



HAL
open science

Des Magdaléniens en armes. Technologie des armatures de projectile en bois de Cervidé du Magdalénien supérieur de la grotte d'Isturitz (Pyrénées-Atlantiques)

Jean-Marc Pétilion

► **To cite this version:**

Jean-Marc Pétilion. Des Magdaléniens en armes. Technologie des armatures de projectile en bois de Cervidé du Magdalénien supérieur de la grotte d'Isturitz (Pyrénées-Atlantiques). CEDARC, pp.302, 2006, Artefacts, n° 10. halshs-00201995

HAL Id: halshs-00201995

<https://shs.hal.science/halshs-00201995v1>

Submitted on 3 Jan 2008

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.



L'armement est un thème de recherche essentiel en Préhistoire paléolithique. Car étudier les armes de chasse, c'est étudier les objets grâce auxquels les groupes de chasseurs-collecteurs se procuraient les ressources animales indispensables à leur survie – ce qui nous renvoie aux fondements même de l'organisation économique de ces sociétés.

Les vestiges d'armement se réduisent principalement aux armatures de projectile lithiques et osseuses, qui forment l'un des éléments les plus dynamiques des industries du Paléolithique supérieur ; ce dynamisme se manifeste par une prolifération de catégories d'armatures très « typées », caractéristiques d'une culture et/ou d'une région particulières. L'interprétation de cette variabilité devient dès lors une question centrale pour l'archéologie de ces périodes.

Cet ouvrage, tiré d'un travail de doctorat, aborde cette question en l'appliquant à un cas archéologique privilégié. Site majeur du Magdalénien d'Europe de l'Ouest, à la limite entre Aquitaine, Pyrénées et Cantabres, la grotte d'Isturitz voit se développer au Magdalénien supérieur une panoplie d'armatures en bois de Cervidé très particulière, dominée par des pointes à base fourchue parfois utilisées en association avec des préhampes – les pointes à biseau double, emmanchement plus classique de cette période, n'occupant ici qu'une place minoritaire. L'objectif est ici de rechercher si l'on peut élucider cette situation à travers une analyse technologique de cet ensemble d'armatures, incluant la reconstitution de leurs techniques de fabrication, de leurs modalités d'utilisation et d'entretien.

L'analyse morphométrique des pointes finies, et l'étude de leurs déchets de fabrication, montrent l'existence d'une production essentiellement locale d'armatures relativement standardisées, utilisant une méthode de débitage qui garantissait une productivité élevée. La fabrication de pointes s'inscrivait ainsi probablement dans une logique de production « en série », à vocation collective, intégrant une large anticipation des besoins. La question de l'utilisation des armatures fait l'objet d'un important programme d'archéologie expérimentale, comprenant la fabrication d'une centaine de répliques de pointes en bois de Renne et leur utilisation lors de tirs à l'arc et au propulseur sur des carcasses animales. Ces tirs permettent d'avancer plusieurs interprétations concernant le mode d'emmanchement des armatures, leur fracturation et – du moins pour les pointes à base fourchue – le type d'arme avec lequel elles étaient employées (arc ou propulseur).

Ces données sont ensuite intégrées dans une réflexion plus générale portant sur l'économie de l'armement dans le site étudié, les éventuelles hypothèses paléolithiques que l'on peut en tirer, et l'intérêt de cette série pour la compréhension des évolutions chronoculturelles du Magdalénien. Événement technique, l'apparition de l'emmanchement à base fourchue devrait en effet être vu aussi et surtout comme un choix culturel, venant se placer dans le cadre des changements qui marquent le passage du Magdalénien moyen au Magdalénien supérieur.

Jean-Marc Pétilion est docteur en Préhistoire de l'Université Paris I Panthéon-Sorbonne ; il consacre ses recherches à l'étude de l'armement de chasse en matières osseuses à la fin du Paléolithique.

FONDATION DES TREILLES



ARTEFACTS 10
DES MAGDALENIENS EN ARMES
JEAN-MARC PETILLON

ARTEFACTS 10

DES MAGDALENIENS EN ARMES

TECHNOLOGIE DES ARMATURES DE PROJECTILE EN BOIS DE CERVIDE
DU MAGDALENIEN SUPERIEUR DE LA GROTTTE D'ISTURITZ (PYRENEES-ATLANTIQUES)

JEAN-MARC PETILLON



EDITIONS DU CEDARC
2006

ARTEFACTS 10

DES MAGDALENIENS EN ARMES

TECHNOLOGIE DES ARMATURES DE PROJECTILE
EN BOIS DE CERVIDE DU MAGDALENIEN SUPERIEUR
DE LA GROTTTE D'ISTURITZ (PYRENEES-ATLANTIQUES)

JEAN-MARC PETILLON

2006

Editions du Centre d'études et de documentation archéologiques
28, rue de la Gare
B-5670 Treignes
Belgique

Cet ouvrage a été publié grâce au concours de la Fondation des Treilles et de la SARL des Grottes d'Isturitz et Oxocelhaya. Il a été réalisé dans le cadre des programmes APE n° NM-00902-00 et PTP accordés par la Région Wallonne.

Illustration de couverture : Benoît Clarys
Maquette : Mathieu Quintard
Dépôt légal : D/2006/4357/4
ISSN : 0772-8026

A la mémoire de Pascal Wauthier

A Marion, Guillaume
et Maëlwen



Remerciements

La thèse de doctorat dont ce livre est issu fut soutenue en décembre 2004 à l'Université Paris I, devant un jury composé de Nicole Pigeot (directrice de la thèse), Alain Testart (président du jury et rapporteur), César González Sainz (second rapporteur), Aline Averbouh, Pierre Cattelain et Christian Normand (examineurs). C'est pour moi un plaisir de leur exprimer ici ma profonde reconnaissance. Mes remerciements s'adressent aussi à Marianne Christensen, qui a assuré la co-direction scientifique de ce travail.

Je tiens également à remercier les institutions qui m'ont accueilli et soutenu durant ces quatre années, à commencer par le Musée d'archéologie nationale – son directeur, Patrick Périn ; Jacqueline Léopold et Catherine Schwab, conservatrices du département Paléolithique ; et leur assistante Marie-Sylvie Larguèze. Ma reconnaissance va aussi à Michèle Julien, qui m'a accueilli au sein de l'équipe d'ethnologie préhistorique (UMR 7041 ArScAn) dont elle assurait alors la direction. Je souhaite d'ailleurs remercier l'ensemble des membres de cette équipe – chercheurs, ITA, doctorants et post-doctorants – pour les échanges stimulants que j'ai pu avoir avec eux au cours de ces années, en particulier avec les doctorants et post-doctorants du thème de recherche sur les ressources animales : Nejma Goutas, Gaëlle Le Dosseur, Claire Letourneux et Elise Tartar. Durant toute cette période, la Commission de nomenclature sur l'industrie de l'os préhistorique, fondée à l'initiative d'Henriette Camps-Fabrer, actuellement co-présidée par Denis Ramseyer, Pierre Cattelain et Marylène Patou-Mathis, fut également pour moi un précieux espace de débat et de réflexion.

