuose ou torse, évoquerait les spécificités des os des membres de l'ours, même pour les supports les plus fins qui pourraient correspondre à l'allure de la partie corticale du métapodien par exemple. Les plus petites de ces pointes pourraient provenir des mêmes éléments anatomiques du sanglier. En effet, ces deux espèces animales possèdent des os naturellement vrillés. Les caractères anatomiques des os des membres de ces espèces animales contribueraient donc particulièrement aux morphologies singulières de ces pointes. Celles issues d'os plats auraient nécessité l'utilisation de côtes, possiblement des mêmes espèces.

Comme la région de *The Cutts* se trouve à proximité d'un estuaire, qui est distant de moins de 10 km de la ligne de côte telle qu'elle se présentait au Mésolithique, nous avons tenté de savoir si les ossements de certains mammifères marins auraient pu être mobilisés. Ceci peut être informé par l'étude des isotopes stables $\delta^{13}\text{C}$ (cf. Annexe 2). Afin d'obtenir des indications sur la place des animaux, dont les os avaient été prélevés dans la chaîne alimentaire et ainsi avoir une idée plus claire des espèces possiblement utilisées dans l'industrie, les isotopes de l'azote 15 ont également été considérés. Alors que les résultats de $\delta^{15}\text{N}$ issus de l'ulna d'humain suggèrent une prédominance de la viande sur les ressources végétales dans ce régime alimentaire, les résultats pour le reste des ossements confectionnés ont montré des variations significatives. Seuls deux spécimens particulièrement minces et correspondant à un même type de pointe (UBA-19472 et UBA-19470) ont produit des signaux δ de 8,7 et 8,9 respectivement, ce qui suggère un régime dans lequel la viande était consommée. En revanche, les autres spécimens datés pour lesquels des résultats de $\delta^{15}\text{N}$ ont été obtenus se situent entre 2,0 et 5,0, ce qui suggère une plus grande dépendance aux aliments végétaux. À la lumière des observations précédentes concernant les dimensions des pointes, ces résultats peuvent s'expliquer de deux manières : les os utilisés dans la confection des pointes peuvent provenir à la fois d'os de sanglier et d'os d'ours ; ou bien, il peut ne s'agir que d'ours, ces derniers ayant tendance à avoir des régimes alimentaires très diversifiés (Bocherens et al., 1994), ce qui expliquerait les deux ratios de $\delta^{15}\text{N}$ distincts. Enfin, l'Irlande dispose d'un spectre faunique restreint par rapport à celui de

531 l'Europe scandinave durant la première moitié de l'Holocène, avec, comme déjà indiqué, l'absence
532 notable des cervidés. Ainsi, les seuls mammifères relativement grands présents en Irlande auraient été
533 l'ours brun, le sanglier et, bien sûr, l'homme.

534 3.3. Conclusion sur la reconnaissance des matériaux-base

535 Le travail d'identification des matériaux-base, même non spécifiés au niveau taxonomique, a pu
536 favorablement aboutir dans la mesure où les pièces archéologiques sont extrêmement bien préservées
537 malgré les altérations récentes. Les caractères ostéo-anatomiques originels sont en général peu
538 dégradés par les processus taphonomiques (contours des canaux de Volkmann, pas ou peu altérés, sur
539 les surfaces laissées brutes). La détermination du matériau-base des pointes et des déchets de
540 production des hameçons s'est avérée plus aisée que celle des hameçons seuls du fait que le matériau
541 était moins modifié par les opérations de réduction par abrasion sur les plus gros volumes.

542 Bien que, dans les deux cas d'étude, la recherche n'ait pas permis de statuer plus précisément sur
543 l'origine spécifique des matériaux-base à partir desquels les hameçons et les pointes ont été produits,
544 la diversité des types de matrices principalement représentées a été approchée. Il s'agit à chaque fois
545 d'os longs aux configurations variables et, dans une moindre mesure, d'os plats de grands, voire de très
546 grands mammifères. Le cas norvégien renvoie à l'emploi supplémentaire du mammifère marin, du
547 bois de cervidé et du coquillage. Les caractéristiques de ces matrices permettent à elles seules de
548 concevoir ce qui était recherché par les artisans mésolithiques de ces régions, autant en termes de
549 propriétés morphologiques et physiques du matériau que de disponibilités des ressources et de
550 souplesse dans les modalités techniques de transformation de la matière : les os les plus longs de la
551 carcasse animale et d'épaisseur constante en partie diaphysaire.

552 4. Restitution des chaînes opératoires de fabrication et des schémas conceptuels

553 4.1. La fabrication et la production d'hameçons

554 En l'absence de raccord entre artefacts principalement due à l'impossibilité de pouvoir
555 physiquement faire remonter des plans qui ont été abrasés à la pierre, parce que ceux-ci sont dès
556 lors complètement émoussés, donc sans bords francs, les remontages ne se rapportent pour le corpus
557 de Skipshelleren qu'à des raccords hypothétiques (David, 2014) établis par rapprochement (cf.
558 Pelegrin, 1995, p. 239). Ces raccords sont attestés selon des correspondances matricielles,
559 dimensionnelles et techniques (Fig. 12) qui peuvent être statistiquement éprouvées (Fig. 13). Des
560 rapprochements sont ainsi démontrés entre des extrémités d'hameçons et des déchets de production
561 qui suggèrent une chaîne opératoire de confection des hameçons réalisée par réduction graduelle de
562 supports allongés d'environ 1,2 cm de largeur maximale après fracturation axiale des matrices. La
563 fracturation a possiblement été opérée par percussion en utilisant la technique du coin-éclat-fente,
564 telle que traditionnellement en usage dans le Mésolithique plus ancien de la péninsule scandinave
565 (Bergsvik et David, 2015). Cette technique permet d'obtenir des supports allongés à bords irréguliers,
566 mais de largeur constante, et des plans de supports qui suivent la structuration ostéo-anatomique quel
567 que soit son état de préservation. Ceci est particulièrement visible sur un déchet de débitage par un
568 point impactant de percussion développée sur le bord du support en un plan de fracture axial
569 conformément à la structuration lamellaire de l'os dans un état de fraîcheur relative (Fig. 14). Plusieurs
570 supports, reflétant cette technique de débitage, et issus d'os longs de grands mammifères, ont par
571 ailleurs été isolés en 2012 par l'une d'entre nous (É.D.) lors de l'évaluation de cette série pour la
572 faisabilité de l'étude technologique. Cette technique participe largement des modes d'obtention des
573 supports allongés tels qu'ils illustrent le Mésolithique ailleurs en Europe du Nord et en Russie
574 occidentale (cf. Treuillot, 2016).

575 L'ensemble des techniques identifiées pour chaque pièce du corpus de Skipshelleren et leur
576 enchaînement dans une chronologie comparable rendent compte d'une unique chaîne opératoire de
577 transformation des matrices osseuses (Fig. 15). Une fois fracturés, les supports à bords irréguliers sont
578 régularisés et façonnés par une abrasion transversale à la pierre grenue (cf. David, 2004, pour la

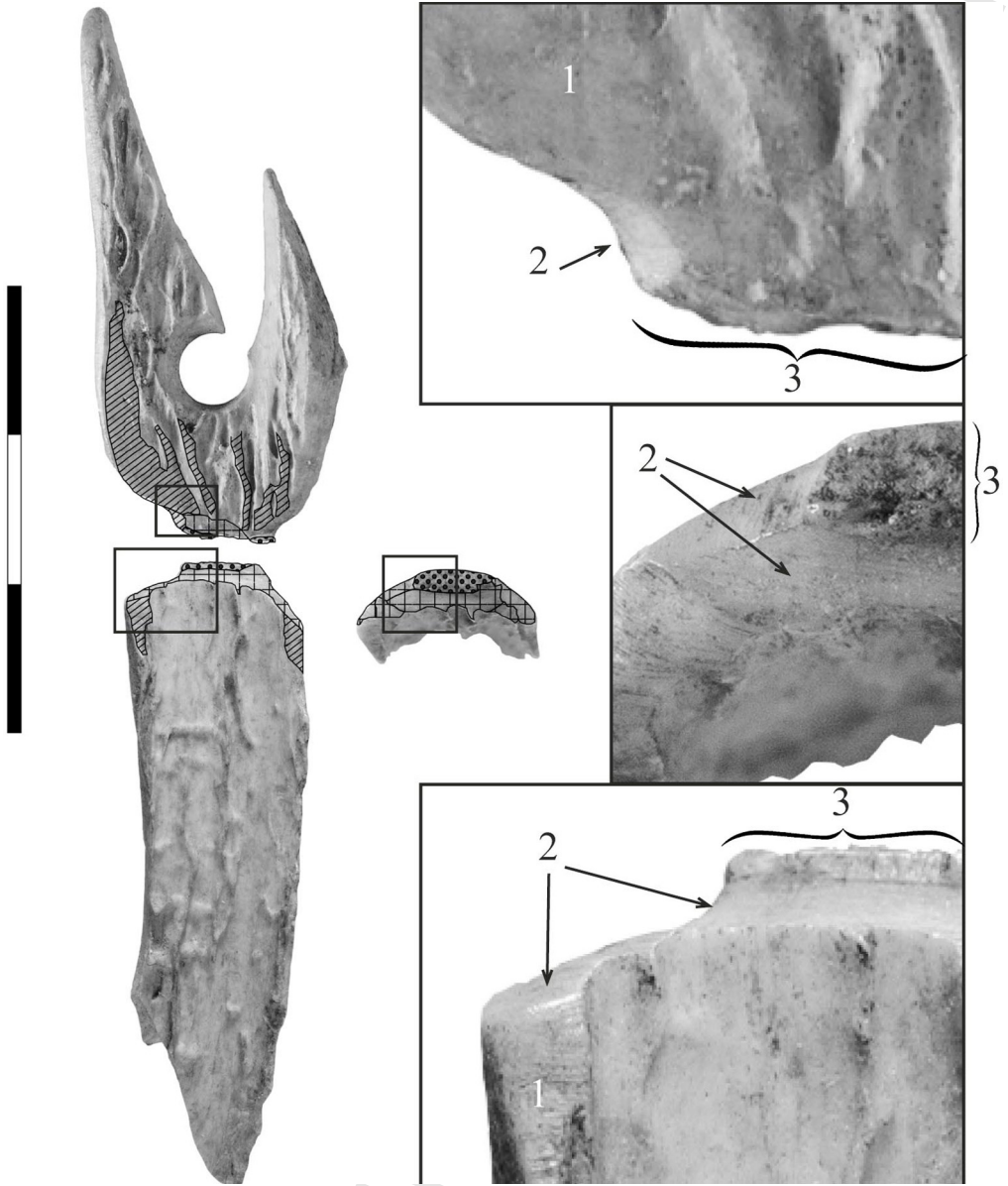


Fig. 12. Skipshelleren (KH6). Correspondances matricielle, dimensionnelle et technique entre un hameçon (n° L10 IX) et son déchet hypothétique de fabrication (n° H9 XI) remontant par rapprochement, c'est-à-dire par les analogies recensées au niveau des plans abrasés en surface par polissage pour la troncature du support (hachures et n° 1), des gorges de sciage opérées en transversal (quadrillage et n° 2) et de la zone brute issue d'une cassure en flexion (points et n° 3). Échelle, subdivision en cm. Skipshelleren, horizon KH6. Matrix, dimensional and technical correspondences between a fishhook (No. L10 IX) and its hypothetical manufacturing waste debris (No. H9 XI) refitting by relationship; i.e. by their analogies noticed at the level of the planes abraded on the surface using polishing for the truncation of the bone-blank (hatching and No. 1), of the sawing grooves operated transversally (grid and No. 2) and of the rough zone resulting from a break in flexion (dot and No. 3). Scale, subdivision in cm.

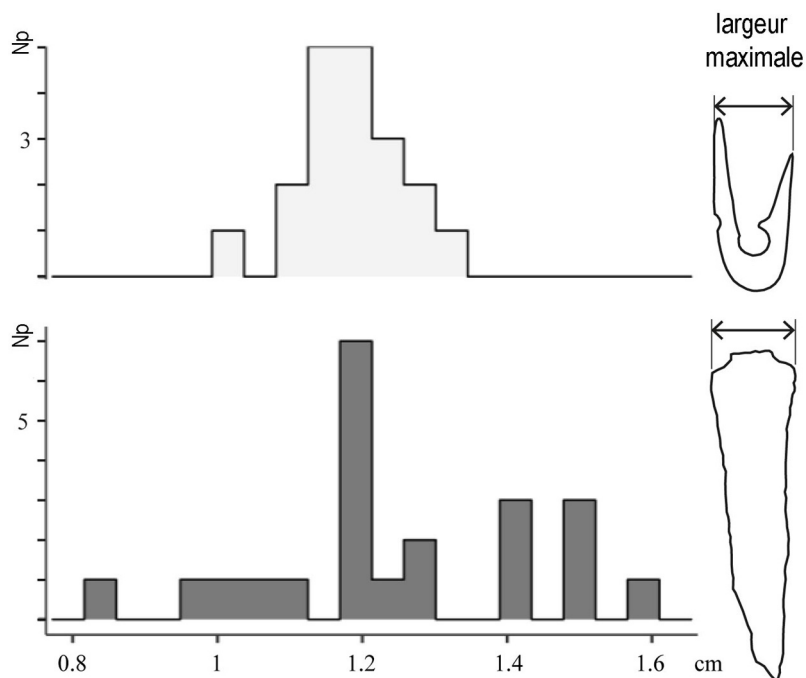


Fig. 13. Skipshelleren. Comparaison des distributions de la largeur maximale (en cm) des hameçons complets ($n = 16$) et des supports de déchets de fabrication, en nombre de pièces (Np).
 Skipshelleren. Comparison of the distributions of the maximum width (in cm) of complete hooks ($n = 16$) and manufacturing waste debris, in number of pieces (Np).



Fig. 14. Skipshelleren. Déchet de production montrant la présence d'au moins un point d'impact (point) développé selon un plan de fracture axial à la suite d'une fracturation plutôt contrôlée de la matrice par percussion, avant sciage du support transversalement (double flèche) et cassure en flexion. Échelle, subdivision en cm.
 Skipshelleren. Production waste showing the occurrence of at least one impact point (point) developed along an axial fracture plane as a result of a rather controlled fracturing of the matrix by percussion, before sawing the bone-blank transversely (double arrow) and breaking in flexion. Scale, subdivision in cm.

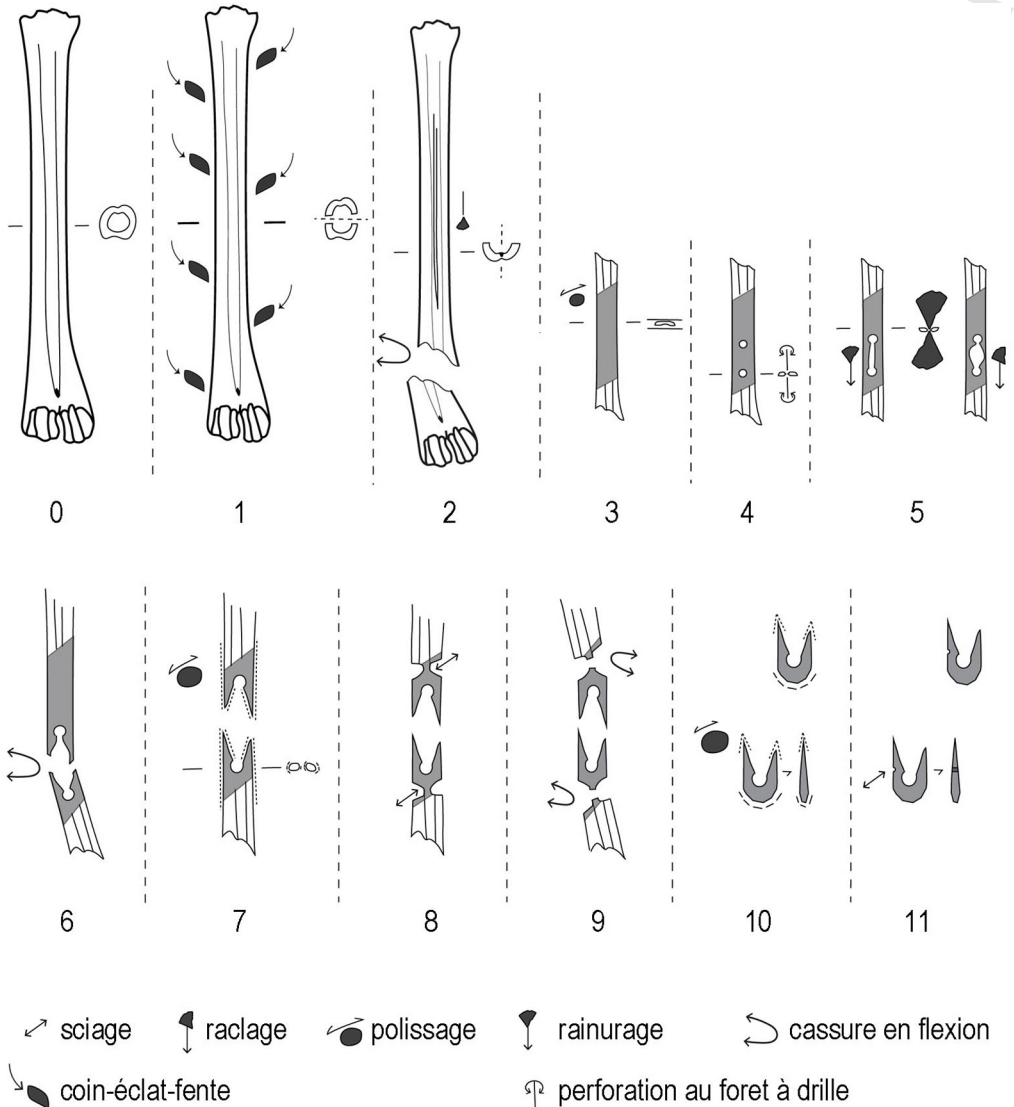


Fig. 15. Skipshelleren. Chaîne opératoire théorique de fabrication des hameçons de type Skipshelleren à partir d'un os long de grand mammifère (l'anatomie du métapodien, « 0 », pris pour exemple – cf. Barone, 1986), par étapes techniques (1 à 11). *Skipshelleren. Theoretical chaîne opératoire of manufacturing the Skipshelleren-type of fishhooks from a large mammal limb bone (the anatomy of the metapodial, "0", as an example – see Barone, 1986), per technical stages (1 to 11).*

caractérisation des techniques), ce qui induit un facetage des bords et des surfaces les plus convexes. Ce type de technique d'usure vient très précisément refléter les intentions des artisans mésolithiques puisqu'il y a corrélation directe entre le geste effectué, qui permet un contrôle constant de l'action technique, et son résultat sur la matière. L'étude minutieuse de la distribution et de l'organisation des facettes d'abrasion, qui de prime abord s'apparente à un palimpseste, a permis de documenter le recoupement et/ou le recouvrement des facettes contiguës deux par deux (Mazet, 2020). Ce travail a conduit à l'identification précise de la chronologie du facetage des hameçons (Mazet et al., à paraître). Il en ressort une diversité dans le degré de modification des matrices allant d'une simple régularisation

579
580
581
582
583
584
585
586

des bords du support à une modification complète de l'ensemble des surfaces constitutives de l'hameçon. Dans le même temps, pour les pièces les plus régularisées, il a été possible de montrer que l'abrasion des faces supérieures et inférieures précède systématiquement le façonnage des bords du support, correspondant également aux bords extérieurs de la hampe et de la pointe. La restitution du schème nous fera revenir sur ce point qu'il nous semble important de discuter pour comprendre la cause de cette variabilité dans le travail de réduction des supports.

La chaîne opératoire représente une suite d'opérations techniques (Fig. 15, n^{os} 1 à 11) visant la réduction de la matrice en plusieurs hameçons agencés dans l'axe d'un support allongé. Pour produire ces supports, la matrice anatomique a été fracturée de façon à obtenir de longs éléments épais que l'on qualifie également de baguettes. Les hameçons ont vraisemblablement été produits deux à deux, suivant une disposition en face à face dans le plan d'allongement principal du support et éventuellement répliquée de base à base (dans les cas de l'utilisation d'un support très allongé). Après avoir été perforé à la drille (type éclat de cristal de roche retouché – cf. Bergsvik et David, 2015) en deux points qui déterminent le bord interne de la base, les supports ont localement été évidés en leur centre dans un mouvement axial allant d'une perforation à l'autre. Ainsi, les faces supérieures et inférieures de la baguette, correspondant respectivement aux surfaces anatomiquement externe et interne de l'os, sont entamées en vis-à-vis jusqu'au percement du support. Cet aménagement par réduction de l'épaisseur corticale de part et d'autre de la baguette a permis d'évider le support pour obtenir l'ouverture correspondant aux bords internes des deux hameçons ainsi élaborés en une seule opération technique. Le bord externe de la base des hameçons résulte, quant à lui, d'une réduction de la baguette à l'aide de la technique du sciage. L'usage de la pierre grenue a alors produit une large gorge d'entame sur le pourtour du support permettant de guider la cassure par flexion du support ainsi réduit afin de contrôler le détachement de la base de chaque hameçon du support initial. Les deux extrémités affinées des hameçons sont également détachées par flexion. Une expérience réalisée par l'une d'entre nous (A.M.) suggère qu'à la pointe d'un des deux hameçons devait répondre la hampe de l'autre dans cette disposition bout à bout sur le support (Mazet, 2020). Les pièces archéologiques témoignent enfin d'une régularisation à la pierre par polissage, ou micro-facettage, des parties brisées, qui sont rendues convexes sur les plans sagittal et frontal au niveau de la base, et appointées et pointues respectivement au niveau de la hampe et de la pointe. Les bords internes des hameçons ont été régularisés par abrasion transversale ou transversale oblique. Les stigmates témoignant de l'évidement du support résident essentiellement dans la présence de cupules, que l'on retrouve sur la face supérieure et la face inférieure de la base, déformant le bord de la perforation sans en altérer sa délimitation au centre, et se trouvant généralement dans l'axe de la hampe et/ou de la pointe. Ces cupules sont produites par la butée du geste axial dans le fond des perforations. Ce stigmate témoigne de l'emploi d'un procédé pour réaliser l'ouverture en vis-à-vis sans fragiliser la base, ce qui se manifeste également par la présence d'ergots (cf. Fig. 5) caractéristiques d'une morphologie typique de la fin du Mésolithique en Norvège de l'Ouest, c.-à-d. le Type Skipshelleren (Mazet, 2024).

Cette chaîne de réduction de la matrice par amincissement progressif de l'épaisseur corticale permet de produire « en série » les hameçons deux à deux dans l'axe du support. Cela suggère que les reliefs de l'anatomie n'ont pas été utilisés pour eux-mêmes : l'os a davantage été visualisé comme une baguette qu'une matrice à transformer tout en tirant avantage de ses caractéristiques anatomiques. Les divers matériaux-base utilisés semblent tous avoir été traités ainsi. Un travail supplémentaire reste à mener sur l'ensemble des niveaux mésolithiques pour restituer théoriquement la manière dont les matrices ont été subdivisées en support, ce qui peut être réalisé en rapportant les gabarits des déchets de façonnage aux dimensions des hameçons, d'une part, et aux volumes anatomiques des matrices exploitées, d'autre part (principalement cerf et sanglier).

Certaines pièces, hameçon ou déchet de façonnage, se font remarquer pour leur aspect de surface, qui peut varier considérablement sur une même pièce, avec des zones chargées de résidus sombres *versus* des zones nettement plus claires correspondant aussi aux facettes de polissage qui, elles, apparaissent non chargées en fond de stries (Fig. 16). Comme ces plans de façonnage ont abrasé les surfaces chargées en résidus, ils sont donc postérieurs à l'encroûtement des supports, ce qui suggère que le temps de manufacture de l'outil n'a pas été contemporain de celui de l'acquisition de la matière osseuse. Pour certaines pièces, une différence des aspects de surface est même constatée entre surfaces aménagées dans le cadre de la production du support en baguette et les pans d'abrasion

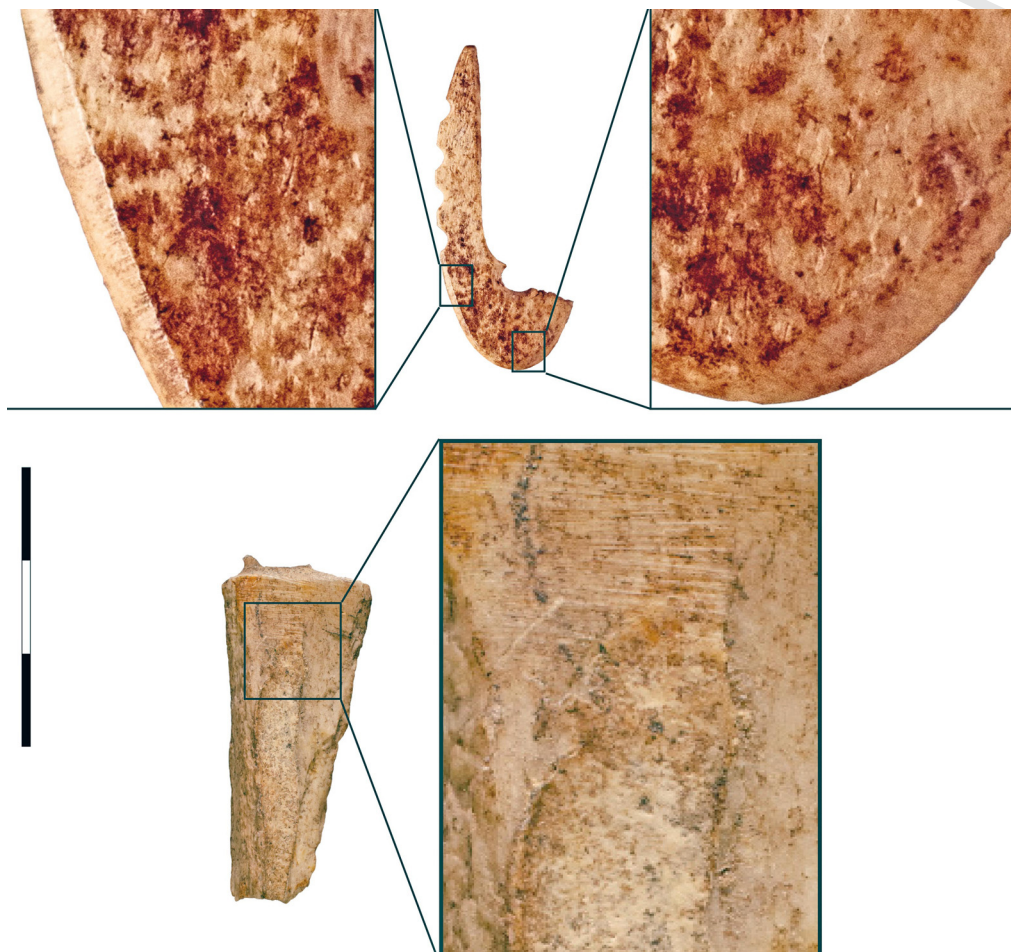


Fig. 16. Skipshelleren (KH6). Taphonomie différentielle de l'os chargé de résidus par endroits puis abrasé en surface par facettage, autant sur l'hameçon H7-V (haut) que sur le déchet de façonnage H7-VI (bas). Échelle, subdivision en cm.
Skipshelleren. Differential taphonomy of bone loaded with residue in areas, then abraded on the surface by faceting, both on hook H7-V (top) and shaping waste debris H7-VI (bottom). Scale, subdivision in cm.

641 relevant du façonnage de l'hameçon (Mazet et al., à paraître). La taphonomie différentielle suggère à
642 elle seule une fabrication de ces équipements s'échelonnant suivant une certaine conception des
643 différents états du matériau-base – animal, matrice, support, outil – et dans des temporalités pouvant
644 être très distinctes, qui forment ensemble le substrat du schéma conceptuel :

- 646
- 647 • acquisition du matériau à l'état de matrices collectées (os, bois de cervidé, coquillage) et/ou issues
648 des produits de la chasse, inclus le mammifère marin, qu'il s'agisse d'os longs ou d'os plats, et
649 potentiellement amassés depuis un certain laps de temps ;
 - 650 • production de supports allongés par fracturation et abrasion plus ou moins importante des surfaces
651 anatomiques ;
 - 652 • mise en forme *in situ* des silhouettes d'hameçons conformées aux dimensions des supports bruts de
653 débitage par abrasion de certains (régularisation) ou de la totalité de leurs pans (façonnage) ;
 - 654 • utilisation des hameçons rapportés *in situ* à l'état d'engins cassés qui ne sont pas réaménagés ni
repris.

La restitution de la chaîne opératoire de fabrication et du schéma de production intervenant dans la confection des hameçons de Skipshelleren, qui participent d'une instrumentation de pêche à la ligne à la fin du Mésolithique en Norvège de l'Ouest (6500–4000 calBC), montre une conception amenant à réaliser des hameçons deux à deux sur des supports issus d'une pluralité de matrices, pouvant être dérivées de la chasse (os) ou de la collecte (bois, coquillage). Par l'emploi de diverses techniques de réduction par abrasion (perforation à la drille, polissage, rainurage et éventuellement raclage), la production d'hameçon apparaît relativement économe. En effet, la quantité de matière première que représentent les déchets de façonnage n'est pas à corrélérer avec une perte de volume utile pour les artisans, car : (1) ces déchets présentent une régularisation de leur surface uniquement au niveau de l'extrémité sciée, issue du détachement de la base de l'hameçon ; (2) bien que les hameçons soient de petites tailles, leur gabarit ne pourrait pas être intégré dans le volume des déchets de façonnage du fait de fortes irrégularités anatomiques, de pans de fracturations envahissants ou tout simplement d'une trop petite taille. Cela signifie donc que l'emplacement des hameçons était envisagé dès les premières étapes de préparation des supports par une régularisation ciblée des zones exploitables. De plus, les perforations à la drille déterminent à la fois la disposition des hameçons sur le support et leurs dimensions, et les outils finis présentent une importante variabilité morphologique. Ce constat conduit à considérer que la disposition des hameçons, si elle ne répondait pas à un standard morphologique, a permis d'utiliser au mieux le volume utile du support. Enfin, il a également été suggéré, dans un autre article, que le percement du support, suivant un procédé de perforation couplé à un rainurage, était plus efficace dans sa mise en œuvre que les techniques identifiées pour les périodes antérieures, c.-à-d. le simple rainurage ou la perforation couplée à un raclage (Mazet, 2024).

Principalement obtenus à partir d'os longs et d'os plats, à l'état frais ou intempérisé (*weathered*) et dont l'origine animale a pu être variée, les hameçons ont été pris dans la quasi-totalité du support après régularisation de la matrice. Ceci rend compte d'un schéma de production en adéquation avec une exploitation « réductionniste » de la matrice. Ainsi, les potentialités de la matrice sont envisagées suivant les possibilités techniques offertes par l'abrasion : les modalités de réduction par abrasion, de degré variable, mais régissant nécessairement la configuration du support, permettent de disposer la silhouette complète de l'hameçon dans le volume initial du support suivant le matériau-base (Fig. 17). Cette transformation de la matière par la technique n'explique toutefois pas la réduction du support dans son épaisseur. Grâce à la restitution du schéma, ce point sera développé plus loin en ce qu'il renvoie l'hameçon à son fonctionnement selon une certaine projection en trois dimensions, à l'outil fini sur le support, à potentialité volumétrique égale.

4.2. La fabrication et la production des pointes de foëne

La diversité apparente des morphologies que prennent les pointes d'Irlande ne correspondrait non pas à une pluralité d'utilisations ni même à des faciès chronologiques distincts, mais à une morphologie réalisée afin de répondre à un but ou une activité spécifique. La diversité morphologique serait alors dépendante de la manière dont ces pointes étaient fabriquées : il pourrait s'agir de différences dans les techniques employées, leur enchaînement ou leur application, ou encore cette diversité reflèterait l'usage de matrices anatomiques distinctes.

Dans le but d'enregistrer l'ensemble des événements qui ont altéré la surface des matrices osseuses, voire leur volume, les modifications anthropiques anciennes ont été opposées à celles causées par d'autres agents ou des événements récents. Certains dommages dus aux effets post-dépositionnels ont alors été reconnus. Ceux-ci sont principalement liés aux conditions d'extraction du matériel et de son stockage. L'aspect desquamé des pièces indique que certaines d'entre elles se sont desséchées extrêmement rapidement peu de temps après avoir été extraites de l'encaissant sédimentaire. Les pointes osseuses présentent également des cassures fraîches témoignant de chocs reçus lors de l'extraction et aussi de la manipulation des artefacts alors conservés épars sous forme d'éléments retrouvés ensemble dans de larges tiroirs. Contrairement à ces altérations qui se présentent sous la forme de fissurations et de délitements, les anciennes traces de fabrication apparaissent clairement en surimposition directe de plans anatomiques intacts à l'état brut. Cela signifie que les ossements étaient essentiellement à l'état frais lorsqu'ils furent pris pour être transformés en pointes.

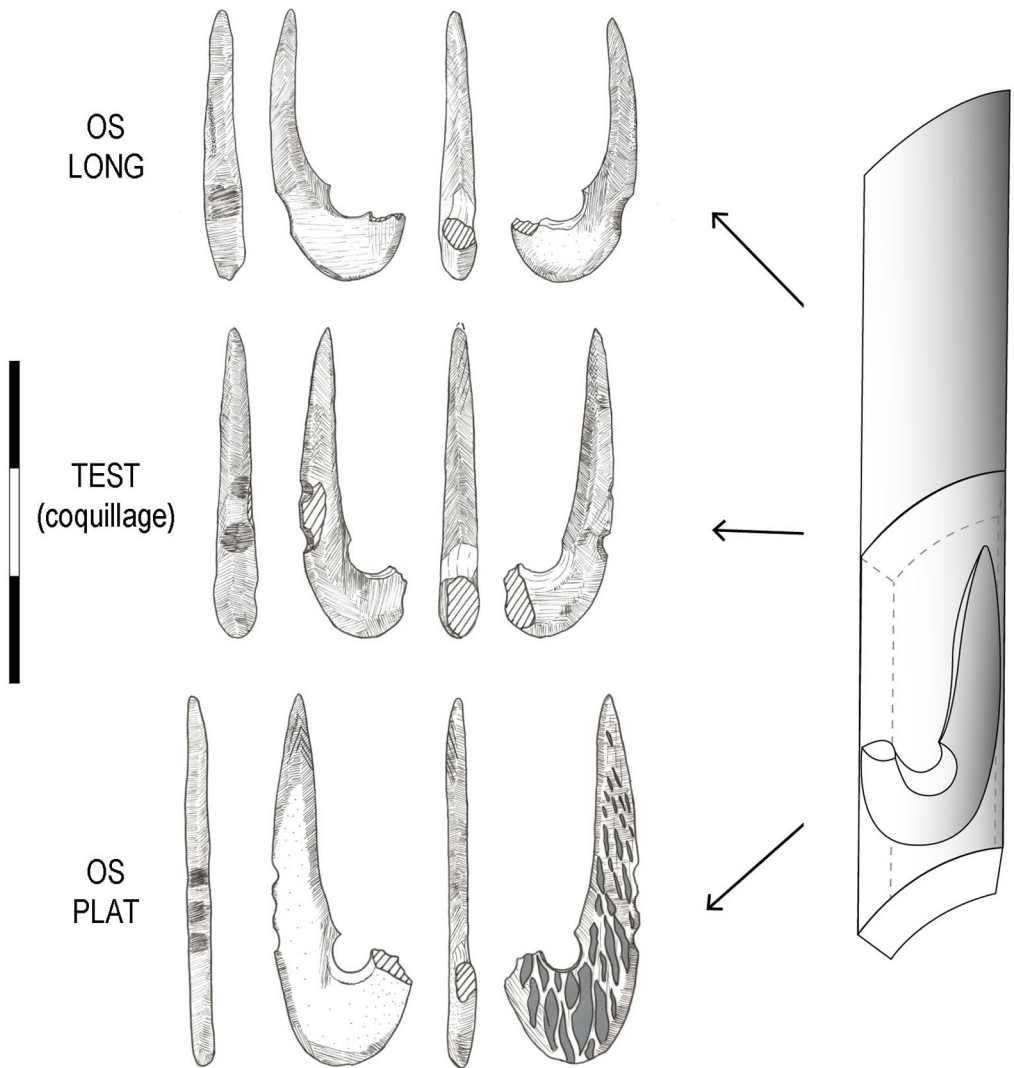


Fig. 17. Skipshelleren. Implication du support techniquement produit dans la configuration unique des hameçons, quel que soit le matériau-base exploité. Échelle, subdivision en cm.

Skipshelleren. Implication of the technically produced bone blanks in the unique fishhook configuration, whatever the used base-material. Scale, subdivision in cm.

707 La présence de plans bruts de fracture sur des bords anatomiques fendus suggère l'emploi de la
708 fracturation. Les pointes ont été mises en forme par régularisation des bords et façonnage de
709 l'extrémité active sur ou avec une pierre à grains épais. Si l'imbrication de ces marques rend bien
710 compte d'une chronologie commune des événements techniques impliqués dans la production, elle
711 pose cependant la question de savoir si la fracturation intentionnelle était à visée industrielle
712 seulement ou à l'inverse, née d'une fracturation de l'os afin d'en extraire la moelle en premier lieu.
713 Dans notre cas, les deux possibilités sont envisageables et en résulteraient deux types de produits
714 allongés issus des os des membres/plats des grands mammifères : le support en baguette – un produit
715 allongé et plutôt régulier – et l'éclisse – un produit plutôt court dans le maximum de sa largeur

exploitable, mais irrégulier. Alors que les facettes d'abrasion relatives à la régularisation des produits osseux recouvrent généralement les plans de fracture, de sorte que la technique de fracturation exacte impliquée dans la manière dont l'os a été cassé n'est plus visible, les morphologies sont régulières (à quelques exceptions près) et suggèrent que les produits osseux recherchés devaient aussi être réguliers au départ. Plus précisément, dans l'industrie osseuse de la collection Bann, la plupart des canaux et des gouttières anatomiques semblent avoir été usités afin de guider favorablement l'onde de choc conduisant à une fracturation contrôlée des matrices sur leur longueur. L'utilisation des reliefs naturels permit d'obtenir des produits particulièrement rectilignes. Une expérience réalisée par l'une d'entre nous (É.D.) suggère que, à percussion égale au coin (David, 2004), le fendage d'un os frais guidé par l'un ou l'autre de ces invariants anatomiques est moins aléatoire que celui d'un os sec. Des points d'impact remarquables sont enregistrés associés à des enfoncements corticaux sur le bord opposé et à des plans de fracture développés perpendiculairement à l'axe de ces invariants anatomiques sur les pièces. Les supports en baguette et les éclisses proviendraient d'une même production en utilisant à chaque fois l'ensemble de la diaphyse disponible, alors fendue par coin-fente avec effet de contrecoup (Fig. 18). Ce faisant, peu de déchets de débitage seraient générés par la confection de ces pointes.