Comment ne pas consacrer un paragraphe de ces remerciements aux personnes ayant participé, de près ou de loin, aux séances de tir expérimental de 2003 et 2004 ? Si la place manque pour détailler le rôle de tous, qu'il me soit permis de mentionner au moins le nom de chacun.

La fabrication et l'étude des armatures expérimentales bénéficia, à des titres très divers, de l'aide de Céline Bémilli, Pierre Cattelain, Pascal Chauvaux, Marianne Christensen, Jean-Jacques Dutrieux, Henry Fournier, Carole Fritz, Nejma Goutas, Myriam et Peter Greuter, Claire Houmard, Sylvain Laporte, Morgane Maudet, Alain Person, Annie Richard, la famille Maudet, le CEDARC / Musée du Malgré-Tout et le chantier archéologique d'Etiolles.

Les deux expérimentations se sont déroulées au CEDARC / Musée du Malgré-Tout (Treignes, Viroinval, Belgique). La logistique a été assurée par Claire Bellier, Pascale Conotte, Géraldine Dubois, Renée Stoquart, Eddy Buchet, Daniel Coulonval, Alain Sellekaerts et Pascal Wauthier. En 2004, les participants ont été hébergés dans les locaux de l'Ecomusée du Viroin, dépendant de l'Université libre de Bruxelles.

L'emmanchement des pointes et la préparation des projectiles n'ont pu avoir lieu que grâce à l'aide de Pierre Cattelain (2003 et 2004), Pascal Chauvaux (2003 et 2004), Emmanuel Demoulin (2004), Jacques Pernaud (2003) et Florent Rivère (2004).

Tous les tirs à l'arc ont été effectués par Pierre Cattelain. Les tirs au propulseur, qui en 2003 sont l'œuvre exclusive de Pascal Chauvaux, ont été répartis l'année suivante entre Pierre Cattelain, Pascal Chauvaux, Emmanuel Demoulin et Florent Rivère.

L'équipe qui a enregistré les tirs et dépecé les carcasses des animaux-cibles comprenait, outre les tireurs susnommés : Marie Brunet (2003 et 2004), Noémie Gruyspert (2004), Dominique Henry-Gambier (2004), Claire Houmard (2003), Marie-Anne Julien (2004), Gaëlle Le Dosseur (2003 et 2004), Claire Letourneux (2003 et 2004), Jacques Pernaud (2003) et Sébastien Villotte (2004). Le traitement des ossements des animaux-cibles a été achevé avec l'aide de Gaëlle Le Dosseur et Claire Letourneux dans les locaux du Paléoscope des Mureaux (Yvelines), mis à notre disposition par l'association l'Homme Retrouvé.

L'expérimentation 2003 a été financée par l'Université Paris I, l'équipe d'ethnologie préhistorique de l'UMR 7041, et par les participants eux-mêmes. L'expérimentation 2004 aurait dû faire l'objet d'un financement au moins partiel par le CNRS, financement que les restrictions budgétaires de la fin 2003 ont réduit à l'état de chimère. Nous avons donc dû nous tourner dans l'urgence vers des sources alternatives ; que nos mécènes en soient ici remerciés.

Je n'oublie pas non plus l'hospitalité généreuse que m'ont toujours offert Claire Bellier et Laureline Cattelain à chacune de mes visites dans leur contrée...

Je tiens également à remercier ici les conservateurs et assistants de conservation du Musée d'Aquitaine (Bordeaux), du Musée basque (Bayonne), du Musée-forum d'Aurignac, du Muséum d'histoire naturelle de Toulouse et du Musée de Saint-Gaudens pour leur accueil et leur aide lors de mes séjours d'étude ; ainsi que Dominique Henry-Gambier pour son aide dans l'étude des pièces ethnographiques. Je remercie aussi pour leur disponibilité Robert Bégouën, François-Xavier Chauvière, Mathieu Langlais, Véronique Laroulandie, José Antonio Mujika Alustiza, Christian Normand, André Rigaud et Jacques Virmont, auprès de qui j'ai plusieurs fois sollicité des renseignements au cours de mes recherches. Cette liste ne serait pas complète si j'omettais de mentionner l'accueil chaleureux que j'ai toujours trouvé sur le site archéologique d'Isturitz ; ma reconnaissance va donc également à Joëlle Darricau, Aude Labarge, et de manière générale à toutes les personnes qui gravitent autour de la grotte aux Laminak.

Enfin, je voudrais adresser mes plus vifs remerciements à celles et ceux qui ont été présents durant les mois d'achèvement de ma thèse. Merci donc à François Bon et Claire Letourneux pour leurs relectures ; à Marie-Hélène Dias-Meirinho, Jean Leclerc, Jacques Pelegrin et Boris Valentin pour leurs réactions enthousiastes, leurs commentaires et leurs suggestions ; à Nathalie Cazals, Laurent Klaric, Danièle Molez et Cécile Thiébault pour leurs conseils et coups de main de dernière minute ; à Lorène Chesnaux et Michèle Monnier pour leur aide bibliographique ; à Claire Delhon, Claire Tardieu et Nejma Goutas, avec qui j'ai partagé les petits amusements administratifs de la fin de thèse ; et bien sûr à mes parents, proches, amis et camarades, pour leur présence essentielle, leur affection et leur soutien tout au long de ces jours étranges.

Avant propos

 Cet ouvrage est la publication de ma thèse de doctorat (Pétillon, 2004a). En relisant celle-ci à peine un an après sa soutenance, la tentation était déjà grande d'en raturer, réécrire, reformuler de larges portions ; un sentiment semble-t-il tout à fait banal, si j'en juge par les réflexions entendues auprès de plusieurs collègues également passés par là... A ce rythme, le jour serait bientôt arrivé où ce travail dans son ensemble me serait apparu comme caduc, dépassé, bref : impubliable.

Si ce dénouement funeste fut évité, c'est en grande partie grâce aux sollicitations amicales et néanmoins pressantes de mon éditeur, qui se compromit au point de proposer une publication très rapide et «en l'état». Au final, on n'en est pas très éloigné. Par rapport à la version présentée devant le jury en décembre 2004, les modifications se limitent pour l'essentiel à la correction des inévitables *lapsus calami*, la réparation de plusieurs oublis, l'ajout de compléments bibliographiques, la mise à jour de certaines informations, un léger enrichissement du corpus étudié et quelques ajustements terminologiques – les «facettes de fracture» sont ainsi devenues des «pans de fractures», et les «fractures par flexion» des «fractures en languette».

Ce travail de thèse a fourni la matière de plusieurs articles et communications (Pétillon, 2000b, 2004b, 2005, sous presse ; Pétillon et Letourneux, 2003, sous presse). Les lecteurs suffisamment pointilleux pour comparer ces textes entre eux pourront remarquer quelques divergences entre le présent ouvrage et les résultats publiés antérieurement – effectif des séries étudiées, données métriques, décompte de certains types de fractures, et surtout l'inventaire géographique et chrono-culturel des pointes à base fourchue, dont on trouvera ici la troisième mouture (première *in* Pétillon, 1999 ; deuxième *in* Pétillon, 2004a, sous presse). Sur ces questions, une fois pour toutes : la version présentée ici est la plus récente, la plus complète, et – je l'espère – la dernière !

Il convient enfin de remercier ici la fondation des Treilles et la SARL des grottes d'Isturitz et d'Oxocelhaya ; sans leur participation, la publication de cet ouvrage n'aurait pas été possible. La révision du manuscrit et la relecture des épreuves ont eu lieu alors que l'auteur bénéficiait d'un contrat de recherche financé par la région Ile-de-France.

Terminons par quelques indications techniques :

Sauf mention contraire, tous les dessins, schémas, cartes et photographies sont de l'auteur.

Les musées dont le corpus archéologique est issu sont mentionnés dans le texte sous la forme abrégée suivante :

MAN = Musée d'archéologie nationale (Saint-Germain-en-Laye, Yvelines).

MB = Musée basque (Bayonne, Pyrénées-Atlantiques).

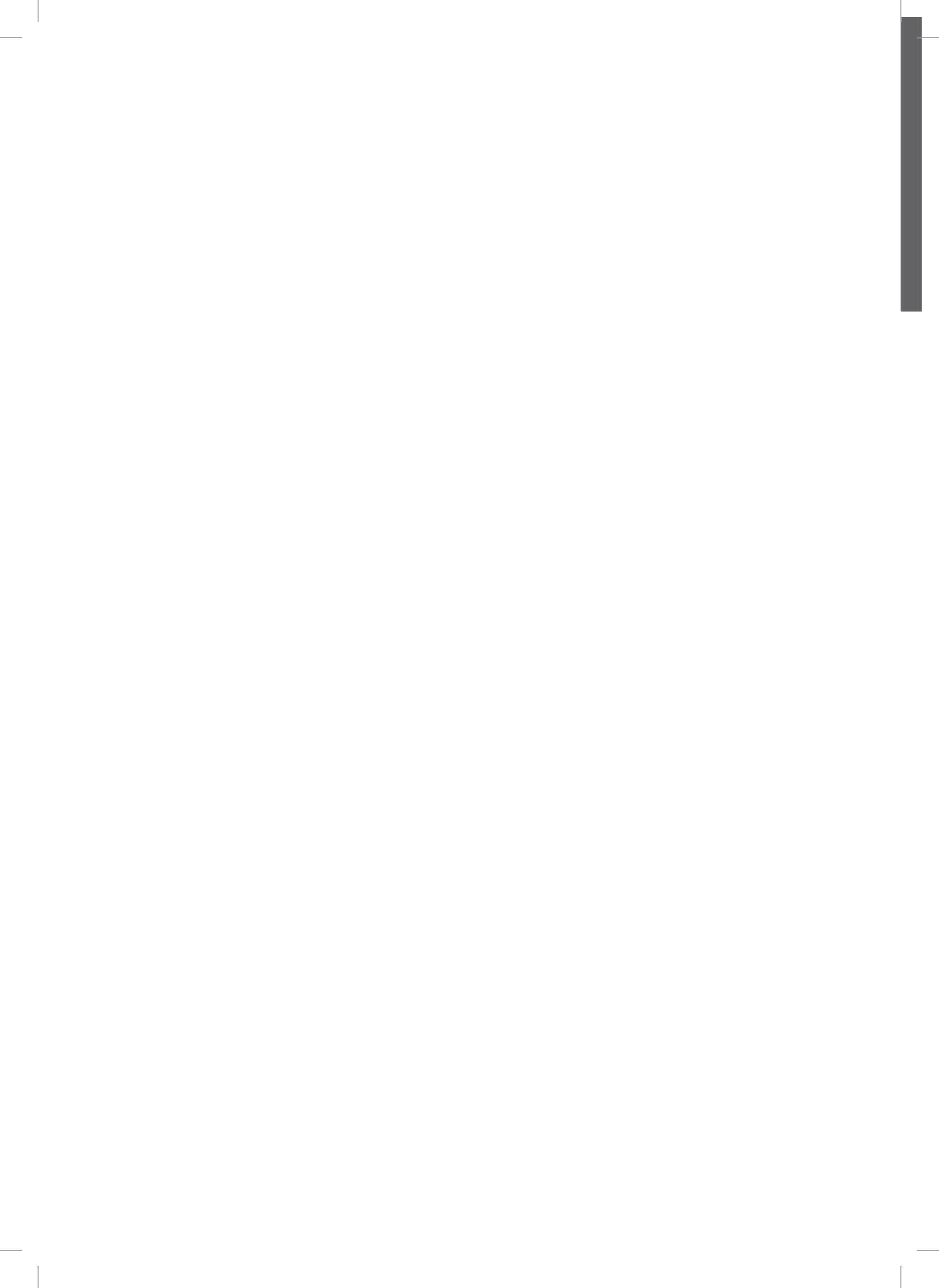
MFA = Musée-forum d'Aurignac (Haute-Garonne).

MHNT = Muséum d'histoire naturelle de Toulouse (Haute-Garonne).

MI = espace muséographique du site d'Isturitz (Saint-Martin-d'Arberoue, Pyrénées-Atlantiques).