La chaîne opératoire relative à la fabrication de ces pointes montrerait une forte diversité puisqu'à la fois dépendante des matrices exploitées – os long *versus* os plat – et contrainte par les caractéristiques anatomiques discrètes alors utilisées dans le cours de la transformation de l'os (canal, gouttière, crête, etc.). En l'absence de déchets épiphysaires dans la collection Bann (à l'exception d'un fragment de côte) et dans l'impossibilité d'attribuer plus précisément les pointes à un élément de l'anatomie et à une espèce animale en particulier, les variantes de cette chaîne opératoire ne peuvent pas être estimées. En théorie, l'obtention d'une pointe osseuse aura procédé de plusieurs opérations techniques successives (Fig. 19). Une gorge longitudinale aura initialement été réalisée au cœur de la diaphyse proposant un caractère anatomique-guide dirigeant la technique du rainurage – pratiquée à l'aide d'un bord tranchant lithique à grain épais – avant que la zone de la matrice régularisée au préalable par abrasion ne soit fendue au coin, également à la pierre grenue. En plaçant la matrice sur une saillance rocheuse, la percussion de son bord opposé aura permis de fracturer le corps diaphysaire sur la longueur ; l'onde de choc amenant le fendage de l'os alors guidée par la rainure. Les deux épiphyses auront probablement été rompues pendant l'opération. Pour obtenir les produits les plus réguliers, la percussion aura été répétée plusieurs fois en enfilade en suivant un axe longitudinal. Ceci aura permis de détacher les parties osseuses constitutives de la diaphyse de sorte qu'elles soient rompues les unes des autres de manière franche et le plus régulièrement possible. Le placement réfléchi de la convexité sous la matrice contribua sans doute à l'effet de contrecoup permettant que la propagation des ondes de fracture soit réalisée dans le sens de la plus grande amplitude et pour préserver une régularité dans le détachement de l'os cortical. Il est possible que les deux bords travaillés, l'un par percussion, l'autre par contrecoup, l'aient été alternativement. En effet, retourner l'os permettait de l'impacter avec une plus grande synergie tout en restant aligné le long de la diaphyse dans le travail de percussion, jusqu'à ce que les fentes initiées de part et d'autre des zones d'impacts soient suffisamment développées dans le tissu interstitiel pour procéder au détachement des parties corticales. Après plusieurs percussions, l'os diaphysaire aura été fendu en parties plus ou moins égales, chacune correspondant, tout comme l'ensemble des autres, à un support en baguette ou à une éclisse, par la suite façonnées en pointes. La diaphyse, systématiquement régularisée par abrasion avant fendage, présente des faces anatomiques qui ont été adoucies et, ainsi, les (surfaces externes des) produits du débitage se trouvaient être préformées, quelle que soit la morphologie concrètement obtenue des (supports de) pointes (Fig. 20). Les supports les plus longs ont été vraisemblablement obtenus à partir des plans anatomiques les plus réguliers de la diaphyse et en employant cette modalité contrôlée de fendage par contrecoup.

Les supports osseux ont ensuite été régularisés par polissage transversal oblique sur/avec une pierre à grain épais, ce qui aura laissé des stigmates typiques (David, 2004, p. 115 et 135, n° 2). Alors que l'extrémité osseuse la plus épaisse aura été appointée selon cette même technique appliquée par facettagage du pourtour en une partie active, une régularisation seulement superficielle aura été pratiquée pour aménager la base, principalement au niveau des bords et de manière à amoindrir l'importance du relief médian proposé par le canal médullaire. Ainsi, bien que les arêtes vives causées par la fracturation de l'os cortical et/ou trabéculaire soient systématiquement réduites, la face interne

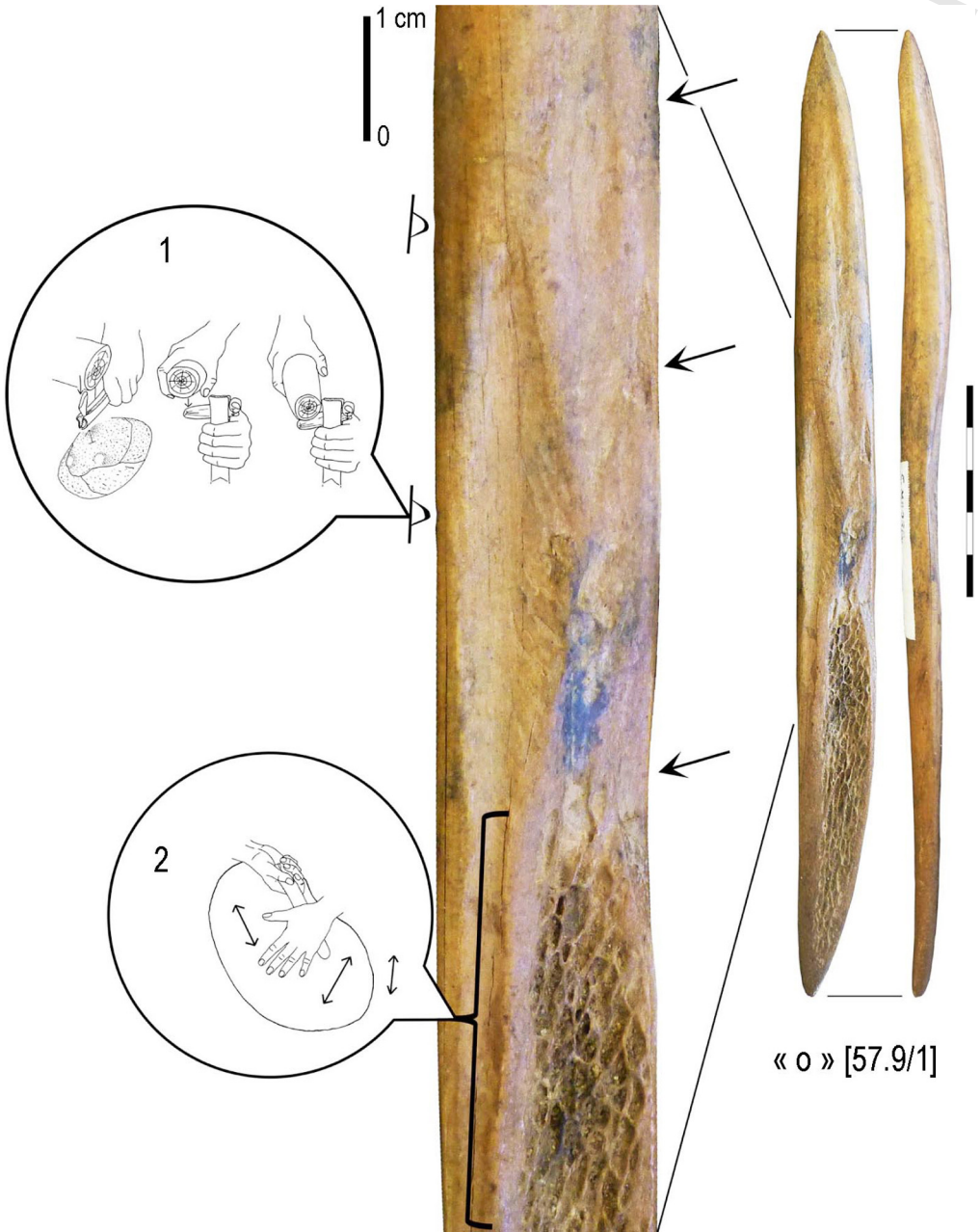


Fig. 18. Corpus Bann. Pointe en os à base appointée (type « o » et n° d'inventaire entre crochets) montrant des points d'impact (flèches) issus d'une percussion au coin en pierre grenue avec effet de contrecoup (signes) antérieurement (n° 1) à la régularisation des aspérités corticales par abrasion (n° 2).

Corpus of the Bann collection. A bone point with pointed base (type "o" and inventory number in square brackets) showing impact points (arrows) resulting from percussion with a thick grained stone wedge by counterblow (signs) prior (No. 1) to the regularisation of cortical asperities by abrasion (No. 2).

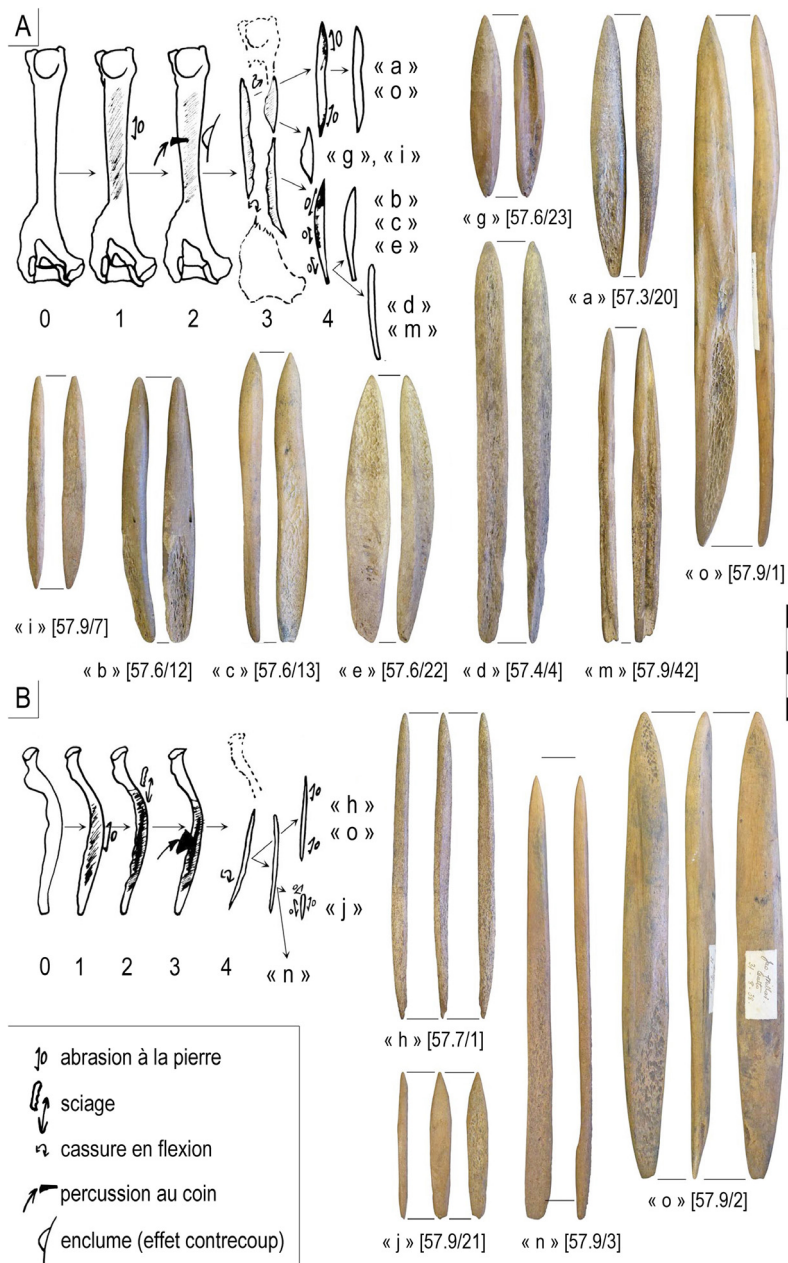


Fig. 19. Corpus Bann. Chaînes opératoires théoriques de la fabrication des différents types de points (lettre entre-guillemets ; cf. David et al., 2015) avec leur n° d'inventaire (entre-crochets), par régularisation de la matrice diaphysaire (séquences n° 1), fracturation de l'os une fois les extrémités débitées (nos 2 et 3) et régularisation par façonnage des bords du support cortical (n° 4) de l'humérus (A) et de la côte (B) d'ours pris comme exemples théoriques de matrices représentées. Échelle, subdivision en cm.

Corpus of the Bann collection. Theoretical chaînes opératoires for the manufacture of different types of points (letter in brackets; cf. David et al., 2015) with their inventory number (in square brackets), by regularisation of the diaphyseal matrix (sequence No. 1), fracturing of the bone once the ends have been disjoined (Nos. 2 and 3) and regularisation/shaping of the edges of the cortical bone-blank (No. 4) of the bear humerus (A) and rib (B) taken as theoretical examples of used matrices. Scale, subdivision in cm.

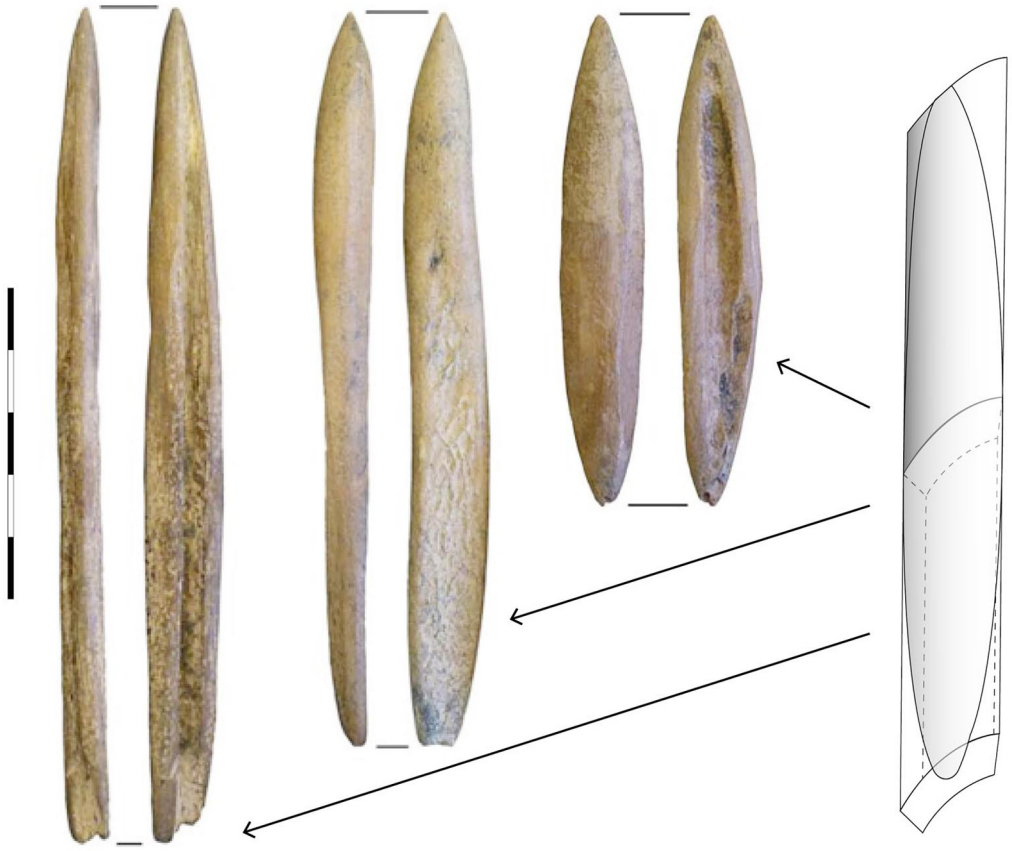


Fig. 20. Corpus Bann. Implication du support techniquement produit dans la configuration des pointes de foënes, quelles que soient les morphologies de pointes obtenues à partir d'une seule matrice. Échelle, subdivision en cm.

Corpus of the Bann collection. Implication of the technically produced bone blanks in the leister prong configuration, whatever the obtained points' morphologies, from a single matrix. Scale, subdivision in cm.

des pointes conserve en partie basse la forme caractéristique des empreintes médullaires. L'utilisation d'une plus grande intégrité du tissu cortical exploitable de l'os long est alors illustrée par une extrémité à section en demi-cercle lorsqu'elle correspond également à la partie métaphysaire. En plus de l'occurrence des reliefs ostéologiques internes en partie basse, une courbure supplémentaire dans le profil de la pointe à sa base apparaît et aura pu être profitable à la réalisation d'un système d'emmanchement tout à fait unique. Les rares pointes plus fines, qui sont particulièrement rectilignes et qui ne présentent pas ces aspects (armatures ?) pourraient s'expliquer par l'usage d'un autre type d'emmanchement fixe (les types « i » et « m » – cf. Fig. 19). La recherche d'une courbure métaphysaire dans la production de ces morphologies de pointes à base peu aménagée, si commune à la collection Bann, renvoie dans sa conception au couplage régularisation–fracturation–abrasion nécessitant le recours à l'os frais de grands mammifères. Ailleurs en Europe, ce couplage est connu, mais n'implique pas l'usage régulier de la pierre grenue. Celle-ci est communément utilisée de façon contemporaine dès 7000 calBC environ, au moment où apparaissent ces pointes en Irlande, et que pour abraser les supports osseux. Ceci se vérifie notamment sur la façade méridionale de Scandinavie en lien avec une pérennisation des lieux de pêche sur le long terme (David, 2017b) et en parallèle d'une diffusion de la technologie à inserts selon un axe transversal sur toute la péninsule, et selon un gradient d'Est en Ouest, à partir des régions les plus occidentales de la Baltique et de la Russie (David et al., 2023b).

787 Comme cette technologie à insert n'est pas identifiée en Irlande, on ne peut pas relier cet espace à
788 l'Europe déjà continentale sans que cela implique de lien de filiation, si ce n'est précisément par
789 l'industrie osseuse dévolue à la pêche alors confectionnée par l'abrasion à la pierre puisque, à principe
790 identique et ressources lithiques équivalentes, d'autres façons de produire les pointes de foënes et les
791 hameçons sont appliquées ailleurs (David et Kjällquist, 2018).

792 4.3. Conclusion sur les chaînes opératoires de fabrication et les schémas conceptuels

793 La production des hameçons en Norvège et des pointes d'Irlande relève de conceptions très
794 comparables qui reposent sur des modalités de fracturation contrôlée des matières dures d'origine
795 animale afin de produire des supports allongés et ensuite aménagés suivant des principes de réduction
796 par abrasion. Bien que les matériaux-base n'aient pas pu précisément être identifiés, il apparaît dans
797 ces deux études de cas que les matrices exploitées étaient relativement variées, impliquant alors un
798 investissement variable dans l'aménagement du support. Cela se traduit par une présence plus ou
799 moins importante de surfaces naturelles ainsi que des sections plutôt elliptiques pour les pièces les
800 moins aménagées et plutôt rectangulaires, voire octogonales, pour les supports les plus transformés.
801 Cet investissement différentiel pourrait témoigner d'une intention technique (ergonomie,
802 esthétisme...) ou bien être la conséquence d'une contrainte propre à la matière osseuse, comme
803 la présence de téguments au moment de la prise en main pour la transformation ou même la
804 configuration anatomique propre à certaines matrices (crête, cavité médullaire...). La diversité des
805 matériaux et des matrices exploitées ne permet pas de préciser l'intention derrière le geste technique
806 à partir de la simple identification des techniques de fabrication et de la restitution des schémas de
807 production. À partir des résultats obtenus par l'analyse technologique de ces artefacts et la prise en
808 compte des matrices, l'emploi du concept de schème nous permet ci-après d'envisager les aspects
809 conceptuels régissant la transformation de la matière osseuse en hameçons et en pointes de foënes.