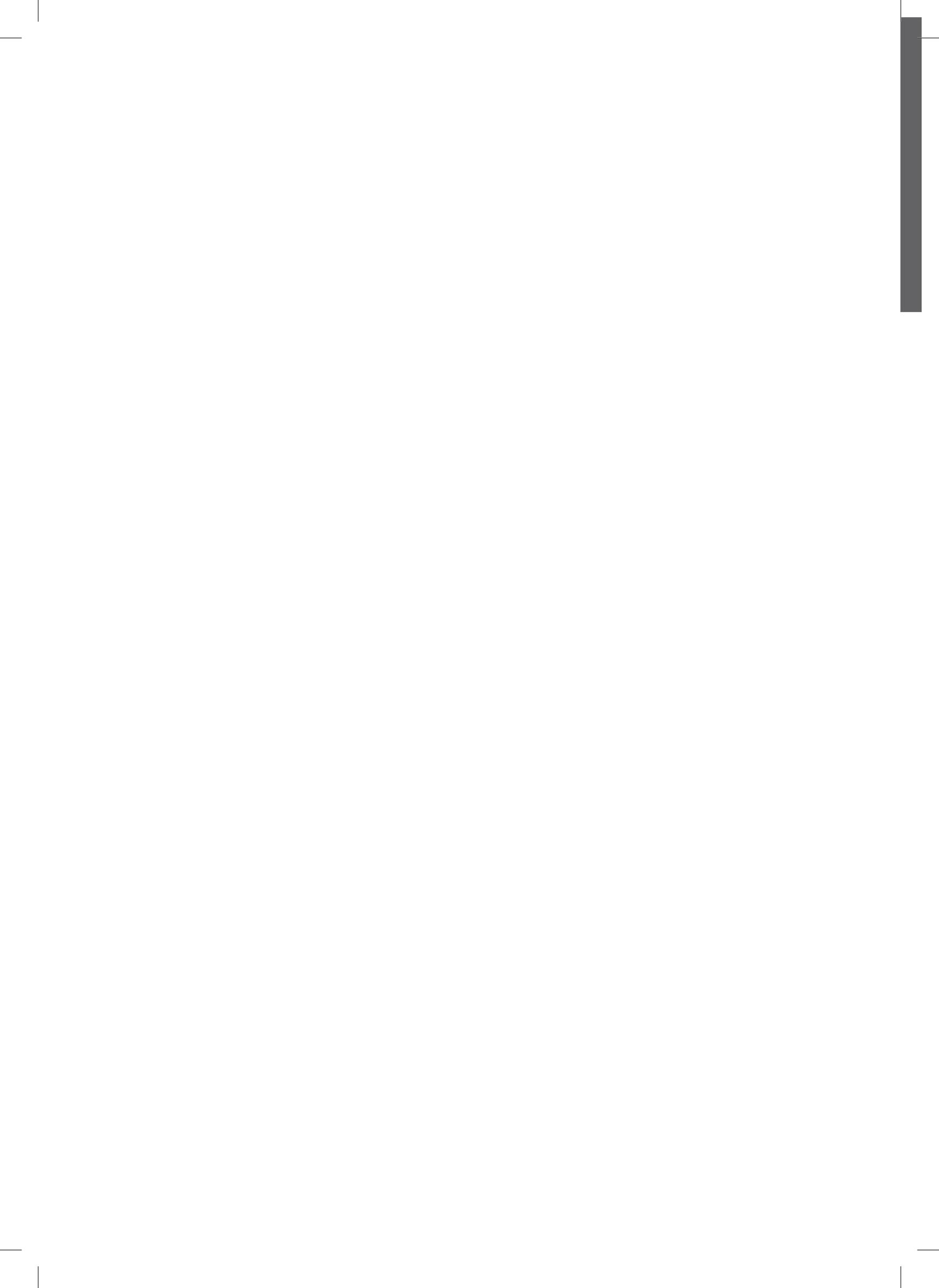
MSG = Musée de Saint-Gaudens (Haute-Garonne).

Paris, février 2006.



Sommaire

Introduction	15
Première partie. Contexte archéologique	21
I. Le site d'Isturitz et son occupation au Magdalénien supérieur	21
II. Sélection du corpus	41
Deuxième partie. Typologie et techniques de production	57
III. Etude typologique.....	57
IV. Données sur les techniques de production des armatures.....	77
Troisième partie. Etude fonctionnelle	85
V. Première approche fonctionnelle.....	85
VI. L'expérimentation 2003 : préparation et déroulement.....	99
VII. L'expérimentation 2003 : résultats	115
VIII. L'expérimentation 2004 : un protocole révisé.....	125
IX. ...Et des résultats inattendus	139
Quatrième partie. Interprétation économique	155
X. Réparation et recyclage des armatures de projectile	155
XI. Un contexte économique de «surproduction» ? L'exploitation du bois de Renne dans le Magdalénien supérieur d'Isturitz	173
Conclusion	193
XII. Essai d'interprétation palethnographique	193
XIII. La base fourchue : hypothèse culturelle pour un phénomène technique.....	201
Bibliographie	219
Planches	241
Annexes	261
Annexe 1 : inventaire des comptes-rendus de tirs expérimentaux d'armatures préhistoriques.....	261
Annexe 2 : résultats complémentaires de l'expérimentation 2003	265
Annexe 3 : résultats complémentaires de l'expérimentation 2004	275
Annexe 4 : inventaire critique des sites ayant livré des pointes à base fourchue	282
Table des matières	297



Introduction



oute société de chasseurs-collecteurs est une société d'hommes en armes.

Une arme est en effet, dans son acception la plus simple et la plus large, un objet utilisé pour tuer. Or, pour une société dont l'économie repose sur l'acquisition de denrées d'origine non domestique, l'acte de tuer est vital : sans sous-estimer l'importance de la part végétale dans l'alimentation, reste que c'est en prenant la vie du gibier que l'on procure au groupe les ressources carnées indispensables à son existence. Par ailleurs, sur un autre plan, P. Clastres a montré comment la mise en œuvre de la violence guerrière — universellement constatée ethnographiquement — est également pour «l'être social primitif» une nécessité absolue, politique cette fois : par la guerre, la société se maintient elle-même comme un Tout indivisé et indépendant, en s'opposant aux Autres. Or le principe fondamental de la guerre est bien le meurtre de l'ennemi, qu'il soit accompli ou qu'il reste à l'état de menace. «La capacité de mettre en œuvre la relation structurale d'hostilité (dissuasion) et la capacité de résistance effective aux entreprises des autres (repousser une attaque), bref, la capacité guerrière de chaque communauté est la condition de son autonomie» (Clastres, 1980, p. 203). Et cette capacité, les sociétés de chasseurs-collecteurs ne la réservent pas à un groupe spécialisé, mais la répartissent à égalité entre leurs membres masculins : tous les hommes portent les armes...

En résumé, une société de chasseurs-collecteurs peut être définie comme une société dont la survie économique et politique est liée à l'exercice du pouvoir de tuer — tuer le gibier à la chasse, tuer l'ennemi à la guerre — et dans laquelle ce pouvoir, matérialisé par la possession et l'usage des armes, est détenu de manière égale par tous les hommes. L'importance vitale des armes, et leur distribution parmi tous les hommes de la communauté, est donc inséparable de la définition même du mode de vie des chasseurs-collecteurs. De fait, toute enquête ethnographique portant sur une société de ce type intègre la question du rôle et du statut qu'y occupe l'armement.

Ces idées peuvent paraître lointaines à un préhistorien, mais elles doivent cependant, à notre sens, l'accompagner dans son étude des sociétés du Paléolithique supérieur. Le Paléolithique supérieur est en effet cette période unique dans l'histoire de l'humanité moderne où le mode de vie chasseur-collecteur était le seul connu à la surface de la Terre, et où les questions de l'acculturation, de la colonisation, même du simple contact avec des communautés agro-pastorales voisines — questions si prégnantes dans les sociétés de chasseurs actuelles et subactuelles — ne se posaient pas et ne *pouvaient pas* se poser. Le point de vue du paléolithicien est donc peut-être aujourd'hui le seul moyen d'observer ces sociétés s'épanouir pleinement, sans autres bornes que leur propre dynamique interne d'évolution, sur une profondeur chronologique de plusieurs centaines de siècles.

Mais le prix à payer pour bénéficier de ce point de vue est bien sûr élevé : il faut accepter de n'étudier que des sociétés mortes. Car si la parole des individus vivants est la chair et la vie des sociétés humaines, l'archéologue n'en étudie que le squelette, c'est-à-dire les vestiges matériels — ou, plus justement, *la façon dont les comportements humains se traduisent dans le monde tangible par la fabrication et la manipulation d'objets.*

Même dans cette perspective, la situation du paléolithicien est particulièrement défavorable, puisque les lois de la conservation font que nous ne disposons aujourd'hui que d'une fraction très minime de l'univers technique des hommes du Paléolithique. De leurs armes ne subsistent ainsi, dans la très grande majorité des cas, que les têtes — ou armatures — de projectile : pointes lithiques ou osseuses, armatures latérales (type lamelles à dos), pointes barbelées, têtes de harpon. Encore cet arsenal n'est-il certainement pas au complet, puisque les armatures ou éléments

d'armature en matières végétales, s'ils ont existé, ne nous sont évidemment pas parvenus... Comment donc aborder, à partir d'une perspective si restreinte, la question de l'armement paléolithique ?

Dans l'histoire de la discipline, les armatures de projectile ont tout d'abord été envisagées dans une optique de séquençage chronologique et/ou de subdivision géographique des cultures paléolithiques : il s'agissait d'isoler des types d'objets qui soient caractéristiques d'une période, d'une culture, d'un faciès et/ou d'une région particuliers. Cette approche typologique, dont il faut rappeler qu'elle n'a rien perdu de son actualité, n'a été possible que parce que les armatures paléolithiques présentent effectivement une grande variabilité dans le temps et dans l'espace, supérieure en tout cas à celle de la plupart des autres catégories de vestiges — au point que certains décrivent l'armement comme «le composant le plus dynamique du Paléolithique supérieur» (L.G. Straus, traduit et cité *in* Rozoy, 1995, p. 1011). Ces variations, et la profusion de catégories d'armatures souvent très «typées» morphologiquement (*e.g.* Cattelain et Bellier, 2002), peuvent en elles-mêmes être considérées comme un indice du fort investissement technique et culturel dont ces pièces faisaient l'objet, toutes périodes confondues.

L'enjeu des études actuelles est d'aller au-delà de la cartographie chronologique et géographique de cette variabilité, en cherchant à comprendre ce qu'elle nous révèle en termes de comportements. Autrement dit, il s'agit de *réinscrire les types d'armatures de projectile au sein de la dynamique d'un système technique, celui de l'armement*, afin de déterminer ce que l'on peut restituer du fonctionnement de ce système à travers les quelques témoignages qu'il nous a laissés.

On aura reconnu ici le principe fondamental de l'approche *technologique*, telle qu'elle se développe dans la recherche préhistorique depuis maintenant plusieurs décennies. Mais si notre travail se situe clairement dans cette perspective, encore faut-il s'entendre sur le sens des termes utilisés. Quelques précisions épistémologiques sont ici nécessaires.

La définition «préhistorienne» de la technologie est très clairement exposée dès la première ligne de l'introduction de l'un des ouvrages fondateurs de la technologie lithique : «la *technologie* sera prise ici dans son acception stricte en Préhistoire : étude de l'ensemble des procédés employés pour produire un outil ou une arme» (Tixier *et al.*, 1980, p. 7 ; les italiques sont dans le texte original). La démarche technologique sera donc celle qui envisage tout vestige archéologique travaillé par l'homme sous l'angle de ses modalités de fabrication (débitage et façonnage). A proprement parler, le reste de la vie technique de l'objet — en particulier l'utilisation — échapperait donc à l'étude technologique et relèverait d'une autre approche, en l'occurrence la tracéologie, analyse des macro- et micro-traces d'utilisation. De fait, cette définition s'est très largement répandue, et la distinction entre «technologue» (spécialiste de la reconstitution des chaînes opératoires de fabrication) et «tracéologue» (spécialiste de l'identification des traces d'utilisation) fait aujourd'hui partie du langage courant des préhistoriens.

Cependant, et de manière tout à fait étonnante, c'est une *autre* conception de la technologie qui est développée dans la suite de l'introduction déjà citée : «[Les objets de pierre taillée] portent des empreintes, des stigmates qui sont le *reflet d'activités de fabrication et d'utilisation*. Nous n'envisagerons dans l'immédiat que la première de ces activités [...]. Nous procéderons à la lecture des certitudes et des présomptions des *gestes techniques de taille*, mais aussi *d'usage* (en laissant à d'autres le soin de les étudier) [...]. La technologie [...] replace chaque objet dans la chaîne des actions techniques qui va (après la conception, les préméditations) de la matière première brute à l'abandon, à la mort de l'outillage» (Tixier *et al.*, *ibid.* ; les italiques sont dans le texte original). Là encore, l'idée est très claire, mais elle est parfaitement contradictoire avec la précédente : la technologie est cette fois présentée comme l'étude dynamique de la *totalité* de l'existence technique d'un ensemble d'outils ; l'analyse de la fabrication et celle de l'utilisation en constituent les deux volets complémentaires, même si les auteurs cités précisent qu'eux-mêmes ne se consacrent qu'à la première.

Cette nouvelle définition de la technologie est indirectement confirmée dans une autre «publication phare» de la technologie lithique, des mêmes auteurs (Inizan *et al.*, 1995). Dans l'introduction de ce second ouvrage, trois noms sont en effet mentionnés au titre d'inspirateurs, voire de fondateurs de l'approche technologique en Préhistoire : M. Mauss (1947), A. Leroi-Gourhan (1943) et A.G. Haudricourt (1964¹). Or, que nous disent ces trois auteurs ?

¹ Les articles d'A.G. Haudricourt ont été consultés dans le recueil *La Technologie, science humaine* (1987), mais sont appelés et recensés dans la bibliographie à leur date de première publication.

M. Mauss utilise le terme «technologie» dans le sens d'«étude des techniques», ou plus exactement d'«étude du système technique d'une société» (ce «système» comprenant les «techniques», les «industries» et les «métiers»). Si les techniques sont réparties en plusieurs catégories et sous-catégories, il n'y a cependant pas de coupure entre la fabrication et l'utilisation d'un objet, l'accent étant mis au contraire sur la continuité de la description : «le point de vue de l'industrie et du métier permettra une description vivante de la société : la description d'un service de table comportera l'histoire de sa fabrication et de ses conditions d'emploi» (Mauss, 1947, p. 23) ; pour l'étude d'une arme, «l'enquête portera successivement sur son nom ; sur sa matière première et les différents moments de sa fabrication ; sur son emploi, son mode d'action, la façon dont elle est maniée [...] ; qui a le droit de s'en servir [...] ; enfin sur son idéologie, ses rapports avec la religion et la magie» (*ibid.*, p. 38). De ce point de vue, l'héritage maussien se retrouve intact chez A. Leroi-Gourhan, pour qui la technologie est l'étude de la totalité des activités matérielles humaines, divisées en techniques de transport, de fabrication, d'acquisition et de consommation. Encore cette dernière répartition, qui constitue le plan de son ouvrage *Evolution et techniques*, est-elle désignée comme une simple convention : «on a adopté un schéma suivant lequel l'homme, disposant de *moyens élémentaires* d'action sur la matière, se livrait à la *fabrication* des objets qui devaient lui permettre l'*acquisition* de produits dont la *consommation* assurerait sa nourriture et son confort. Schéma purement conventionnel, qui satisfait la logique mais ne répond à aucune réalité historique ou actuelle, puisque ces quatre termes forment un réseau...» (Leroi-Gourhan, 1945, p. 11 ; les italiques sont dans le texte original). Même son de cloche, enfin, chez A.G. Haudricourt : «si l'on peut étudier le même objet de différents points de vue [...] il est clair que pour un objet fabriqué c'est le point de vue humain, de sa fabrication et de son utilisation par les hommes, qui est essentiel et que si la technologie doit être une science, c'est en tant que science des activités humaines» (Haudricourt, 1964 [1987, p. 68]) ; «nous appellerons donc «technologie» l'étude de l'activité matérielle des populations, c'est-à-dire leur façon de chasser, de pêcher, de cultiver, de s'habiller, de se loger et de se nourrir» (Haudricourt, 1968 [1987, p. 57]).