810 5. Apport de la restitution du schème à l'analyse technologique

811 L'étude des chaînes opératoires de fabrication et des schémas régissant la production nous permet
812 de restituer la manière dont les matrices osseuses ont été transformées suivant un enchaînement de
813 techniques précis permettant de produire l'outil souhaité et selon une certaine conception d'obtention
814 des supports. Or, l'une des caractéristiques fondamentales de l'outil est que sa matérialisation répond
815 à un besoin fondamental (Pigeot, 1988 ; Sigaut, 1991). Si l'identification de la destination fonctionnelle
816 de l'outil peut être prononcée de manière plus ou moins évidente, là où l'on peut rapidement
817 considérer que l'hameçon sert à pêcher par hameçonnage, la pointe renvoie, elle, par sa forme, même
818 dotée d'un emmanchement pérenne, à une possible pluralité fonctionnelle (percer, impacter,
819 estoquer, etc.). Dans ce cas, il nous faut aussi nous attacher à identifier les stigmates relatifs à
820 l'utilisation de ces pointes pour en déduire la fonction : la pointe, en contact avec quel type de matière
821 et dans quel mode d'action ? Toutefois, restituer les conceptions techniques, sous forme de chaînes
822 opératoires de fabrication et de schémas de production avec ou non une connaissance de la fonction de
823 ces outils, ne nous permet pas encore de percevoir la manière dont ils ont été conçus au plan cognitif
824 pour répondre à un besoin. Pour cela, il est indispensable de mettre au jour des récurrences, tant
825 morphologiques que techniques, en isolant les contraintes inhérentes à l'invariant anatomique
826 exploité des principes techniques qui, eux, ont prévalu à l'application des modalités matérielles
827 (chaîne opératoire) et pratiques (schéma conceptuel) dans la mise en œuvre d'une fonctionnalité
828 (élément pointe). Plus qu'à une conception, ces principes renvoient à une projection, celle d'un outil
829 répondant à un besoin, sur une matière. Finalement, l'étude de la matérialisation de ce projet, fondée
830 sur l'analyse de l'outil fini, permet la restitution de la chaîne opératoire et du schéma conceptuel dont
831 il est issu. En cela, on est capable d'indiquer comment l'objet a été produit et comment la production a
832 été organisée. Sachant qu'un même outil peut prendre des formes relativement différentes. Nous
833 souhaitons également comprendre pourquoi il a été conçu ainsi (et pas autrement). L'étude des
834 schémas qui régissent l'existence d'un outil en particulier, intègre donc nécessairement les
835 dimensions techniques (chaîne opératoire et tradition technique) et matérielles (matières premières

servant de supports et outils employés) précédemment analysées. Elle tente, par la prise en compte de la configuration des matériaux-base (affordance) et la considération des récurrences observées (et statistiquement significatives) d'interpréter ce qui a pu importer à l'artisan lorsqu'il a produit ainsi son outillage.

5.1. Projection et matérialisation des hameçons

Afin de comprendre la manière dont le choix du matériau-base a éventuellement influé sur les dimensions des hameçons, nous avons testé statistiquement la corrélation entre les moyennes de l'épaisseur de la base des hameçons et les différents matériaux-base. L'application d'une ANOVA aux groupes de données les plus importants – os long, os plat, bois de cervidé et test de coquillage – ne permet pas de conclure à une différence significative entre les moyennes de ces 4 types de matériaux-base (Tableau 2). Sur la base de cet échantillon, on ne peut donc pas conclure que l'épaisseur dépend du type de matériau-base employé. Par exemple, l'épaisseur des hameçons issus d'os plats est en moyenne de 2,16 contre 2,58 pour ceux en bois de cervidé, mais elle varie globalement de 1,6 à 2,7. Cela les distingue des bois de cervidés dont l'épaisseur varie entre 2,5 et 3 mm (avec une exception autour de 1,8), mais pas suffisamment pour pouvoir conclure à une différence statistiquement significative. En somme, on ne peut pas se contenter d'expliquer les différences d'épaisseur constatées par l'emploi de matériaux-base distincts, quand bien même ceux-ci présenteraient des matrices anatomiques d'épaisseur très variables.

Deux explications, complémentaires entre elles, sont envisageables. En effet, bien que les matériaux-base soient considérablement différents lorsqu'ils sont pris dans leur ensemble (os long versus os plat versus bois de cervidé versus test de coquillage), il est possible que les portions de matrices exploitées aient été sélectionnées au préalable pour correspondre à un volume donné de 2 mm, à plus ou moins 0,5 mm. Une possible régularisation de l'épaisseur des matériaux, en amont des premières étapes de la chaîne opératoire des hameçons, aurait également permis d'uniformiser l'épaisseur des matrices afin de produire des supports en baguette de volumes standards. Cette possibilité est concrètement visible sur certains des déchets de fabrication pour lesquels l'épaisseur a été réduite par abrasion au niveau de la zone de détachement de l'hameçon. La production de ce type de support implique un investissement conséquent pour l'abrasion de l'os, mais elle permet d'exploiter une large gamme de matrices, puisque même les parties non affordantes de celles-ci peuvent être exploitées. La catégorie « os indéterminé » (Fig. 21) correspond pour la plupart des hameçons à des pièces produites par une abrasion invasive de la surface de la matrice lors de la production des supports : les caractéristiques anatomiques diagnostiques associées aux surfaces ostéologiques naturelles ne nous sont alors plus perceptibles. Cependant, nous pouvons supposer que cette catégorie – dont l'épaisseur de la base des hameçons est comprise entre 2,5 et 3,90 (avec une exception à 1,3) – relève de matrices issues d'os corticaux particulièrement épais, vraisemblablement de très grands mammifères (type élan).

Comme les matrices osseuses, notamment les os longs, ne présentent pas une épaisseur corticale constante sur leur longueur diaphysaire, nous avons souhaité déterminer si cette variabilité dans l'épaisseur de l'os pouvait être impliquée dans la disposition de l'hameçon sur le support. La comparaison entre l'épaisseur des hameçons au niveau de leur base, qui est généralement la partie la plus épaisse des pièces, et l'extrémité du déchet de fabrication dont la mesure est prise en deçà de la zone sciée et cassée en flexion, a montré une différence significative entre ces deux modules au seuil de 5 % à l'application du test *t* de Student (Fig. 22). Ce résultat montre à la fois que les supports ne sont pas réguliers et que les hameçons sont préférentiellement issus de la partie la moins épaisse ou la plus régulière du support. La comparaison, cette fois, entre l'épaisseur de la hampe et celle de la base de l'hameçon (Fig. 23) montre qu'il existe une différence significative au seuil de 5 % lors de l'application du test de Student pour les échantillons appariés. Cela indique que les hameçons sont positionnés sur le support de manière à ce que les extrémités de l'hameçon se trouvent positionnées au niveau de la partie la plus fine du support. Cette caractéristique peut être recherchée sur la matrice ou bien aménagée lors de la confection du support par abrasion. Cette récurrence technique peut avoir une explication fonctionnelle, mais également productionnelle. La base étant la partie la plus sollicitée lors de la capture par hameçonnage (Olson et al., 2008), la renforcer en favorisant son épaisseur aura

Tableau 2

Skipshelleren. Tableau récapitulatif détaillant les résultats des tests statistiques obtenus des données sur les hameçons.
Skipshelleren. Summary table detailing the results of the statistical tests carried out on the fishhook data.

Types d'analyses	Types de variable indépendante	Types de variable dépendante	Relations entre les variables	Conditions paramétriques		Tests appliqués
Implication du matériau-base dans l'épaisseur de l'hameçon	Continu	Catégoriel	Variables différentes selon les catégories	Normalité : test de Shapiro-Wilk	Homogénéité des variances : test de Levene	ANOVA
	Épaisseur de la base	Matériau-base (> deux variables)		OK $p=0,511$	OK $p=0,344$	F (3,21)=2,55, $p=0,083$
Différence dans l'épaisseur entre la base de l'hameçon et celle du support	Continu	Continu	Variables indépendantes	Normalité : test de Shapiro-Wilk	Homogénéité des variances : test de Levene	Test t de Student
	Épaisseur de la base	Épaisseur du support		OK $p=0,421$	OK $p=0,126$	t (73)=4,59, $p < 0,001$
Différence entre épaisseur de branche montante et base de l'hameçon	Continu	Continu	Variables dépendantes	Normalité : test de Shapiro-Wilk	Homogénéité des variances : test de Levene	Test t de Student pour échantillon appariés
	Épaisseur de la branche montante	Épaisseur de la base		OK $p=0,061$		t (45)=-2,76, $p=0,008$
Corrélation entre longueur - largeur - épaisseur des hameçons	Continu	Continu	Variables dépendantes	NON (pour la longueur)		Test de corrélation de Spearman

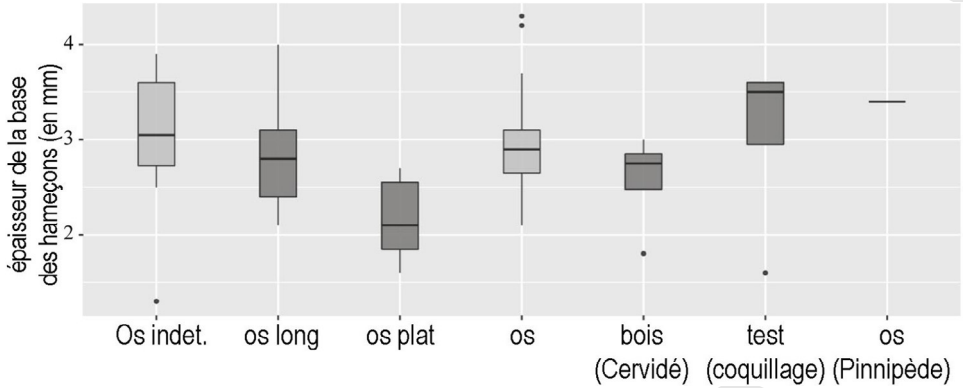


Fig. 21. Skipshelleren (KH6 et KH7). Comparaison des épaisseurs (en mm) de la base des hameçons selon les matériaux-base exploités. En foncé, les variables incluses dans l'ANOVA (analyse de la variance).
Skipshelleren (KH6 and KH7). Comparison of fishhook base thicknesses (in mm) according to the base-materials used. In dark grey, variables included in the ANOVA (analysis of variance).

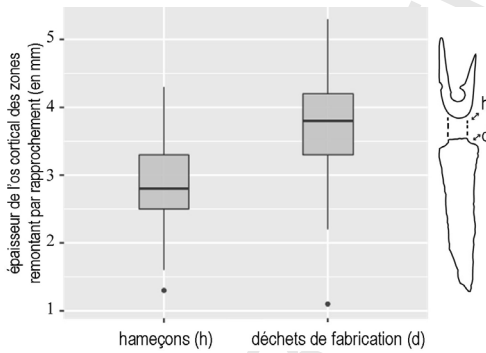


Fig. 22. Skipshelleren (KH6 et KH7). Comparaison entre les épaisseurs (en mm) de la base des hameçons (h) et celles de la partie régularisée en surface de son déchet (d).
Skipshelleren (KH6 and KH7). Comparison between the thickness (in mm) of the base of the fishhooks (h) and of the regularized part of the surface of its waste debris (d).

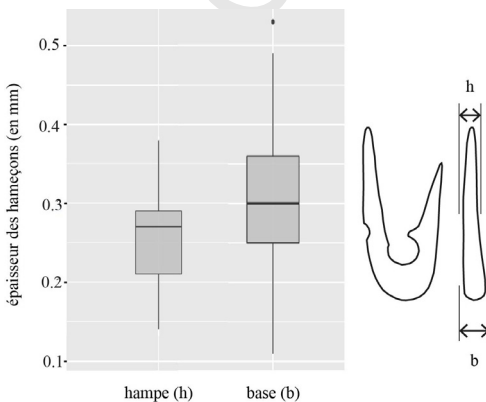
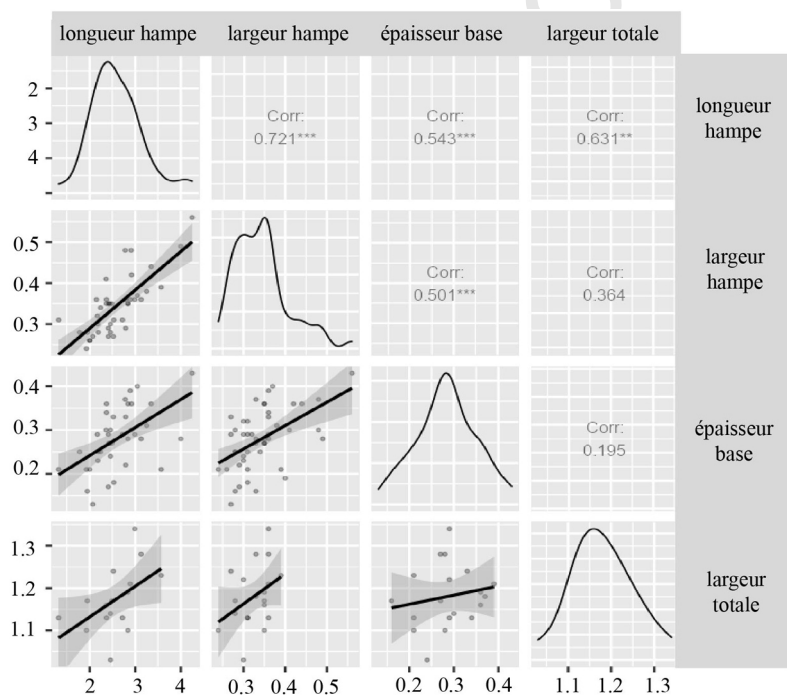


Fig. 23. Skipshelleren (KH6 et KH7). Comparaison entre les épaisseurs (en mm) de la base des hameçons (b) et celles de leur hampe (h).
Skipshelleren (KH6 and KH7). Comparison between the thicknesses (in mm) of the base of the fishhooks (b) and of their shank (h).

permis de limiter la fracturation des équipements en cours d'utilisation. L'intention dans la recherche d'une finesse du support au niveau des extrémités de l'hameçon s'explique en ce qu'elle permettait d'alléger le travail de réduction par abrasion de l'os pour aménager l'ouverture et ainsi dégager la morphologie définitive de l'hameçon. Autrement dit, en réduisant la quantité de matière à abraser localement, une plus importante surface pouvait être abrasée à moindre effort pour *in fine* détacher facilement les extrémités (crochet et hampe) ainsi réduites dans leur épaisseur et aussi dans leur largeur avant de les libérer du support en tant qu'attributs, par une cassure en flexion. Cette stratégie d'emplacement de l'hameçon par considération de l'épaisseur du support aura également permis d'anticiper l'aménagement de la pointe qui, pour être fonctionnelle, c'est-à-dire transpercer la cavité buccale du poisson, devait nécessairement présenter une surface de contact punctiforme la plus réduite possible.

Les matrices présentent donc des volumes anatomiques spécifiques qui, en étant transformés en support, sont déterminés par l'artisan (support allongé produit par fracturation contrôlée et régularisé par abrasion) et, dans le même temps, ces supports sont déterminants pour la conception de l'outil, dont la morphologie s'intègre nécessairement dans ce volume. Ceci a eu pour effet de conformer les hameçons à un volume spécifique dont la nature est à questionner. En effet, les différents paramètres volumétriques peuvent être inhérents à la matière première ou être aménagés ; ils ont également pu être recherchés pour leurs propriétés fonctionnelles et/ou leurs avantages productionnels ou au contraire n'être qu'une incidence de la matière première sans véritable importance aux yeux de l'artisan.

Pour vérifier s'il existe une corrélation entre les différents paramètres morphologiques déterminant la forme des hameçons, c'est-à-dire la longueur, la largeur et l'épaisseur, nous avons appliqué à ces différentes variables deux à deux un test de corrélation de *Spearman* (Fig. 24). Les



Note. * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

Fig. 24. Skipshelleren (KH6 et KH7). Tableau récapitulatif du test de corrélations de *Spearman* appliqué aux largeurs et aux longueurs de la hampe, à la largeur totale de l'hameçon, et à l'épaisseur de la base.

Skipshelleren (KH6 and KH7). Summary table of the *Spearman* correlation test applied to the width and length of the shank, total width of the fishhook and thickness of the base.

910 résultats obtenus indiquent qu'il n'existe qu'une corrélation modérée entre les variables relatives au
911 volume initial du support (épaisseur) et celle de l'hameçon (longueur et largeur de la hampe). Cette
912 corrélation modérée peut s'expliquer par une simple contingence de dimensions dans une matrice
913 donnée. À l'inverse, il existe une corrélation forte entre les mesures propres à la silhouette de
914 l'hameçon (longueur, largeur). Ainsi, la forme générale des hameçons ne semble pas tributaire des
915 caractéristiques volumétriques du support, mais leur silhouette dans les deux dimensions suit une
916 certaine proportionnalité qui peut correspondre tout autant à des critères fonctionnels, esthétiques ou
917 ontologiques. Les coefficients de corrélation obtenus pour la largeur totale ne sont pas statistiquement
918 significatifs, probablement du fait de la faible quantité de pièces complètes permettant de réaliser
919 cette mesure.

920 L'ensemble de ces résultats obtenus par l'application de tests statistiques à des observations
921 technico-fonctionnelles suggère que les hameçons sont mentalement disposés dans l'axe du support,
922 suivant son épaisseur, en positionnant la base du côté le plus épais. L'orientation des hameçons a été
923 anticipée dès la confection des supports en réservant les zones les plus fines aux extrémités, qu'il
924 s'agisse d'une configuration anatomique ou anthropique. Cela implique une production spécialisée
925 d'hameçons là où, auparavant, au plan régional, le schème des mêmes types de supports a orienté la
926 production vers un panel plus large de cet équipement (Bergsvik et David, 2015). L'aménagement des
927 hameçons a ainsi impliqué que toutes leurs parties puissent être considérées comme des attributs
928 fonctionnels – pointe, base, hampe – et qu'il soit également réalisé selon une fragmentation
929 conceptuelle, à différentes étapes de la chaîne opératoire, venant comme en écho à la segmentation
930 physique des supports nécessitée par une production d'hameçons en série. Avec le fait que les deux
931 extrémités se terminent en pointe, alors que cela ne semble théoriquement nécessaire que pour la
932 pointe, ceci renforce l'hypothèse d'une production en vis-à-vis. Sans pouvoir encore nous prononcer
933 sur les raisons de la confection en pointe de la hampe vis-à-vis de son système de fixation au bas de
934 ligne, il apparaît que la forme définitive des hameçons a bien été indépendante de celle du support
935 d'origine (type de matière première, dimensions de la matrice à l'état brut), bien qu'une certaine
936 proportionnalité dans leur silhouette ait été respectée pour les aménager.

937 5.2. Projection et matérialisation des pointes de foëne

938 L'utilisation des pointes en tant que dents de foëne est déduite d'un ensemble de facteurs discuté
939 ci-après, qui concerne principalement les caractéristiques des pointes et l'état d'abandon des pièces.

940 Bien qu'une importante quantité des cassures soit récente (cf. Section 2.3.2, *supra*), certains plans
941 brisés présentent une couleur similaire à l'ensemble de la surface de l'artéfact et montrent ainsi un
942 endommagement contemporain de l'enfouissement de l'outil. Le bout brisé présente alors un profil
943 transversal en zigzag résultant d'une cassure en flexion reçue par la pièce à l'état plus complet. Cette
944 cassure pourrait être issue d'un piétinement, mais surtout, du mode d'action sur la pointe en tant
945 qu'équipement de pêche ; ce qui contredit l'hypothèse d'une utilisation en tant que pointes de
946 projectile en ce que ces dernières reçoivent d'autres types de dommage lors des tirs (Pétilion et al.,
947 2016).

948 Premièrement, l'emmanchement des pointes est suggéré par une teinte différente de l'os entre la
949 partie distale et la partie proximale observée de manière récurrente sur la plupart des pièces
950 complètes bien conservées. Cela résulterait d'une altération différentielle des surfaces osseuses,
951 touchées différemment par les processus taphonomiques. Deuxièmement, la partie active présente
952 clairement des marques d'usure causées par des frottements intenses ou réguliers contre un matériau
953 plus dur que l'os et à grain épais. Les profondes stries occasionnées par cette usure d'abrasion
954 s'entrecroisent en transversal-oblique enveloppant ensemble toutes les surfaces de la partie
955 supérieure de la pointe (Fig. 3, pointillés et grossissement). À l'inverse, la moitié inférieure de la pointe
956 n'est pas touchée par ces stries, laissant alors visibles les stigmates bruts de fabrication et notamment
957 les plans caractéristiques d'une régularisation antérieure par facettage à la pierre grenue. La
958 délimitation même de la pointe où ces deux parties se démarquent en leur point de jonction est aussi
959 marquée sur les bords par le léger décrochement du fil en partie mésiale (Fig. 25). Ceci fait que la
960 pointe n'est constituée en réalité que de deux attributs équidistants : celui, supérieur, correspondant à
961 la partie active opposé, dans le même axe à celui inférieur, correspondant à la base emmanchée de la



Fig. 25. Corpus Bann. Altération différentielle des pointes de foënes illustrée avec un fond gris pour la partie brute de façonnage ayant probablement reçu l'emmanchement pérenne.

Corpus of the Bann collection. Differential tapering of the leister prongs illustrated with a grey background for the rough part that eventually received the perennial shaft.

962 pointe. En ce sens, l'extrémité basale reste toujours clairement différenciée de l'extrémité supérieure
963 impactée par l'usage, car elle devait être protégée lors de l'utilisation par l'emmanchement. Une fois
964 fixées, les pointes étaient utilisées dans un mouvement perpendiculaire, voire radial, à la manière de
965 râteaux. Cette hypothèse d'utilisation expliquerait comment l'extrémité active est devenue en grande
966 partie émoussée tout en se dotant d'une extrémité terminée en « bouton » qui suggère un frottement
967 avec un matériau meuble, de type sédimentaire (Fig. 3, cercle). Dans le cas d'une activité en lien avec
968 une ressource ligneuse en raclant (collecte d'algues au râteau, par exemple), on s'attendrait à une
969 extrémité « perlée » (McGregor et Currey, 1983).

970 La fonction « en raclant » des pointes à emmanchement pérenne est par ailleurs soulignée par l'état
971 d'abandon des éléments. La collection de *The Cutts* est représentée à 44 % par des pointes entières et on
972 retrouve aussi, aux dépens des parties mésiales (5 %), une quantité non négligeable représentée par
973 l'une ou l'autre des deux parties constitutives de la pointe (48 %), supérieure et inférieure – pour
974 respectivement 31 % et 17 % (Fig. 26). Cela va aussi à l'encontre de l'hypothèse d'une utilisation en tant
975 que pointes de projectile qui aurait livré une autre diversité dans les parties représentées. Les pièces
976 entières et les pointes cassées sont probablement issues de la perte et du dégât faits aux équipements
977 auxquels elles étaient attachées lors de l'utilisation, au cours de la phase d'enfouissement dans l'unité
978 sédimentaire en formation. Ceci expliquerait pourquoi autant de pointes complètes et héli-
979 complètes y ont été retrouvées localement par dragages ; la pointe emmanchée de manière lâche s'en
980 détachant complètement après s'être abrasée sur le sédiment en sa partie émergée ou cassant par son
981 milieu. La configuration topographique sur une butée surplombant l'encaissant limono-graveleux en
982 forme de retenue à la confluence de deux environnements distincts (estuaire à l'embouchure de la
983 rivière vers la mer du Nord et de la rivière Bann, tels que restitués par le contexte géo-sédimentaire),
984 soutient en effet que les pointes ressortent d'une localité unique en son genre qui fut probablement

A. Mazet et al. / L'anthropologie xxx (2024) xxx

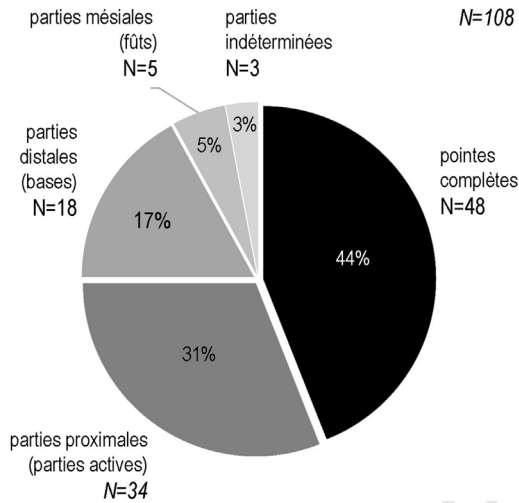


Fig. 26. Corpus Bann. Répartition selon la partie préservée des pointes de foënes.
Corpus of the Bann collection. Distribution according to the preserved part of the leister prongs.

favorable au piégeage des poissons dans le cours de la dynamique hydraulique saisonnière (capture du saumon et/ou de l'anguille ?), même si aucun reste d'ichtyofaune n'y fut retrouvé (Fig. 27).

L'équipement sur lequel la pointe était fixée a nécessairement influé sur la façon dont elle a été produite selon qu'il s'agissait d'un trident (impliquant plutôt des pointes longues et fines) ou alternativement d'un peigne (grandes pointes obtuses) ou encore d'un râteau (pointes de taille fine et moyenne), etc. Autrement dit, plus qu'avec la technique utilisée pour contrôler la partition de l'os par percussion indirecte avec effet de contrecoup, c'est probablement du fait de l'emmanchement (bi-pointe, trident, plusieurs dents plantées le long d'un axe transversal ou en éventail sur un axe central, etc.) que le concept exact guidant la fabrication de ces pointes osseuses serait apprécié, pour sa charge culturelle ou, au contraire, chronologique. S'il est possible de distinguer l'extrémité active de la pointe de sa base grâce aux stigmates techniques, il semble cependant hasardeux d'en déduire des modes d'emmanchement précis qui correspondraient à l'un ou l'autre de ces diverses possibilités de fixation pérenne, car les parties façonnées et les modèles d'usure ne seraient cependant pas si différents (Fig. 28).

La distinction entre la partie active et la base se retrouve également dans le volume des parties constitutives de l'outil à l'état usé. Celles-ci présentent en moitié supérieure un volume généralement plus épais *versus*, en partie inférieure, une constitution plus fine souvent incurvée ; ce qui suggère une orientation de la pointe guidée à l'origine par les caractéristiques anatomiques des matrices. En conséquence, les pointes auraient rarement été réversibles, ce dont atteste la rareté des exemplaires repris et précédemment désignés comme de possibles armatures. Ainsi, pour l'os long, l'extrémité active de la pointe serait orientée vers le centre de la diaphyse alors que la partie emmanchée inclurait préférentiellement la zone métaphysaire. Ce choix d'orientation trouve plusieurs explications fonctionnelles, qui peuvent être complémentaires. Favoriser l'épaisseur de la partie active permettait sans doute de renforcer l'extrémité la plus sollicitée lors de l'utilisation, pour prévenir la cassure des pointes au point médian à plus ou moins forte résistance selon le système de fixation utilisé lorsque les éléments ratissaient les sédiments. L'emploi de pointes présentant une partie active rectiligne est nécessaire dans le cas du modèle en râteau, puisqu'il est indispensable que toutes les dents soient alignées pour piéger la ressource au mieux. Le fait de conserver la partie métaphysaire montre, de plus, qu'une certaine longueur pouvait être recherchée tout en prévenant le détachement inopiné de l'élément retenu par son profil courbe, apparaissant alors comme en butée à son extrémité non active contre un emmanchement lâche (ligatures épaisses ?).

40

A. Mazet et al. / L'anthropologie xxx (2024) xxx

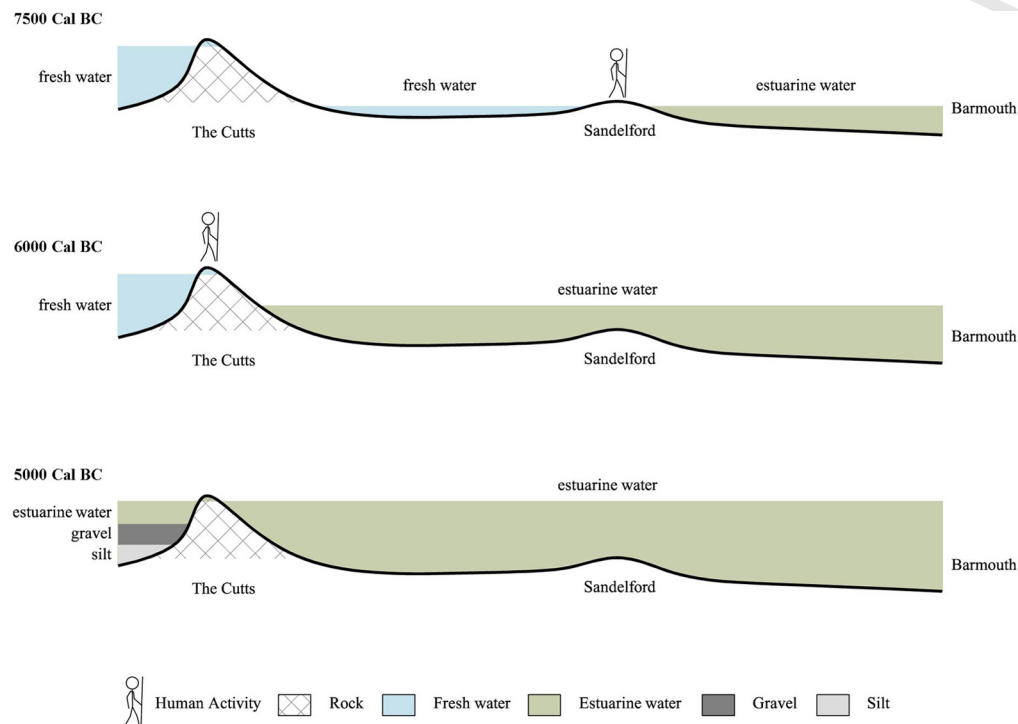


Fig. 27. Corpus Bann. Profil géo-sédimentaire du lieu des découvertes, *The Cutts*, riche en pointes de foënes. *Corpus of the Bann collection. Geo-sedimentary profile of the finds, The Cutts, rich in leister prongs.*

1016
 1017
 1018
 1019
 1020
 1021

Bien que toutes les parties actives soient confectionnées de la même façon et qu'il n'y ait pas de rapport entre degré d'aménagement de la partie active et longueur du support, on constate toutefois des correspondances entre les choix techniques effectués et les caractéristiques matricielles conditionnant le volume des outils qui a aussi pour conséquence remarquable une ressemblance troublante entre spécimens. En l'occurrence, la régularisation de la base varie selon qu'il s'agit d'un support à dos courbe, qui sera exclusivement conditionné en pseudo-pointe ou en spatule, ou d'un

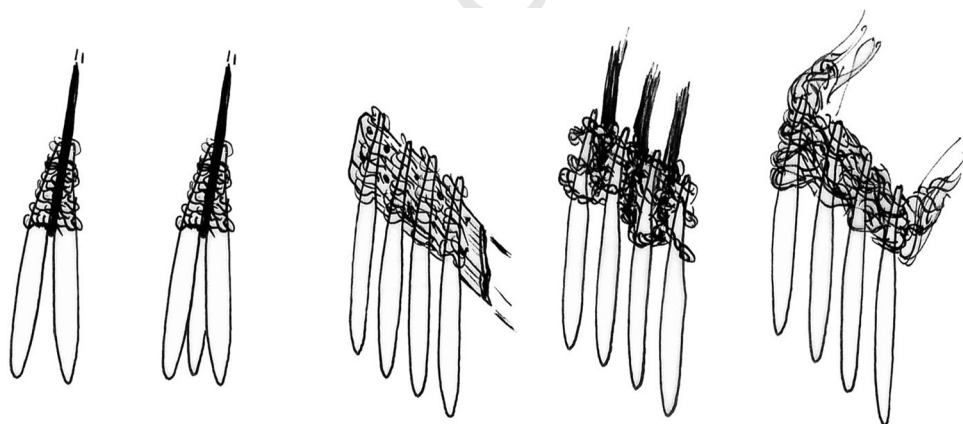


Fig. 28. Corpus Bann. Propositions d'emmanchement des pointes de foënes. *Corpus of the Bann collection. Suggestions for hafting the leister prongs.*

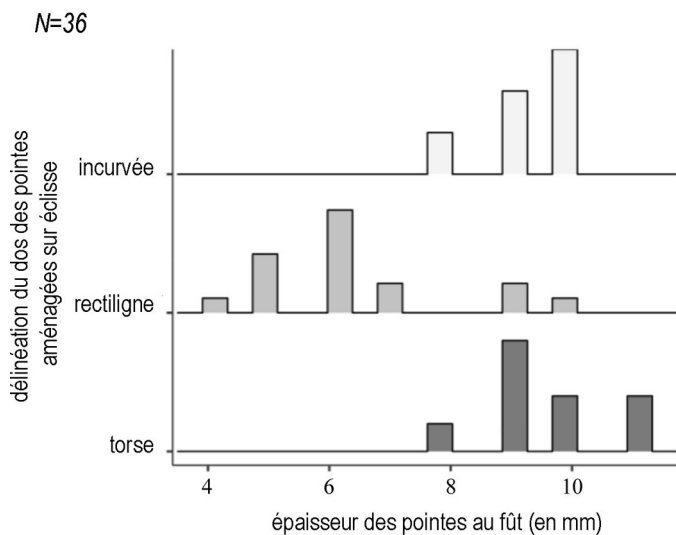


Fig. 29. Corpus Bann. Distribution de l'épaisseur maximale (en mm) des pointes sur éclisse suivant la délinéation de leur dos. *Corpus of the Bann collection. Distribution of maximum thickness (in mm) of points made of splints according to the delineation of their back side.*

support à dos rectiligne ou à dos torse, qui sera exclusivement à l'extrémité tronquée ou bi-tronquée. Il existe aussi une corrélation entre la délinéation du dos et l'épaisseur des pointes : les supports à dos rectiligne sont en majorité plus fins que ceux à dos courbe ou torse (Fig. 29). Enfin, la section des pièces, qui révèle le degré de régularisation des supports, varie aussi selon la délinéation des pièces : les pièces de section concave proviennent principalement des pointes sur supports en éclisse à dos torse, ce qui implique une conservation du volume initial de la matrice. À l'inverse, les quelques pièces de section plan-ovoïde intégralement régularisées sont issues de supports en éclisse à dos rectiligne, comme la majorité des pièces de section ovoïde, partiellement régularisées, même si, pour cette dernière catégorie, l'ensemble des types possibles de matrices semble être représenté (Fig. 30).

Quand bien même nous n'avons pas pu identifier précisément les matrices anatomiques, ces différentes observations couplant caractéristiques anatomiques et aménagements techniques, nous permettent de distinguer deux catégories de matrices osseuses impliquant des comportements techniques caractéristiques si, comme nous le pensons, l'emploi de matrices variées dans la production d'un même panel de pointes impliquait nécessairement une adaptation de la technique. Nous pouvons alors émettre l'hypothèse selon laquelle les pointes confectionnées sur supports en éclisse à dos torse, à base tronquée et à section ovoïde ou concave proviendraient du fémur ou de l'humérus de grands mammifères, et les pointes à dos rectilignes ou courbes, dont la base est pointue ou tronquée et qui présentent une section ovoïde ou plan-ovoïde, proviendraient de parties d'ossements rectilignes qui auraient été régularisés de manière plus importante, comme le métapodien, le radius ou le tibia de grands mammifères terrestres (à l'exclusion du sanglier dont les os longs sont trop courts pour les modules impliqués ici). Dans tous les cas de figure, le schéma d'utilisation atteste d'une réserve de la partie centrale de la diaphyse pour l'extrémité active, ainsi confectionnée où l'os cortical est le plus épais, quel que soit son aspect (partie agissante symétrique, asymétrique, déjetée). Dans cette production, le choix de la matrice dépendrait du type d'équipement fabriqué.

5.3. Synthèse intégrée et discussion

L'analyse technologique des hameçons et de leurs déchets de fabrication a permis de questionner la manière dont les matières premières étaient exploitées dans le cadre de cette production : (1) choix des matières premières ; (2) mode d'exploitation des matrices (parties du matériau exploitable dont la

Types d'analyse	Types de variable indépendante	Types de variable dépendante	Relation entre les variables	Types de tests
implication du type de matrice dans l'aménagement de la base	catégoriel	catégoriel	variables indépendantes	test de χ^2
	type d'aménagement	délinéation du dos		$\chi^2 = 7,6$, $df = 2$, $p = 0,022$
implication du type de matrice dans le degré de régularisation du support	catégoriel	catégoriel	variables indépendantes	test de χ^2
	section	délinéation du dos		$\chi^2 = 12$, $df = 4$, $p = 0,017$

Tables de contingence

L	section			Total
	ovoid	concave	facetted	
éclisse dos courbe	6	0	0	6
éclisse dos rect	17	1	2	20
éclisse dos torse	9	7	0	16
Total	32	8	2	42

Tests χ^2

	Valeur	ddl	p
χ^2	12.0	4	0.017
N	42		

Tables de contingence

L	H		Total
	aminicie	tronqué	
éclisse dos courbe	4	0	4
éclisse dos rect	4	12	16
éclisse dos torse	6	10	16
Total	14	22	36

Tests χ^2

	Valeur	ddl	p
χ^2	7.60	2	0.022
N	36		

Fig. 30. Corpus Bann. Tableaux récapitulatifs détaillant les résultats des tests statistiques obtenus des données sur les pointes de foënes.

Corpus of the Bann collection. Summary table detailing the results of statistical tests obtained from data on leister prongs.

forme naturelle se répercute sur celle du support et de l'outil fini) ; (3) mode de production des supports (matrices partiellement ou totalement régularisées à partir desquelles les hameçons sont produits, généralement sous forme de supports en baguette) ; (4) confection des hameçons. Ce découpage ne correspond pas tant à des étapes techniques de la chaîne opératoire qu'aux différents états de la matière osseuse au cours de cette transformation tout en reflétant les images mentales mobilisées dans le cadre de cette production, c'est-à-dire le schéma conceptuel. Un large panel de matériaux exploités est attesté (os de mammifères terrestre ou marin, bois de cervidé, coquillage) avec une prédominance des os longs et des os plats de grands mammifères terrestres. Cette diversité, qui induit nécessairement une pluralité de matrices, n'impacte pourtant pas la forme définitive des hameçons. En effet, les supports issus des matrices sont fortement réduits dans leur épaisseur et/ou implantés sur des os dont l'épaisseur corticale correspond aux dimensions recherchées.

La réduction par abrasion a considérablement modifié les matrices dont la forme initiale ne se prêtait pas intuitivement à cette production d'hameçons, ce qui a permis d'optimiser l'exploitation d'un grand nombre de matériaux-base en extrayant un maximum de supports de ces matrices. Ceci est suggéré par l'utilisation de parties courbes et/ou présentant des trabécules aux côtés de supports issus de parties corticales rectilignes et épaisses. Les caractéristiques morphologiques optimales pour les supports dans le cadre de cette production semblent être une largeur comprise entre 10 et 15 mm. La longueur serait une variable d'ajustement qui détermine le nombre de paires d'hameçons qu'il est possible de fabriquer sur un même support. Grâce à l'emploi de techniques de réduction par abrasion, les populations de la fin du Mésolithique vivant à l'ouest de la Norvège se sont affranchies des contraintes inhérentes aux matrices qu'ils ont exploitées pour produire des supports calibrés. L'observation d'altérations taphonomiques différentielles confirme qu'un laps de temps, suffisamment long pour que la surface osseuse soit altérée, est parfois intervenu entre la production des supports et le façonnage des hameçons.