Ce n'est donc pas chez M. Mauss, ni chez A. Leroi-Gourhan, ni chez A.G. Haudricourt — ni nulle part ailleurs, sommes-nous tenté de dire — que l'on trouvera une conceptualisation de la technologie comme étude *exclusive* des chaînes opératoires de fabrication. Cette dernière définition, couramment utilisée parmi les préhistoriens, relève selon nous d'une dérive sémantique et d'un appauvrissement du sens originel du terme. Sans doute cette évolution est-elle due au fait que dans l'industrie lithique, c'est l'étude technologique du *débitage* du silex qui s'est développée la première... Cette étude étant par ailleurs centrée sur une méthode, le remontage (physique ou mental), qui a rapidement fourni des résultats extrêmement fructueux en termes interprétatifs. La spécialisation des chercheurs aidant, on en est ainsi pratiquement arrivé à confondre l'un des moyens de l'approche technologique — le remontage — avec «la» technologie.

Cette clarification conceptuelle nous est apparue comme un préalable indispensable à la mise en place de notre propre démarche d'étude. En effet, de ce point de vue, *l'étude technologique d'un ensemble de pointes de projectile* — qui est pratiquement notre seule voie d'accès à l'étude du système technique de l'armement paléolithique — rassemble le fait de savoir comment ces pointes ont été conçues et fabriquées, mais également le problème de leurs modalités d'utilisation (en particulier, emmanchement, type de cible et mode de propulsion), de leur entretien, réutilisation et recyclage. Aborder ces questions suppose bien évidemment une pluralité d'outils méthodologiques ; ce sont donc les notions de *technologie* et de *système technique* qui, seules, peuvent donner une cohésion et une logique directrice à ce qui apparaîtrait sinon comme une juxtaposition incohérente d'analyse statistique des variables morphométriques, d'étude des stigmates de fabrication, d'observation des fractures d'utilisation, d'archéozoologie et d'ethnographie comparée. En clair, si l'ouvrage que l'on va lire n'est pas un travail de technologie, alors nous ne savons pas ce que c'est.

La démarche technologique a été appliquée à l'étude d'un ensemble archéologique : les armatures de projectile en matières osseuses² du Magdalénien supérieur de la grotte d'Isturitz. Le choix d'étudier cette série — et cette série seulement — mérite une justification.

En s'inspirant d'une terminologie proposée par D. Stordeur-Yedid (1980, p. 16), on peut dire que, du point de vue morphologique, la multiplicité des types d'armatures existants se laisse finalement réduire à quatre catégories, correspondant aux quatre manières possibles de fixer une tête vulnérante à l'extrémité d'une hampe de projectile :

² Dans cet ouvrage, nous désignerons sous le terme «matières osseuses» l'ensemble des matières dures d'origine animale utilisées dans l'industrie préhistorique — soit essentiellement, pour ce qui concerne les armatures de projectile, l'os, l'ivoire et le bois de Cervidé.

- Armatures à emmanchement mâle : il s'agit d'un système où la partie proximale de l'armature — pointue, pédonculée, ogivale, massive, à biseau double, etc. — s'insère dans un logement, une encoche, une douille, une rainure ou un autre dispositif «en creux» aménagé à l'extrémité de la hampe. L'archétype de cette catégorie est la pointe à pédoncule et ailerons, mais on y trouve également des types plus sophistiqués, comme la pointe à base fendue aurignacienne. Tel qu'il a été reconstitué par H. Knecht (1993a), l'emmanchement de ces pointes est en effet de type mâle classique, mais renforcé par une clavette qui s'insère dans la fente de la pointe pour «verrouiller» celle-ci en place dans son logement.
- Armatures à emmanchement femelle : l'inverse du précédent, c'est ici l'extrémité de la hampe qui pénètre dans la partie proximale, creuse, de l'armature. C'est la catégorie des armatures à douille, connue par exemple pour certaines têtes de harpon paléo-eskimo (Stordeur-Yedid, 1980) ou certaines pointes de flèche en os protohistoriques européennes (Séronie-Vivien, 1995, classes II, VII et X).
- Armatures à emmanchement mixte : ce système combine les deux précédents, puisque hampe et armature sont ici littéralement encastrées l'une dans l'autre ; il s'agit de l'emmanchement «à deux fourches entrecroisées» (la fourche distale de la hampe s'emboîtant dans la fourche proximale de l'armature), qui sera largement présenté ici (*cf.* chap. VI).
- Armatures à emmanchement par contact : dans cette catégorie, armature et hampe sont simplement mises en contact selon une surface relativement plane, la cohésion de l'ensemble n'étant assurée que par la colle et l'éventuelle ligature utilisées. C'est le domaine des pointes à biseau simple, des pointes à méplat mésial (Pokines et Krupa, 1997), ou, pour l'industrie lithique, le vaste monde des armatures à bord abattu et à fixation latérale le long du fût du projectile.

Ces quatre catégories d'emmanchement ne sont toutefois pas accessibles à tous les types d'armatures. Ainsi, la totalité des armatures en silex se répartit entre les catégories "mâle" et "par contact", car les propriétés physiques des matières lithiques permettent difficilement l'aménagement des deux autres formes. De même, parmi les armatures en matières osseuses, les têtes de harpon — que l'on peut définir comme des armatures barbelées et détachables, présentant un dispositif de rétention d'un lien (Julien, 1995) — se retrouvent uniquement dans les catégories «mâle» et «femelle», les formes «mixte» et «par contact» n'étant *a priori* pas adaptées à des armatures destinées à se séparer de la hampe après l'impact.