1074 Enfin, le profil effilé des hameçons de type Skipshelleren résulte d'un aménagement du support
1075 avant que le découpage des hameçons ne soit réalisé, ce qui implique une anticipation de la
1076 localisation des hameçons sur le support et un aménagement spécifique de celui-ci. Les hameçons de
1077 type Viste provenant de sites plus anciens dans les mêmes localités étaient, à la différence, issus de
1078 supports plus réguliers qui permirent dans le même temps de produire un éventail plus large
1079 d'équipements (hameçon, cuiller, pointe à lamelles, couteau à écailler), (Bergsvik et David, 2015).
1080 Ainsi, nous pourrions distinguer les supports des hameçons, en ce qu'ils semblent suivre une
1081 trajectoire technique propre, parallèlement à celle de l'outil. En d'autres termes, il existerait un tempo
1082 particulier à l'évolution des formes qui permettrait à un moment donné de s'émanciper de la
1083 contrainte de la matière et/ou vice-versa. La production des hameçons de type Skipshelleren semble,
1084 de ce point de vue, être moins dépendante de la matrice initiale que du support déjà régularisé dont ils
1085 proviennent.

1086 Le traitement de la matière osseuse est bien différent dans l'exemple des pointes. Il apparaît que les
1087 différentes formes de ces artefacts découlent davantage de l'origine anatomique de la matrice utilisée
1088 que de la technologie appliquée. Même si le mode de percussion reste incertain dans le détail, la forme
1089 du support en baguette découle de cette manière spécifique de fracturer l'os en y associant l'effet du
1090 contrecoup. Ainsi le concept sous-jacent à cette production consiste en l'exploitation de multiples
1091 matrices osseuses formatées en supports plus ou moins allongés issus de techniques de fracturation
1092 contrôlée et ensuite d'une réduction par abrasion permettant à la fois la régularisation des plans de
1093 fracture et l'aménagement de la partie active. Ce concept unique et expédient convient à l'exploitation
1094 de matrices osseuses issues d'os longs comme d'os plats, provenant de grands et de très grands
1095 mammifères. Dans le contexte, la manière de fracturer les os dépendrait davantage des invariants
1096 anatomiques propres aux différents os exploités que d'une intention concrète de produire une forme
1097 spécifique. Cela peut être interprété comme un moyen de produire des pointes interchangeables, mais
1098 également une manière d'exploiter l'ensemble de la diaphyse osseuse, quelle que soit la manière dont
1099 celle-ci s'est fracturée (baguette, éclat ou éclisse). De ce fait, les pointes osseuses constituent des
1100 pièces composites d'équipements à chaque fois singuliers, qui, du point de vue d'un schème
1101 d'utilisation des matrices, renvoient à un même artisanat (hormis la pointe de type « k » obtenue à
1102 l'aide d'un outil métallique).

1103 C'est donc la connaissance des volumes initiaux des matériaux exploités, qui permet de restituer le
1104 degré et les modalités de modification des matrices et ainsi de reconnaître d'une part les caractères
1105 morphologiques recherchés et, d'autre part, les stratégies employées pour aménager les autres
1106 attributs nécessaires au bon fonctionnement de l'outil. Finalement, la notion de schème pour nous,
1107 spécialistes de l'industrie osseuse, peut se résumer à la notion de projection à la fois de la morphologie
1108 et des attributs fonctionnels d'un outil sur un volume donné : le support ou la matrice (utile avec ou
1109 sans téguments – cf. David, 2021). La diversité des manières dont les outils s'inscrivent sur les
1110 matrices, étudiée à la lumière des chaînes opératoires restituées, permet de considérer plus largement
1111 les stratégies de production. Dans le cas de la production des hameçons, la projection des attributs
1112 fonctionnels se fait sur le support (ShUS pour Schème d'Utilisation du Support) alors que les attributs
1113 fonctionnels des pointes sont projetés directement sur la matrice (ShUM pour Schème d'Utilisation de
1114 la Matrice) (Fig. 31). Dans le premier cas (ShUS), les matrices osseuses sont aménagées de supports
1115 représentant l'état intermédiaire permettant une certaine uniformisation des différents matériaux. La
1116 confection des supports semble s'inscrire dans une production différée dans le temps (et dans
1117 l'espace ?). Dans le second cas (ShUM), l'exploitation des matrices renvoie à une production
1118 expédiente des matières osseuses de sorte que les attributs fonctionnels entrent en résonance avec les
1119 caractéristiques anatomiques de la matrice d'origine. L'un n'exclut pas nécessairement l'autre dans les
1120 manières dont cela va s'exprimer sur la matrice. Certains hameçons vont effectivement s'intégrer
1121 parfaitement à la conformation de la matrice quand d'autres sont issus d'un support très régularisé (et
1122 théoriquement, à partir d'une même matrice). C'est bien la différence entre schème et schéma : alors
1123 que plusieurs schémas peuvent être documentés, les schèmes envisagent la production de manière
1124 structurelle. Autrement dit, la conception d'un outil par l'intermédiaire d'un support anthropisé fait
1125 partie du champ des possibles techniques des pêcheurs mésolithiques norvégiens. Cela étant, cette
1126 étape n'est pas systématiquement nécessaire suivant la matrice et une certaine latitude dont dispose
1127 les artisans dans l'exécution de ces outils.

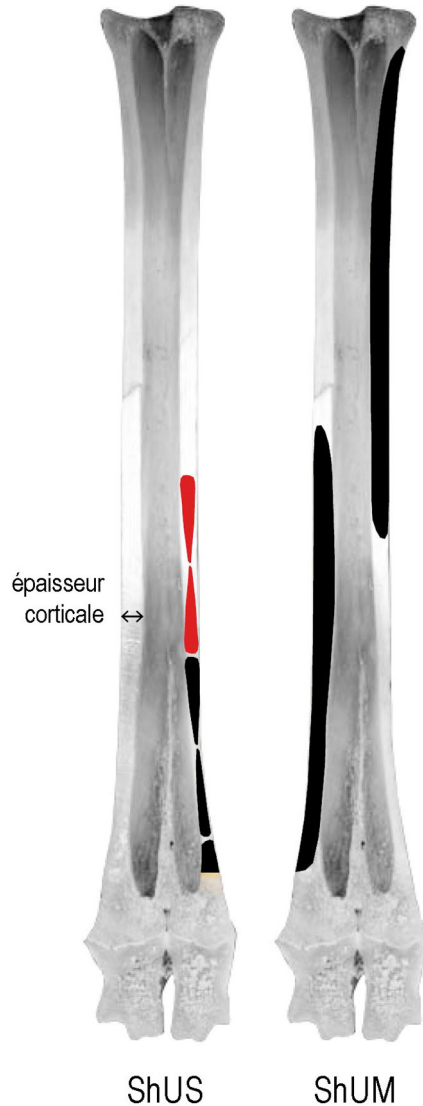


Fig. 31. Modèle théorique schématisé sur un métatarsien de cerf du schème d'utilisation du matériau-base (tissu cortical de l'os tubulaire du grand mammifère) dans la production des hameçons (**gauche**) et des pointes de foëne (**droite**). **En noir** : schème d'utilisation du support (ShUS); **en rouge** : schème d'utilisation de la matrice (ShUM).

Theoretical model based on the Red Deer metatarsal of the scheme of use of the base material (cortical tissue of the tubular bone of the large mammal) in the production of fishhooks (left) and leister prongs (right). In black: Scheme of use of the bone-blank (ShUS); in red: Scheme of use of the bone-matrix (ShUM).

1128 Ces deux types de conception des outils renvoient à des pratiques de pêche distinctes dans leur
1129 implication sur l'organisation de la subsistance. En effet, la pêche à l'hameçon s'intègre dans une
1130 mobilité saisonnière entre littoral côtier et rive de fjords (Bergsvik, 2001) où la pêche était pratiquée
1131 pour répondre à des besoins alimentaires quotidiens (Bergsvik et Ritchie, 2020) de manière soutenue
1132 (production d'hameçons en série et palangre) et optimisée (calibration des hameçons pour une
1133 normalisation des gabarits des spécimens capturés – cf. Mazet, 2020, 2024). À l'inverse, l'utilisation

des pointes de foënes s'ancre dans l'exploitation d'un milieu unique et n'est destinée qu'à la capture d'une ou deux espèces migratrices, vraisemblablement l'anguille et/ou le saumon. D'autres techniques de piégeage étaient manifestement employées en parallèle (cf. Fredengren, 2002), puisque des nasses à poissons et des barrages dispersés en amont du Bann, mais datant aussi du Mésolithique ont été retrouvés dans la région, dans l'estuaire de la Liffey à Dublin (McQuade et O'Donnell, 2009).

Les deux cas pris pour exemple ont permis de formaliser notre appréhension de ce que pouvait être un schème dans l'industrie osseuse en infléchissant notre réflexion à concevoir la diversité des stratégies productionnelles et fonctionnelles qui, pour le Mésolithique, sont loin d'être restreintes aux deux possibilités présentées dans cet article. La sélection de nos deux corpus d'étude réside dans leurs similitudes matricielles et technologiques, ce qui nous a permis de vérifier l'application des notions conceptuelles sur des industries proposant à la fois des outils différents et des contraintes techniques comparables. Bien que la matrice osseuse et la tradition technique conditionnent l'expression de la technique, ces dernières ne sont finalement pas déterminantes des choix techniques opérés qui, eux, résultent d'objectifs techniques auxquels la production répond. En effet, identifier des façons de faire identiques n'implique aucunement que les intentions techniques l'aient été également. De plus, même lorsque deux productions sont comparables, les schèmes d'utilisation respectifs ne le sont pas nécessairement. En cela, l'étude des schèmes nous contraint à prendre en compte la nature des récurrences morphologiques et techniques pour ainsi ne pas réduire l'utilisation des concepts de chaîne opératoire et de schéma conceptuel à une typologie des techniques ou des technicités (Tixier, 1996). C'est aussi peut-être une vision dans les trois dimensions des outils qui illustrerait le mieux les schèmes d'utilisation de la matière première, même par la représentation graphique en deux dimensions (Dauvois, 1976).

Après avoir décliné, à partir de deux études de cas, différentes échelles d'analyse, c.-à-d. chaîne opératoire, schéma conceptuel et schème, il convient de synthétiser les apports de ces différents concepts, d'autant qu'ils sont complémentaires et s'entrecroisent (Tableaux 3 et 4). L'analyse des récurrences morphométriques, des techniques employées et de leurs correspondances avec les caractéristiques matricielles a permis de concevoir les caractères structurels recherchés dans la conception des hameçons et des pointes, qu'ils relèvent de la sélection de certaines matrices ou bien des modalités d'aménagement des attributs fonctionnels des outils. Dans le cas où le schéma de production serait le même, quelles que soient les matrices utilisées, et même lorsque l'on croise deux schémas comparables, c'est la prise en compte des modalités d'aménagement de ces matrices osseuses qui permet de mettre en évidence l'intention technique régissant la production. La matrice n'apparaît donc pas comme un caractère contraignant la production dans la mesure où une diversité de matrices a pu être employée et transformée par l'emploi des techniques de réduction par abrasion. Cela étant, pour l'analyste, identifier la conception matricielle de la production, c'est-à-dire restituer le schème d'utilisation de la matière osseuse, devient une étape constitutive de l'étude des industries sur matières dures d'origine animale. Comment les artisans préhistoriques ont-ils tiré parti des caractéristiques morphologiques inhérentes à l'anatomie de l'os ?

L'attention se porte donc, ici, uniquement sur les spécificités théoriques de l'os long de grand mammifère, car celui-ci constitue les matrices les plus représentées dans nos corpus. Nous avons défini les particularités anatomiques propres à ce type d'os (matrice allongée, épaisseur, courbure, présence de trabécules, cavité médullaire...) avant d'en définir leur caractère affordant dans le cadre des deux productions étudiées, c'est-à-dire que nous avons tenté d'identifier la manière dont ces caractéristiques anatomiques sont investies dans la production des outils.

La matrice longue des os des membres a été exploitée dans ces deux industries et avait vocation à produire des supports allongés. Dans le cas des hameçons, les supports servent au positionnement en face à face des hameçons alors que dans le second cas, ceux-ci sont appariés après avoir été individuellement appointés et régularisés. La courbure en profil des os longs, généralement localisée au niveau de la métaphyse, a été réservée pour les parties emmanchées des pointes, sans qu'il soit possible de définir le caractère affordant de cette propriété. A-t-elle contribué au système de fixation de la pointe comme nous l'avons intuitivement suggéré ? Ou bien s'agit-il simplement d'une condition *sine qua non* à l'extraction des plus longues portions possibles de l'os en termes de supports ? Dans le cadre de la production d'hameçons, une légère courbure est tolérée, certains hameçons sont même tors. L'épaisseur corticale, dans nos deux exemples, présente un caractère affordant dans le sens où

Tableau 3

Skipshelleren (KH6 et KH7). Résultats intégrés de l'analyse technologique du corpus.

Skipshelleren (KH6 and KH7). Integrated results of the technological analysis of the corpus.

Chaîne opératoire (étapes)	Schéma de production (états)	Schéma (états)
Acquisition des matrices : extraction sur carcasse fraîche, amassé et/ou collecté	Matrice : – correspondant à l'élément anatomique – sous forme de fragment	Utilisation des diaphyses d'os longs et d'os plats de grands mammifères (terrestres, marins), coquillages, bois de cervidés
Fracturation contrôlée de la matrice (percussion indirecte ?)	Supports irréguliers (généralement allongés)	La longueur du support prédétermine le nombre d'hameçons et la largeur du support définit celle des hameçons
Abrasion du support	Supports régularisés (généralement allongés)	Les irrégularités anatomiques sont réduites, l'épaisseur du support est calibrée (environ 2 mm) et les attributs fonctionnels sont prédéfinis, les extrémités étant disposées dans l'épaisseur corticale la plus fine
<i>Éventuelle mise en réserve des supports/déplacement</i>	<i>Supports secs (altération des surfaces osseuse)</i>	<i>Production différée dans le temps</i>
Percement des supports : – perforation multiple du support à la drille dans l'épaisseur corticale la plus importante – ouverture des zones intermédiaires par rainurage et raclage	Ébauche : – deux hameçons en vis-à-vis (théorique) – hameçon rattaché au support par la base (constaté archéologiquement)	La perforation arrête le geste du rainurage et préserve la base ; l'emplacement de la perforation favorise la résistance de la base ; l'espace entre les deux hameçons est défini
Segmentation : – par sciage et cassure en flexion de la base – par cassure en flexion des extrémités	Préforme : hameçon + déchet de façonnage caractéristique (constaté archéologiquement)	L'aspect définitif de l'hameçon, et en particulier le ratio de la longueur hampe/pointe est défini autour de 1
Abrasion transversale ou transversale-oblique des bords	Hameçon fini	L'abrasion transversale permet une réduction efficace, induit un micro-facettage et conduit : – à une configuration ergonomique de la base – configuration fonctionnelle (perforante) des pointes – aménagement des crans
Sciage des crans		
Ligature au bas de ligne (aspect de surface différentiel de la hampe)	Hameçon fixé au bas de ligne et à un équipement ; vraisemblablement associé à une esche	Hypothèse de l'implication combinée des crans et de l'ergot dans la ligature pour une installation en palangre
Utilisation (stigmates de manducation)	Hameçon fracturé	Retour sur site de l'hameçon cassé encore attaché à son équipement/proie ? Aucun réemploi
Abandon <i>in situ</i>		

celle-ci induit une orientation préférentielle de l'outil sur la matrice puisqu'elle contribue à la configuration des attributs fonctionnels. En effet, la partie la plus fine de l'os long voit s'inscrire les extrémités des hameçons et le bas des pointes. Cela étant, cette configuration initiale de l'os n'est pas nécessairement contraignante. C'est notamment le cas des hameçons pour lesquels l'épaisseur a, dans de nombreux cas, été déterminée durant la confection des supports en réduisant l'épaisseur par abrasion en vis-à-vis. En cela, les techniques d'usures appliquées aux surfaces osseuses, telles que l'abrasion, permettent une modification contrôlée des volumes suivant des objectifs techniques appréhendés par l'opérateur.

Certaines propriétés physiques des os longs ont vraisemblablement été mises à profit durant la production, comme l'utilisation des sillons anatomiques pour contrôler la fracturation ou la conservation des épiphyses pour le maintien de l'os pendant l'élaboration du travail de fendage. D'autres invariants, comme la présence de convexités sur la surface externe de l'os ou la présence d'une cavité médullaire ou trabéculaire sur la face interne, ont induit le même type de réponse technique dans ces deux industries. Les irrégularités de la surface externe ont été abrasées et régularisées, ne laissant intactes que les surfaces les plus uniformes ; les pointes ont été pareillement

Tableau 4

Corpus Bann. Résultats intégrés de l'analyse technologique du corpus.
 Corpus of the Bann Collection. Integrated results of the technological analysis of the corpus.

Chaîne opératoire (étapes)	Schéma de production (états)	Schémes (états)
Extraction des matrices sur carcasse fraîche	Os frais ; matrice correspondant à un élément anatomique (os long ou plat)	Utilisation des diaphyses étendues à la zone métaphysaire des os longs et des os plats de grands mammifères
Abrasion de la matrice	Os régularisé	Le contrôle du volume de la matrice prévaut sur celui de la longueur du support et implique l'utilisation d'une diversité de supports (éclat, éclisse ou baguette)
Fracturation contrôlée de la matrice par percussion indirecte et contrecoup	Supports allongés	La fracturation de la matrice conditionne la longueur et la silhouette de la pointe et le type de support prédétermine le volume de la pointe
Régularisation par abrasion des supports	Pointe finie	La partie active de la pointe est placée dans l'épaisseur corticale la plus importante
Utilisation (stigmates d'une abrasion d'usure)	Pointes fixées sur l'emmanchement (ligaturées)	Montage de la pointe en série au niveau de leur base (zone épiphysaire de la matrice)
Abandon <i>in situ</i>	Pointe usée, cassée, perdue	Possibilité de recyclage par réaffûtage des éléments fracturés ; perte de tout ou partie de l'équipement lors de l'utilisation à l'état complet

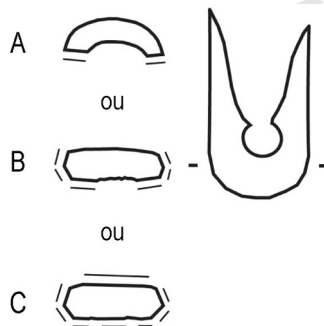


Fig. 32. Skipshelleren. Différents degrés de modification par abrasion de la matrice osseuse en section dont les bords naturels (A) sont peu (B) ou quasiment plus du tout identifiables (C).

Skipshelleren. Different degrees of modification by abrasion of the bone matrix in cross-section where the natural edges (A) are barely (B) or are almost completely unidentifiable (C).

1203 régularisées, qu'elles aient été empreintes de trabécules ou du canal médullaire. L'abrasion a permis
 1204 de se départir de ces reliefs naturels pour inscrire le support dans un volume donné. Ainsi, les
 1205 contraintes dont on s'est servi et qui sont propres à la structure anatomique de l'os ont été à la fois
 1206 conservées et contournées, ce qui reste visible sur les outils en questionnant le volume initial de la
 1207 matrice comparativement au volume recherché. La différence dans le degré de modification de la
 1208 matrice correspond donc, dans nos deux cas, à la recherche d'un volume comparable entre les outils à
 1209 finalité identique – capturer la proie par hameçonnage *versus* par ratissage – à partir de divers
 1210 modules ou matériaux (Fig. 32).

1211 6. Conclusion

1212 L'emploi du concept de schème nous a permis de concevoir l'interrelation entre la production et
 1213 l'utilisation d'un outil, qui s'alimentent mutuellement, là où la notion d'économie de débitage ne
 1214 s'intéresse qu'aux aspects productionnels. En effet, la distinction entre schèmes fonctionnels et

schèmes productionnels n'apparaît pas signifiante pour étudier le matériel préhistorique puisqu'à partir de notre étude, nous constatons que ces conceptions sont en fait intégrées dès la projection de l'outil en os sur la matrice, l'outil ayant lui-même été produit pour répondre à un objectif technique spécifique.

Pour que les inférences causales produites à l'échelle du schème – c'est-à-dire les principes productionnels et fonctionnels qui régissent la production d'un outil – soient révélatrices d'une réalité plausible, elles doivent nécessairement être issues de l'analyse des témoins matériels ayant enregistré l'action technique. Proposer de distinguer différents niveaux d'analyses au sein d'une même étude peut être considéré comme une méthode permettant de questionner les structures régissant l'Étant technique par la Technique. Ce découpage est donc un outil méthodologique permettant, en préhistoire, de questionner les structures mentales des artisans en tentant de se prémunir des inférences qui pourraient être subjectivement faites par l'analyste. À travers l'étude d'une matérialité datée du Mésolithique, nous avons souhaité démontrer que l'étude d'un même type d'outils peut répondre à des questions distinctes qui ne sont pas tant relatives à l'artéfact en lui-même qu'aux questions qu'on lui adresse et aux méthodes employées pour y répondre (Tableau 5).

Aux différents niveaux d'analyse impliqués dans l'étude des pratiques humaines, nous pouvons associer, par l'étude des vestiges matériels, témoins des pratiques du passé, l'étude des schèmes, des schémas et des chaînes opératoires. On retrouve derrière la notion de « schème de perception » ou de « norme » (Bourdieu, 1972) le concept de schéma, tel que nous le définissons en préhistoire. Le terme polysémique de « règles » peut renvoyer pour Emile Durkheim (2013) (1895) au concept de schème entendu comme « [principe] immanent à la pratique, qu'il faut dire implicite plutôt qu'inconscient, pour signifier tout simplement qu'il se trouve à l'état pratique dans la pratique des agents et non dans leur conscience » (Bourdieu, 1972, p. 171). Bien que différentes terminologies recourent ces trois dimensions selon les disciplines et/ou les auteurs, la déclinaison de ces trois échelles d'analyse permet de rendre compte des activités humaines comme étant régies par des principes moteurs distinctifs mais complémentaires, et intéressants plusieurs champs disciplinaires des sciences humaines (Bourdieu, 1972 ; Rabardel, 1995 ; Forestier, 2020 ; Merleau-Ponty, 1945) (Tableau 6). Bien qu'artificielle, puisque les éléments de ce triptyque sont en réalité intriqués, cette partition nous force à systématiquement interroger les causes explicatives profondes qui régissent la manière dont s'exprime la Technique.

À partir de la restitution détaillée des pratiques techniques fondée sur l'analyse diacritique des artéfacts que nous n'avons pas pu illustrer dans cet article, il est donc possible de questionner les intentions techniques des artisans. Grâce à la prise en compte de l'ensemble des facteurs contraignant la production, d'une part, et l'étude des récurrences volumétriques et techniques, d'autre part, nous parvenons à faire ressortir les caractéristiques recherchées par les artisans et à nous prononcer sur ce qui participe de la structuration de l'outil. Appliquée à l'industrie osseuse, l'étude des récurrences et des contraintes implique de prendre en considération les matrices qu'il convient de caractériser. Les

Tableau 5

Tableau récapitulatif des différentes façons de conduire l'analyse de l'artéfact en technologie préhistorique selon l'objectif d'étude.

Summary table of the different ways of analysing artifacts in prehistoric technology depending on the objective of study.

	Chaîne opératoire	Schéma de production	Schème
Sujet d'étude	Modalités effectives	Modalités recherchées	Modalités impliquées
Objet d'étude	Stigmates techniques	Outils et déchets de production (ébauches, déchet de débitage ou de façonnage)	Écart entre matrice osseuse et outil fini
Outils d'analyse	Remontages (exclus pour l'industrie osseuse)	Raccords, rapprochements	Attributs technico-fonctionnels
Objectifs de restitution	Enchaînements techniques	Normes techniques	Récurrences (induities ou recherchées)
Dimension de l'analyse	Technicité : résultat du projet	Matérialité : matérialisation du projet	Logiques techniques
Dimensions restituées	Étapes de fabrication	États de la matière	Projectivité : concrétisation du projet
Problématique	Comment a-t-on fabriqué ?	Comment s'organise la production ?	Étants (structuration) de l'outil
			Pour quelles raisons l'outil est-il produit ainsi ?

Pour citer cet article : Mazet, A., et al., Schème, schéma et chaîne opératoire : des concepts à croiser en préhistoire – application à l'instrumentation des pêcheurs mésolithiques d'Europe du Nord. L'anthropologie (2024), <https://doi.org/10.1016/j.anthro.2024.103297>

Tableau 6

Correspondances entre les différents niveaux d'analyses impliqués dans la restitution de l'activité humaine en sciences humaines (d'après les références mentionnées dans le texte).
Correspondences between the different levels of analysis involved in the restitution of human activity in the human sciences (from references mentioned in the text).

Archéologie préhistorique	Sociologie culturelle	Psychologie expérimentale	Anthropologie des techniques	Philosophie des techniques
Chaîne opératoire – étapes de fabrication d'un outil	<i>Modus operandi</i>	Méthode	Pratique technique	Perception
Schéma – états de transformation de la matière	<i>Habitus</i>	Modèle	Système technique	Aperception
Schémas – états de la Technique (ce papier)	<i>Opus operatum</i>	Principe	Trajectoire technique	Projection

1252 invariants anatomiques que ces matrices offrent sont des atouts considérables pour réfléchir aux
1253 intentions techniques des artisans du passé lorsqu'il est possible de rendre compte des volumes
1254 initiaux à partir desquels leurs outils furent conçus. L'emploi de techniques d'usure favorise d'autant
1255 plus cette analyse puisque l'effet de l'action technique, par abrasion de la matière, est contrôlé.

1256 La connaissance de la fonction (ou du principe fonctionnel) de l'outil a en fait peu de choses à voir
1257 avec la compréhension de ses caractéristiques fonctionnelles et de son fonctionnement. En effet, par
1258 l'intermédiaire de l'emploi du concept de schème, nous pouvons démontrer l'interrelation entre
1259 aspects productionnels et fonctionnels (Lepot, 1993). La conception de l'outil, ou genèse chez Pierre
1260 Rabardel (1995), reprise par Eric Boëda (2021), est cyclique : l'outil se définissant pour l'usage
1261 (production) et se redéfinissant par l'usage (fonction). En ce sens, ces aspects sont absolument
1262 indissociables et constituent ensemble les structures mentales régissant les réalisations techniques.

1263 L'apport de la notion de schème d'utilisation de la matière osseuse repose sur son ambivalence
1264 entre dimensions matérielle et dimension conceptuelle. Ainsi, l'emploi de cette notion théorique
1265 permet d'accéder à un aspect immatériel de la technique incarné par les outils préhistoriques dans ce
1266 qui constitue leur matérialité, seul élément qui nous parvient physiquement. Les inférences que
1267 l'étude des schèmes permet d'établir sur les structures mentales des artisans du passé se fondent donc
1268 sur l'analyse détaillée des conditions matérielles d'existence (l'État) des artefacts archéologiques.
1269 Pour l'industrie osseuse, il peut tout autant s'agir de l'utilisation de diverses matrices anatomiques aux
1270 aspects de surfaces protéiformes que d'actions techniques à l'origine des divers gabarits des artefacts.
1271 La prise en compte de la matérialité tout autant que des modalités de matérialisation des outils
1272 apparaissent *in fine* comme des prérequis indispensables à la restitution des schèmes. Il est possible
1273 d'en rendre compte à partir d'une analyse technologique au sens large, c'est-à-dire, dans laquelle on
1274 accorde un intérêt particulier aux matériaux employés dans leurs liens à des logiques de
1275 transformation univoque de la matière grâce à la Technique, sans pour autant avancer les conditions
1276 particulières propres à cet universalisme pour la Préhistoire.

1277 Remerciements

1278 Les auteurs souhaitent remercier Tor Arne Waaras pour son accueil et la mise à disposition des
1279 collections archéologiques au Musée de l'Université de Bergen (Norvège) et Knut Andreas Bergsvik
1280 pour avoir fourni l'ensemble de la documentation associée au site de Skipshelleren ainsi qu'un certain
1281 nombre de conseils avisés pour l'analyse de ces collections. Nos remerciements s'adressent également
1282 à Olaug Flatnes Bratbak et Hanneke Meijer pour leur accueil au département d'Histoire naturelle du
1283 Musée de l'Université de Bergen et à Anne Karin Hufthammer pour l'autorisation d'accéder à
1284 l'ensemble des collections ostéologiques de référence.

1285 Les auteurs souhaitent également remercier Greer Ramsey, du Muséum national d'Irlande du Nord
1286 pour son professionnalisme et son soutien lors de l'analyse des collections Whelan et May, ainsi que
1287 Hugh Kavanagh pour son aide dans la préparation de l'illustration du contexte des découvertes
1288 d'Irlande, et Kieran Westley pour le temps qu'il a consacré à la discussion sur la topographie et les
1289 régimes estuariens probables dans l'estuaire inférieur de la rivière Bann. Nous souhaitons également

1290 remercier les directeurs et les conseils d'administration du *National Museum of Northern Ireland* et du
1291 *National Museum of Ireland*. Le projet sur ces séries a été subventionné par le musée d'Ulster.

1292 Nos remerciements s'adressent également à Brian Chauvel de la Plateforme universitaire de
1293 données de Nanterre/MSH Mondes pour ses conseils en matière de statistiques et à Claire Houmard et
1294 Pauline Fernandes pour leur relecture du manuscrit.

1295 Sources des illustrations

1296 Fig. 1 à 3, 10, 14, 17, 19, 20, 29–32 et Tableaux 3–6 : Albane Mazet et Éva David.

1297 Fig. 4 à 8, 12, 13, 15, 16, 21–24, Tableaux 1 et 2 et Annexe 1 : Albane Mazet.

1298 Figs. 10, 18, 25 et 26, 28 : Éva David.

1299 Fig. 9, Annexe 2 : Peter Woodman et Éva David.

1300 Fig. 27, Annexe 3 : Peter Woodman.

1301 Annexes 1–3. Matériel complémentaire

1302 Le matériel complémentaire (Annexes 1–3) accompagnant la version en ligne de cet article est
1303 disponible sur <http://www.sciencedirect.com> et <https://doi.org/10.1016/j.anthro.2024.103297>.

1304 Références

- 1305 Audouze, F., Karlin, C., 2017. La chaîne opératoire a 70 ans : qu'en ont fait les préhistoriens français ? In: Gómez Coutouly, Y.A.
1306 (Ed.), *La notion de « chaîne opératoire » dans le monde : 50 ans d'études technologiques en Préhistoire*. Edinburgh, Journal of
1307 Lithic Studies 4 (2), 5–73.
- 1308 Averbouh, A., 2000. Technologie de la matière osseuse travaillée et implications paléolithiques. L'exemple des chaînes
1309 d'exploitation du bois de cervidé chez les magdaléniens des Pyrénées. (Thèse de Doctorat). Université de Panthéon-
1310 Sorbonne-Paris 1 (vol. 1 et vol. 2).
- 1311 Balfet, H. (Ed.), 1991. Observer l'action technique. Des chaînes opératoires, pour quoi faire ? Éditions du CNRS, Paris.
- 1312 Barone, R., 1986. Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 1 : Ostéologie. Vigot, Paris.
- 1313 Bar-Yosef, O., Van Peer, P., 2009. The chaîne opératoire approach in Middle Paleolithic Archaeology. *Current Anthropology* 50
1314 (1), 103–131.
- 1315 Beaune, S.A. de, 2011. Le processus de l'invention : approche cognitive. In: Treuil, R. (Ed.), *L'Archéologie cognitive*. Éditions de la
1316 MSH, Paris, pp. 75–90.
- 1317 Bergsvik, K.A., 2001. Sedentary and mobile hunter-fishers in stone age Western Norway. *Arctic Anthropology* 38 (1), 2–26.
- 1318 Bergsvik, K.A., David, É., 2015. Crafting bone tools in Mesolithic Norway: a regional eastern-related know-how. *European*
1319 *Journal of Archaeology* 18 (2), 190–221.
- 1320 Bergsvik, K.A., Ritchie, K., 2020. Mesolithic fishing landscapes in Western Norway. In: Schülke, A. (Ed.), *Coastal Landscapes of the*
1321 *Mesolithic. Human Engagement with the Coast from the Atlantic to the Baltic Sea*. Routledge Taylor & Francis Group, London
1322 & New York, (doi:10.4324/9780203730942-13), pp. 229–263.
- 1323 Bjerck, H.B., 2008. Norwegian Mesolithic trends: a review. In: Bailey, G.N., Spiking, P. (Eds.), *Mesolithic Europe*. Cambridge
1324 University Press, Cambridge, pp. 60–106.
- 1325 Bocherens, H., Fizet, M., Mariotti, A., 1994. Diet, physiology and ecology of fossil mammals as inferred from stable carbon and
1326 nitrogen isotope biochemistry: implications for Pleistocene bears. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 107,
1327 213–225.
- 1328 Boëda, E., 1994. Le concept Levallois : variabilité des méthodes. CNRS Éditions (Monographie du CRA, 9), Paris.
- 1329 Boëda, E., 2013. Techno-logique & technologie. Une Paléo-histoire des objets lithiques tranchants. Collection Préhistoire au
1330 présent, Éditions @rchéo-éditions.com, Prignonieux.
- 1331 Boëda, E., 2021. Le phénomène technique en préhistoire. Une réflexion épistémologique à partir et autour du Levallois. Éditions
1332 L'Harmattan (Anthropologie des techniques, Cahier 4), Paris.
- 1333 Boëda, E., Geneste, J.-M., Meignen, L., 1990. Identification de chaînes opératoires lithiques du Paléolithique ancien et moyen.
1334 *PALEO, Revue d'Archéologie préhistorique* 2, 43–80.
- 1335 Bourdieu, P., 1972. Esquisse d'une théorie de la pratique. Précédé de « Trois études d'ethnologie kabyle » Librairie Droz (Travaux
1336 de Sciences sociales), Paris.
- 1337 Bourguignon, L., Turq, A., Faivre, J.-P., 2004. Ramification des chaînes opératoires : une spécificité du Moustérien ? *PALEO, Revue*
1338 *d'Archéologie préhistorique* 16, 37–48.
- 1339 Bøe, J., 1934. Boplassen i Skipshelleren på Straume i Nordhordland. A/S John Griegs Boktrykkeri, Bergen.
- 1340 Bøe, J., 1935. Armatures en os préhistoriques et leurs parallèles ethnographiques. *L'Anthropologie* 45, 591–600.
- 1341 Christensen, M., 1996. Le travail et l'usage de l'ivoire au Paléolithique supérieur, tracéologie des outils en silex et caracté-
1342 ristiques chimiques des polis d'utilisation (Thèse de Doctorat). Université Panthéon-Sorbonne-Paris 1.
- 1343 Collins, M., Buckley, M., Grundy, H.H., Thomas-Oates, J., Wilson, J., Van Doorn, N., 2010. ZooMS: the collagen barcode and
1344 fingerprints. *Spectroscopy Europe* 22 (6), 11–13.
- 1345 Cuijpers, A.G.F.M., 2006. Histological identification of bone fragments in Archaeology: telling humans apart from horses and
1346 cattle. *International Journal of Osteoarchaeology* 16 (6), 465–480.
- 1347 Dauvois, M., 1976. Précis de dessin dynamique et structural des industries lithiques préhistoriques. Éditions Pierre Fanlac,
1348 Périgueux.