En fait, seules les pointes *stricto sensu* en matières osseuses — c'est-à-dire les objets allongés en os, bois de Cervidé ou ivoire qui présentent une extrémité distale vulnérante, un fût sans barbelures et une extrémité proximale adaptée à un emmanchement fixe sur une hampe — peuvent se retrouver dans les quatre catégories d'emmanchement³. Or, dans le Paléolithique supérieur européen, ces quatre catégories sont représentées de façon très inégale. Les emmanchements «mâles» existent ainsi dès l'Aurignacien (pointes à base fendue, pointes à base massive, doubles pointes) et se prolongent sous diverses formes jusqu'au Magdalénien ; les emmanchements «par contact» semblent apparaître au Gravettien avec les premières pointes à biseau simple (N. Goutas, comm. pers.) et connaissent ensuite eux aussi une longue carrière. En revanche, les emmanchements «femelles» sont à notre connaissance complètement absents. Enfin, les emmanchements «mixtes» ne sont représentés que par un type de pièce, la pointe à base fourchue, qui occupe une place très particulière.

Signalées pour la première fois dans la grotte d'Aurensan (Frossard et Frossard, 1870), ces pointes en bois de Cervidé à partie proximale bifide (pl. I à V) ont depuis été exhumées dans 27 sites de la zone pyrénéo-cantabrique, de Dordogne et de Catalogne ; la moitié des sites et 94 % des quelque 770 pièces connues se concentrent sur le versant nord des Pyrénées centrales et occidentales. A cette spécificité géographique s'ajoute une répartition chronologique étroite, puisque ces pointes ne semblent avoir été en usage que pendant une période relativement brève à la fin du Magdalénien moyen et au début du Magdalénien supérieur⁴. Cette situation, unique parmi les formes d'emmanchement utilisées au Paléolithique supérieur, n'a pas d'explication évidente *a priori*.

³ Parmi les types pouvant relever des quatre catégories, il faut cependant mentionner aussi les pointes barbelées, qui se distinguent des «véritables harpons» (sensu Julien, 1995) par le fait que leur emmanchement n'est pas détachable. Enfin, rappelons que les pointes en bois végétal peuvent bien sûr elles aussi balayer tout le spectre des emmanchements possibles, même si nous ne pouvons les prendre en compte dans une discussion portant sur le matériel paléolithique...

⁴ L'analyse détaillée de la situation géographique et chronologique des pointes à base fourchue sera menée ultérieurement ; pour plus d'informations, voir chapitre XIII et Annexe 4.

La relative abondance, sur les pointes à base fourchue archéologiques, des fractures situées au niveau des fourchons pourrait constituer un premier indice, faisant de ces pointes une invention «sans lendemain» : «on peut considérer que ce type d'emmanchement à partir d'une fourche est une technique savante mais qui, si on s'en tient à l'observation des nombreuses cassures au niveau des lèvres [*sic*], présente des points de fragilité» (Delporte et Mons, 1988a, p. 9). Mais cette hypothèse ne fait que déplacer le problème : même en considérant qu'il y a bien une «fragilité» particulière de ces pointes — ce qui reste à démontrer — celle-ci est-elle due à la morphologie de la fourche ? A des conditions particulières d'utilisation ? Ces questions nous ont convaincu que les pointes à base fourchue, peu étudiées jusqu'ici en-dehors des travaux typologiques de H. Delporte et L. Mons (1977, 1988a), étaient des candidates très intéressantes à une étude technologique. Par ailleurs, leur distribution géographique et chronologique restreinte nous permettait de cerner la totalité d'un phénomène technique — l'apparition et le développement d'un nouveau type d'emmanchement — en restant dans le cadre d'une étude synchronique, au sein d'un contexte archéologique déjà bien documenté : le Magdalénien pyrénéen (*cf.* Clottes, 1989, *inter alii*).

Enfin, le choix de ce thème de recherche nous fournissait l'occasion de mettre en œuvre un type d'approche rarement développé pour l'analyse des pointes de projectile en matières osseuses : la reconstitution de leur chaîne opératoire d'utilisation, incluant l'emmanchement, le tir, la réparation et le recyclage, et impliquant un important volet expérimental. Les études technologiques portant sur l'industrie osseuse du Paléolithique supérieur se sont en effet prioritairement intéressées aux chaînes opératoires de débitage et de façonnage (Averbouh, 2000 ; Goutas, 2002, 2003 ; Knecht, 1993a ; Liolios, 1999 ; Rigaud, 1972, 1984...) ; si les études fonctionnelles connaissent un développement indéniable (Cattelain, 1986 ; Legrand, 2000 ; Lompré, 2003 ; Rigaud, 2001 ; Tartar, 2003...), celles qui sont consacrées aux armatures en matières osseuses restent peu nombreuses (*cf.* état des lieux *in* chap. V). L'intérêt de cette approche était d'autant plus grand que la période concernée — fin du Paléolithique supérieur — nous conduisait naturellement à poser la question du type de projectile sur lequel les pointes étaient emmanchées : flèches tirées à l'arc ou sagaies lancées au propulseur ? L'identification du mode de propulsion s'imposait dès lors comme l'un des enjeux de notre étude.

Celle-ci s'est trouvée facilitée du fait que l'essentiel des pointes à base fourchue répertoriées sont concentrées dans un petit nombre de gisements. En effet, dans les sites magdaléniens où il est présent, ce type de pointe affiche généralement un effectif très faible (moins de dix pièces dans les deux tiers des cas). Seules trois grottes font exception : Isturitz (Pyrénées-Atlantiques), Gourdan (Haute-Garonne) et Lortet (Hautes-Pyrénées), qui ont livré respectivement environ 440, 130 et 70 pointes à base fourchue, rassemblant ainsi à elles trois environ 83 % des pièces connues. Nous avons donc entrepris l'étude de ces trois séries, qui ont fait l'objet de nos premiers travaux universitaires (Pétilion, 1999, 2000a ; voir publications *in* Pétilion, 2000b, 2002). Nous y avons mené une analyse morphométrique des pièces, et élaboré une première série d'hypothèses concernant leur mode d'utilisation, de fracturation et de réparation.

Cette approche a toutefois débouché sur plusieurs problèmes. Tester les hypothèses proposées réclamait en effet la mise au point d'un programme de tir expérimental, comprenant fabrication, emmanchement et utilisation de répliques de pointes à base fourchue. Ce programme devait s'appuyer sur le contexte archéologique des pointes, notamment en ce qui concerne le choix de la cible expérimentale (qui devait correspondre au type de gibier dominant dans les sites étudiés) et la détermination du mode de lancer des projectiles (la présence éventuelle de parties distales de propulseurs en bois de Cervidé, stratigraphiquement associés aux pointes à base fourchue, aurait par exemple constitué à ce sujet une indication précieuse). De même, l'ensemble des activités de fabrication, réparation et recyclage des pointes ne pouvait prendre sens que dans le cadre d'une analyse économique globale de l'exploitation du bois de Cervidé, associant déchets, supports, ébauches et objets finis. Enfin, la discussion du statut des pointes à base fourchue au sein de l'armement magdalénien nécessitait d'étudier également, et selon le même protocole, les autres types d'armatures de projectile utilisés de façon concomitante. Bref, il nous fallait étendre l'analyse à d'autres catégories de vestiges que les pointes à base fourchue, tout en restant au sein du même ensemble archéologique (mêmes sites, mêmes couches).