- 1349 David, É., 1999. L'industrie en matières dures animales du Mésolithique ancien et moyen en Europe du Nord. Contribution de
1350 l'analyse technologique à la définition du Maglémiosien. (Thèse de Doctorat). Université Paris X-Nanterre.
- 1351 David, É., 2004. Transformation des matières dures d'origine animale dans le Mésolithique de l'Europe du Nord. In: Ramseyer, D.
1352 (Ed.), *Industrie de l'os préhistorique. Matières et techniques*. Éditions de la Société Préhistorique Française, Paris, (Fiche
1353 n° 9 de la Commission de Nomenclature de l'Industrie Osseuse, Cahier XI), pp. 113–149.
- 1354 David, É., 2014. How using technology to set past human technical behaviour towards osseous material? With a special
1355 emphasis on the Mesolithic bone industry from Norway (7900–6200 BP). In: Ma, X., Hou, Y. (Eds.), "Zooarchaeology" vol.
1356 2. Proceedings of the 9th Meeting of the ICAZ Worked Bone Research Group, Zhengzhou, China 14–19/04/2013. Cultural
1357 Relics Press, The Henan Provincial Institute of Cultural Relics and Archaeology Publisher, Beijing, pp. 1–13.
- 1358 David, É., 2017a. Were prehistoric communities really free to choose how they wanted to realize things? The importance of
1359 debitage techniques for indicating the cultural origin of technical change. In: Sørensen, M., Pedersen, K.B. (Eds.), *Problems in
1360 Palaeolithic and Mesolithic research*. Copenhagen, University of Copenhagen Academic books Copenhagen 2016 Museum
1361 Southeast Denmark. *Arkæologiske studier* 12, 163–187.
- 1362 David, É., 2017b. No Maglémiosian bone tools in Mesolithic Norway so far! In: Märgärit, M., Boroneanț, A. (Eds.), *From Hunters-
1363 Gatherers to Farmers. Human Adaptations at the End of the Pleistocene and the First Part of the Holocene*. Papers in Honour
1364 of Clive Bonsall. Editura Cetatea de Scaun, Târgoviște, pp. 229–244.
- 1365 David, É., 2021. Mesolithic engraved bone pins: the art of fashion at Tévéc (Morbihan, France). In: Borić, D., Antonović, D.,
1366 Mihailović, B. (Eds.), *Foraging assemblages*. Papers presented at the Ninth International Conference on the Mesolithic in
1367 Europe, Belgrade 2015. Serbian Archaeological Society/The Italian Academy for Advanced Studies in America, Columbia
1368 University, Belgrade & New York, pp. 610–618.
- 1369 David, É., Kjällquist, M., 2018. Transmission of knowledge, crafting and cultural traditions, interregional contact and interaction,
1370 7300 Cal BC: a study of worked material from Norje Sunnansund, Sweden. In: Knutsson, K., Knutsson, H., Apel, J., Gjørstad, H.
1371 (Eds.), *Technology of Early Settlement of Northern Europe. Transmission of Knowledge and Culture*. Equinox Publishing
1372 London, Sheffield, pp. 231–276.
- 1373 David, É., Eriksen, B.V., 2021. Antler tool's biography shortens time frame of Lyngby-axes to the last stage of the Late Glacial. In:
1374 Gaudzinski-Windheuser, S., Jörjs, O. (Eds.), *The Beef behind all Possible Pasts. The Tandem Festschrift in Honour of Elaine
1375 Turner and Martin Street*. Propyläen, Monographien des RGZM (Band 157.2), Heidelberg, pp. 639–656.
- 1376 David, É., Mc Cartan, S., Molin, F., Woodman, P., 2015. "Fishing" Mesolithic settlement-subsistence systems using notions of
1377 economy of debitage and raw material toward production of bone points. In: Bicho, N., Detry, C., Price, T.D., Cunha, E. (Eds.),
1378 *Muge, the 150th Anniversary of the Discovery of Mesolithic Shellmiddens-vol. 2*. Cambridge Scholars Publishing,
1379 Cambridge, pp. 173–188.
- 1380 David, É., Casseyas, C., van der Sloot, P., Léotard, J.-M., 2016. A symbolic use of antler in growth, to face neolithisation. In:
1381 Vitezović, S. (Ed.), *Close to the Bone: Current Studies in Bone Technologies*. Institute of Archaeology Publisher, Belgrade, pp.
1382 112–120.
- 1383 David, É., Cueva Temprana, A., Orłowska, J., 2022. Bone flakes from traditional metapodial reduction in Postglacial deposits. In:
1384 Peeters, H., Grøn, O. (Eds.), *Hidden Dimensions. Aspects of Mesolithic Hunter-Gatherer Landscape use and Non-Lithic
1385 Technology*. Sidestone Press, Leiden, pp. 235–259.
- 1386 David, É., Fernandes, P., Fjellström, M., Eriksson, G., 2023a. Prémices à une anthropologie philosophique et pragmatique sur le
1387 geste mortuaire en préhistoire – cas d'un ancien lot, ici daté, d'os humains artefactualisés du mas d'Azil (France). In: David,
1388 É., Forestier, H., Soriano, S. (Eds.), *De la préhistoire à l'anthropologie philosophique*. Recueil de textes offert à Eric Boëda.
1389 Éditions, Paris.
- 1390 David, É., Sørensen, M.A., Diemer, S., Santaniello, F., Nielsen, S.V., 2023b. Maglémiosian in contact: the disruptive invention of
1391 stone pressure flaking on the curve crutch 7000 CAL BC. In: David, É., Hrnčiarik, E. (Eds.), *Contact, circulation, exchange*.
1392 *Proceedings of the Modified Bone & Shell UISPP Commission Conference (2–3 March 2017, University of Trnava, Slovaquie)*
1393 *Archaeopress Archaeology (Industrie de l'os préhistorique XV)*, Oxford, pp. 52–76.
- 1394 Delagnes, A., Jaubert, J., Meignen, L., 2007. Les technocomplexes du Paléolithique moyen en Europe occidentale dans leur cadre
1395 diachronique et géographique. In: Vandermeersch, B., Maureille, B. (Eds.), *Les Néandertaliens. Biologie et cultures*. Éditions
1396 du CTHS, Paris, (Documents préhistoriques, 23), pp. 213–229.
- 1397 Djindjian, F., 2013. Us et abus du concept de "chaîne opératoire" en archéologie. In: Krausz, S., Colin, A., Gruel, K., Ralston, I.,
1398 Dechezleprêtre, T. (Eds.), *L'âge du Fer en Europe – Mélanges offerts à Olivier Buchsenschutz*. Éditions Ausonius, Bordeaux,
1399 pp. 93–107.
- 1400 Duhard, J.-P., 1995. De la confusion entre morphologie et géométrie dans les figurations féminines gravettiennes et du supposé
1401 style gravettien. *Bulletin de la Société préhistorique française* 92 (3), 302–312.
- 1402 Durkheim, E., 2013. *Les règles de la méthode sociologique*. Presses Universitaires de France, Paris (1895).
- 1403 Espinoza, O.E., Baker, B.W., Berry, C.A., 2007. The analysis of sea turtle and bovid keratin artefacts using drift spectroscopy and
1404 discriminant analysis. *Archaeometry* 49 (4), 685–698. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2007.00328.x>.
- 1405 Espinoza, O.E., Mann, M.-J., Lemay, J.P., Oakes, K.A., 1990. A method for differentiating modern from ancient Proboscidean ivory
1406 in worked objects. *Current Research in the Pleistocene, Identification guide for Ivory and Ivory substitutes* 7, 81–83.
- 1407 Fayard-Ferrapie, A.-L., 1998. *Les images mentales. Approches philosophiques et psychologiques contemporaines*. (Thèse de
1408 Doctorat). École de Hautes Études en Sciences Sociales, Paris.
- 1409 Forestier, H., 1993. Le Clactonien : mise en application d'une nouvelle méthode de débitage s'inscrivant dans la variabilité des
1410 systèmes de production lithique du Paléolithique ancien. *PALEO, Revue d'Archéologie préhistorique* 5, 53–82.
- 1411 Forestier, H., 2020. La pierre et son ombre : épistémologie de la préhistoire. Éditions L'Harmattan (collection *Anthropologie des
1412 techniques, Cahier 2*), Paris.
- 1413 Fredengren, C., 2002. *Crannogs: A Study of People's Interaction with Lakes, with Particular Reference to Lough Gara in the
1414 Northwest of Ireland*. Wordwell, Belfast.
- 1415 Gyria, E., Maigrot, Y., Clemente Conte, I., Lozovski, V., Lozovskaya, O., 2013. From fishhooks to fishing techniques: the example of
1416 Zamostje 2 (Mesolithic and Neolithic of the central Russian plain). In: Lozovski, V.M., Lozovskaya, O.V., Clemente Conte, I.
1417 (Eds.), *Zamostje 2. Lake settlement of the Mesolithic and Neolithic fisherman in Upper Volga Region*. Russian Academy of

- 1418 Science, Institute for the History of Material Culture/Sergiev-Possad State History and Art Museum-Preserved, St.
1419 Petersburg, pp. 111–120.
- 1420 Hayden, B., 2018. *The Power of Ritual in Prehistory. Secret Societies and Origins of Social Complexity*. Cambridge University
1421 Press, Cambridge.
- 1422 Hufthammer, A.K., Høie, H., Folkvord, A., Geffen, A.J., Andersson, C., Ninnemann, U.S., 2010. Seasonality of human site occupation
1423 based on stable oxygen isotope ratios of cod otoliths. *Journal of Archaeological Science* 37 (1), 78–83. [http://dx.doi.org/](http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2009.09.001)
1424 [10.1016/j.jas.2009.09.001](http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2009.09.001).
- 1425 Karlin, C., Julien, M., 1994. Prehistoric technology: a cognitive science? In: Renfrew, C., Zubrow, E.B.W. (Eds.), *The Ancient Mind*
1426 *Elements of Cognitive Archaeology*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 152–164.
- 1427 Kierdorf, U., Kierdorf, H., 2004. Bone formation in antlers. In: Suttie, J.M., Haines, S.R., Li, C. (Eds.), *Advances in antler science and*
1428 *product technology. Proceedings 2nd ASPT-Symposium, (Queenstown, 24–27 February 2004)* AgResearch Limited, Queens-
1429 town, New Zealand, pp. 55–63.
- 1430 Leduc, C., 2012. Ungulates exploitation for subsistence and raw material during the Maglemose Culture in Denmark: the
1431 example of the Mullerup site (Saraup's Island) in Sjælland. *Danish Journal of Archaeology* 1 (1), 62–81.
- 1432 Leeuw, S. van der., 1994. Cognitive aspects of 'technique'. In: Renfrew, C., Zubrow, E.B.W. (Eds.), *The ancient Mind: Elements of*
1433 *Cognitive Archaeology*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 135–142.
- 1434 Lepot, M., 1993. *Approche techno-fonctionnelle de l'outillage moustérien. Essai de classification des parties actives en termes*
1435 *d'efficacité technique. Application à la couche M2e sagittale du grand abri de La Ferrassie (fouilles Delporte) (Mémoire de*
1436 *Maîtrise)*. Université Paris X–Nanterre.
- 1437 Leroi-Gourhan, A., 1968. The evolution of Palaeolithic art. *Scientific American Magazine* 218 (2), 58–73.
- 1438 Leroi-Gourhan, A., 1988. *Le geste et la parole. Tome II : la mémoire et les rythmes*. Éditions Albin Michel, Paris (1965).
- 1439 Leroi-Gourhan, A., 1989. *Le geste et la parole. Tome I : technique et langage*. Éditions Albin Michel, Paris (1964).
- 1440 Leroi-Gourhan, A., 2019. Observations technologiques sur le rythme statuaire. In: Pouillon, J., Maranda, P. (Eds.), *Échanges et*
1441 *communications. Mélanges offerts à Claude Lévi-Strauss à l'occasion de son 60ème anniversaire, Tome I*. de Gruyter, Berlin,
1442 (1971), pp. 658–676.
- 1443 Liolios, D., 1999. Variabilité et caractéristique du travail des matières osseuses au début de l'Aurignacien : approche
1444 technologique et économique (Thèse de Doctorat). Université Paris X–Nanterre.
- 1445 May, A. McL., 1939. Some pointed bones, flint and stone discs from the Lower River Bann. *Journal of the Royal Society of*
1446 *Antiquaries of Ireland* 69 (3), 152–161.
- 1447 Mazet, A., 2020. *Le Mésolithique au bord de l'eau. Contribution de l'approche techno-fonctionnelle sur les dispositifs de pêche*
1448 *fabriqués à partir d'os de mammifères du site d'Olsteinhellereen (Norvège) (Mémoire de Master)*. Université Paris 10–
1449 Nanterre.
- 1450 Mazet, A., 2024. *Pêche à l'hameçon. Évolution de l'outil et transformation des stratégies de subsistance (Norvège de l'Ouest,*
1451 *Mésolithique)*. In: Georgel-Debedde, S., Hut, C., Martin, V., Poli, S. (Eds.), *Le passé au fil de l'eau : l'eau et ses enjeux dans les*
1452 *sociétés anciennes*. Collection Archéo.doc, Éditions de la Sorbonne, Paris.
- 1453 Q3 Mazet, A., David, É., Bergsvik, K.A., Houmard, C., 2024. « Hang up to the hook! Manufacture and fishing practices at
1454 Olsteinhellereen (Mesolithic, Norway) » In: *Actes du colloque HOMER 2021, Sept 2021, Le Château d'Oléron, France.* (à
1455 paraître).
- 1456 McGregor, A.G., Currey, J.D., 1983. Mechanical properties as conditioning factors in the bone and antler industry of the 3rd to the
1457 13th century AD. *Journal of Archaeological Science* 10, 71–77. [http://dx.doi.org/10.1016/0305-4403\(83\)90129-2](http://dx.doi.org/10.1016/0305-4403(83)90129-2).
- 1458 McQuade, M., O'Donnell, L., 2009. The excavation of Late Mesolithic fish trap remains from the Liffey estuary, Dublin, Ireland. In:
1459 McCartan, S., Schulting, R.J., Warren, G., Woodman, P. (Eds.), *Mesolithic Horizons. Papers presented at the Seventh*
1460 *international conference on the Mesolithic in Europe, (Belfast, 29–2 September 2005)* Oxbow Books, Oxford, pp. 889–894.
- 1461 Q4 Merleau-Ponty, 1945. *Phénoménologie de la perception*. Éditions Gallimard, NRF, Paris.
- 1462 Morgagni, S., 2011. *Répenser la notion d'affordance dans ses dynamiques sémiotiques*. *Intellectica* 55, 241–267.
- 1463 Olsen, H., 1976. *Skipshellereen. Osteologisk materiale.* (Thèse de Doctorat). Université de Bergen, Norvège.
- 1464 Olson, C., Limburg, K., Söderblom, M., 2008. Stone Age fishhooks – how were they dimensioned? Morphology, strength test, and
1465 breakage pattern of Neolithic bone fishhooks from Ajvide, Gotland, Sweden. *Journal of Archaeological Science* 35 (10),
1466 2813–2823. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2008.05.009>.
- 1467 Pelegrin, J., 1985. *Réflexions sur le comportement technique*. In: Otte, M. (Ed.), *La signification culturelle des industries*
1468 *lithiques. Actes du colloque de Liège (3 au 7 octobre 1984)* Archaeopress BAR International Series, 239/Studia Praehistorica
1469 Belgica, 4, Oxford, pp. 72–91.
- 1470 Pelegrin, J., 1991. *Les savoir-faire : une très longue histoire*. *Terrain, Revue d'Ethnologie de l'Europe* 16, 106–113.
- 1471 Pelegrin, J., 1995. *Technologie lithique: le Châtelperronien de Roc-de-Combe (Lot) et de la Côte (Dordogne)*. CNRS Éditions,
1472 *Cahiers du Quaternaire*, 20, Paris.
- 1473 Penniman, T.K., 1952. *Pictures of Ivory and Other Animal Teeth, Bone and Antler: With a Brief Commentary on Their Use in*
1474 *Identification. Occasional Papers on Technology, n° 5*, Pitt Rivers Museum. Oxford University Press, Oxford.
- 1475 Pérez Balarezo, A., Boëda, E., 2019. Vers une ontologie de la technique en Préhistoire. In: David É (Eds.), *De la mémoire aux*
1476 *gestes en Préhistoire. L'Harmattan (collection Anthropologie des techniques, Cahier n° 1)*, Paris, pp. 97–118.
- 1477 Pétilion, J.-M., Plisson, H., Cattelain, P., 2016. Thirty years of experimental research on the breakage patterns of Stone Age
1478 osseous points. Overview, methodological problems and current perspectives. In: Iovita, R., Sano, K. (Eds.), *Multidisciplinary*
1479 *Approaches to the Study of Stone Age Weaponry*. Springer, New York, (Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology
1480 Series), pp. 47–63.
- 1481 Piaget, J., 1967. *Biologie et connaissance : essai sur les relations entre les régulations organiques et les processus cognitifs*.
1482 *Éditions Gallimard, coll. L'Avenir de la Science (n° 42)*, Paris.
- 1483 Pigeot, N., 1988. Apprendre à débiter des lames : un cas d'éducation technique chez des Magdaléniens d'Étiolles. In: Tixier, J.
1484 (Ed.), *Technologie préhistorique. Notes et monographies techniques du CRA, 25*. Éditions du CNRS, Paris, pp. 63–70.
- 1485 Pigeot, N., 1991. *Réflexions sur l'histoire technique de l'Homme : de l'évolution cognitive à l'évolution culturelle*. *PALEO – Revue*
1486 *d'Archéologie préhistorique* 3, 167–200.

- 1487 Piggott, S., 1954. *The Neolithic Cultures of the British Isles: A Study of the Stone-Using Agricultural Communities of Britain in the*
1488 *Second Millenium BC*. Cambridge University Press, Cambridge.
- 1489 Rabardel, P., 1995. *Les hommes et les technologies : approche cognitive des instruments contemporains*. Éditions Armand Colin,
1490 Paris.
- 1491 Reimer, P.J., Austin, W.E.N., Bard, E., Bayliss, A., Blackwell, P.G., Bronk Ramsey, C., Butzin, M., Cheng, H., Edwards, R.L., Friedrich,
1492 M., Grootes, P.M., Guilderson, T.P., Hajdas, I., Heaton, T.J., Hogg, A.G., Hughen, K.A., Kromer, B., Manning, S.W., Muscheler, R.,
1493 Palmer, J., Pearson, C., Plicht, J. van der, Reimer, R.W., Richards, D.A., Scott, E.M., Southon, J.R., Turney, C.S.M., Wacker, L.,
1494 Adolphi, F., Büntgen, U., Capano, M., Fahrni, S.M., Fogtmann-Schulz, A., Friedrich, R., Köhler, P., Kudsk, S., Miyake, F., Olsen, J.,
1495 Reinig, F., Sakamoto, M., Sookdeo, A., et Talamo, S., 2020. The IntCal20 Northern Hemisphere Radiocarbon Age Calibration
1496 Curve (0–55cal kBP). *Radiocarbon* 62 (4), 725–757.
- 1497 Riede, F., 2006. Chaîne opératoire, Chaîne évolutive ? Putting technological sequences in evolutionary context. *Archaeo-*
1498 *logical Review from Cambridge* 21 (1), 50–75.
- 1499 Rigaud, S., 2011. *La parure : traceur de la géographie culturelle et des dynamiques de peuplement au passage Mésolithique-*
1500 *Néolithique en Europe* (Thèse de Doctorat). Université de Bordeaux I.
- 1501 Roche, H., Texier, J.-P., 1991. La notion de complexité dans un ensemble lithique. Application aux séries acheuléennes d'Isenya
1502 (Kenya). In: *Conférence : 25 ans d'études technologiques en préhistoire : Bilan et perspectives. Actes des Xe Rencontres*
1503 *Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes, (18-19-20 octobre 1990)* Éditions APDCA, Juan-les-Pins 99–124.
- 1504 Rosvold, J., Andersen, R., Linnell, J., Hufthammer, A.K., 2013. Cervids in a dynamic northern landscape: Holocene changes in the
1505 relative abundance of moose and red deer at the limits of their distributions. *The Holocene* 23 (8), 1143–1150, [http://](http://dx.doi.org/10.1177/0959683613483625)
1506 dx.doi.org/10.1177/0959683613483625.
- 1507 Sigaut, F., 1991. Un couteau ne sert pas à couper, mais en coupant. Structure, fonctionnement et fonction dans l'analyse des
1508 objets. In: Beyries, S., Meignen, L., Texier, P.J. (Eds.), *25 ans d'études technologiques en préhistoire : bilan et perspectives.*
1509 *Actes des XIe Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes, (18-19-20 octobre 1990)* Éditions APDCA,
1510 Juan-les-Pins, pp. 21–34.
- 1511 Soressi, M., Geneste, J.M., 2011. The history and efficacy of the chaîne opératoire approach to lithic analysis: studying techniques
1512 to reveal past societies in an evolutionary perspective. In: Tostevin, G.B. (Ed.), *Reduction sequence, chaîne opératoire, and*
1513 *other methods: the epistemologies of different approaches to lithic analysis*. Washington, *PaleoAnthropology, Special issue*
1514 *2011*, 334–350.
- 1515 Teyssandier, N., 2000. L'industrie lithique aurignacienne du secteur II de Barbas (Creysse, Dordogne): analyse technique et
1516 implications archéologiques. In: Boëda, E., Guillomet Malmassari, V. (Eds.), *In: Table Ronde « Des comportements techniques*
1517 *dans la préhistoire » [Atelier 20], Nanterre*. pp. 29–59.
- 1518 Tixier, J., 1996. Technologie et typologie : dérives et scléroses. *Quaternaria nova* 6, 15–21.
- 1519 Treuil, J., 2016. À l'Est, quoi de nouveau ? L'exploitation technique de l'élan en Russie centrale au cours de la transition entre
1520 pêcheurs-chasseurs-cueilleurs sans céramique (« Mésolithique récent ») et avec céramique (« Néolithique ancien »). (Thèse
1521 de Doctorat). Université Panthéon-Sorbonne, Paris.
- 1522 Weyer, L. de, 2021. *Les premières traditions techniques du Paléolithique ancien*. Éditions L'Harmattan (Collection Anthropologie
1523 des techniques, Cahier 3), Paris.
- 1524 Whelan, C.B., 1952. *A bone industry from the Lower Bann. Northern Ireland Archaeological Monographs, Archaeological*
1525 *Research Publications Northern Ireland*, 1, Belfast.
- 1526 Woodman, P.C., 1977. Recent excavations at Newferry, Co. Antrim. *Proceedings of the Prehistoric Society* 43, 155–199.
- 1527 Woodman, P.C., 1978. *The Mesolithic in Ireland: Hunter-Gatherers in an Insular Environment*. Archaeopress, British Archaeo-
1528 *logical Reports International Series*, 58 (BAR), Oxford.
- 1529 Woodman, P.C., 2015. *Ireland's First settlers. Time and the Mesolithic*. Oxbow Books, Oxford.