Or cette dernière exigence s'est révélée impossible à satisfaire dans le cas de Gourdan et Lortet. Ces deux gisements ont été exploités par E. Piette dès les années 1870 (Piette, 1873, 1874 ; Delporte, 1987) : l'absence de marquage du matériel, et les indications stratigraphiques toujours

partielles et parfois contradictoires, ne permettent pas de réattribuer chaque vestige à une couche précise. Le produit des fouilles Piette, aujourd'hui conservé pour l'essentiel au MAN, se présente sous la forme d'un ensemble de pièces sans provenance stratigraphique fiable. A Isturitz en revanche, des fouilles plus récentes — années 1910 à 1930 pour les couches magdaléniennes — menées selon des méthodes plus rigoureuses (publications plus détaillées, indication systématique du numéro de couche sur les pièces) nous permettent de disposer d'un cadre stratigraphique mieux établi, même si quelques précautions doivent être prises. En particulier, les différents fouilleurs d'Isturitz s'accordent à dire que l'ensemble des pointes à base fourchue provient de la couche I/F1 attribuée au Magdalénien supérieur, dans laquelle elles constituent le type de pointe dominant à plus de 70 %, l'autre catégorie représentée étant les pointes à biseau double.

Nous nous sommes donc concentré exclusivement sur l'étude technologique des armatures en matières osseuses de la couche I/F1 d'Isturitz. Dans ce site majeur aux collections très riches, la complexité de la stratigraphie (chap. I) nous a cependant conduit, pour constituer notre corpus, à opérer une certaine sélection dans le choix des pièces (chap. II). Après quoi ces dernières ont été analysées, d'abord sur le plan métrique et morphologique (chap. III), puis sous l'angle des techniques de fabrication (chap. IV). L'ensemble des données recueillies compose une image détaillée de la façon dont les occupants d'Isturitz au Magdalénien supérieur concevaient leurs armatures ; ces données ont ensuite été utilisées comme référentiel pour la fabrication de séries de répliques en bois de Renne, employées dans le cadre d'un programme de tir expérimental qui constitue une part essentielle de notre travail (chap. V à IX). Les résultats obtenus lors de ces tirs, au premier rang desquels les fractures diagnostiques d'utilisation, ont permis d'étayer certaines hypothèses concernant les modalités d'utilisation des armatures — notamment le mode de propulsion des projectiles — et ont également été mis à profit pour replacer les pointes archéologiques au sein d'un schéma de réparation et de recyclage (chap. X). Certains éléments de ce schéma, en particulier le nombre relativement important de pièces entières dans la série étudiée, nous ont conduit à rediscuter la question dans la perspective générale de l'exploitation du bois de Cervidé dans la couche I/F1 (chap. XI). Une réflexion d'ordre paléthnographique a ensuite été menée (chap. XII), afin d'évaluer dans quelle mesure les résultats obtenus nous permettraient de reconstituer les comportements culturels et les pratiques sociales entourant la fabrication et l'usage des armes dans le Magdalénien supérieur d'Isturitz. Au final (chap. XIII), la totalité de la matière accumulée a permis de nourrir une discussion approfondie concernant la situation chronologique et le statut culturel des pointes à base fourchue : de quelle manière l'apparition éphémère de ce nouveau type d'emmanchement, qui constitue indéniablement une modification du système d'armement des hommes de cette époque, peut-elle renvoyer aux évolutions qui accompagnent la transition du Magdalénien moyen au Magdalénien supérieur ?

Première partie. Le contexte archéologique

I. LE SITE D'ISTURITZ ET SON OCCUPATION AU MAGDALENIEN SUPERIEUR

Les préhistoriens ayant fouillé à Isturitz dans la première moitié du vingtième siècle ont consacré à leurs résultats de nombreuses publications (pour ne citer que les principales : Passermard, 1924a, 1944 ; Saint-Périer, 1930, 1936 ; Saint-Périer et Saint-Périer, 1952). Dans les décennies suivantes, ce gisement majeur a également servi de base à un grand nombre d'études ayant généralement pour objet l'analyse d'une partie du matériel archéologique. La description générale de ce site a donc déjà été publiée, littéralement, des dizaines de fois. En infligeant ce pensum à notre lecteur, nous tâcherons donc de glisser rapidement sur les points les mieux connus, nous attardant plutôt sur les éléments moins souvent évoqués — en particulier certains problèmes stratigraphiques — ainsi que sur ceux qui concernent directement l'occupation du Magdalénien supérieur, objet de cette étude.

I.1. Description de la grotte

La grotte d'Isturitz s'ouvre à environ 150 m d'altitude sur les flancs nord et sud du Gaztelu, un massif de calcaire urgonien qui domine la vallée de l'Arberoue dans les Pyrénées-Atlantiques (fig. 1). Cette cavité constitue le niveau supérieur d'un ensemble karstique creusé par l'Arberoue (fig. 2), qui comprend par ailleurs les grottes d'Oxocelhaya-Hariztoya (niveau moyen) et d'Erberua (niveau inférieur, encore actif).

Isturitz est une grotte de grandes dimensions : environ 120 m de long sur 50 m de large, pour une superficie totale de plus de 2 500 mètres carrés (fig. 3). Elle se compose de deux galeries parallèles, qui communiquent entre elles par d'étroits passages et possèdent chacune une entrée indépen-

dante. La galerie sud est plutôt basse de plafond (parfois moins de 2 m), tandis que la galerie nord est une impressionnante nef géologique dont la voûte s'élève par endroits à plus de 20 m de hauteur. L'entrée nord, actuellement inutilisée, semble avoir fonctionné pendant toute la durée d'occupation paléolithique du site ; tandis que l'entrée sud, aujourd'hui empruntée par les fouilleurs et les visiteurs, était apparemment comblée dès la fin de l'Aurignacien — ce qui expliquerait la discrétion des occupations ultérieures dans la galerie, qui ne possédait alors plus d'entrée directe.

Chaque galerie est divisée en deux salles ; se succèdent donc au total la Grande Salle (nord-ouest), la Salle des Rhinolophes (sud-ouest), la Salle des Phosphates (nord-est) et la Salle de Saint-Martin (sud-est).

Une série de bas-reliefs ont été découverts par E. Passermard sur l'un des piliers de la Grande Salle. Selon la lecture d'I. Barandiarán et G. Laplace, ils comprennent un renne, deux quadrupèdes acéphales (bouquetins ou cervidés), un ours, un bouquetin, un signe pectiforme et un protomé de cheval (Laplace, 1984). La question de la datation de cet ensemble pariétal sera évoquée plus loin (I.4.4.), car elle est en partie liée à la discussion de la stratigraphie.

I.2. Historique des fouilles (fig. 4)

A partir de 1895, des exploitants entreprennent de vider la grotte de son remplissage sédimentaire afin de le vendre comme engrais phosphaté. Ils détruisent ainsi les couches archéologiques de la Salle des Phosphates (fig. 4, n° 1) ; cherchant sans doute à évaluer le potentiel en engrais d'autres secteurs de la grotte, ils creusent également une tranchée dans

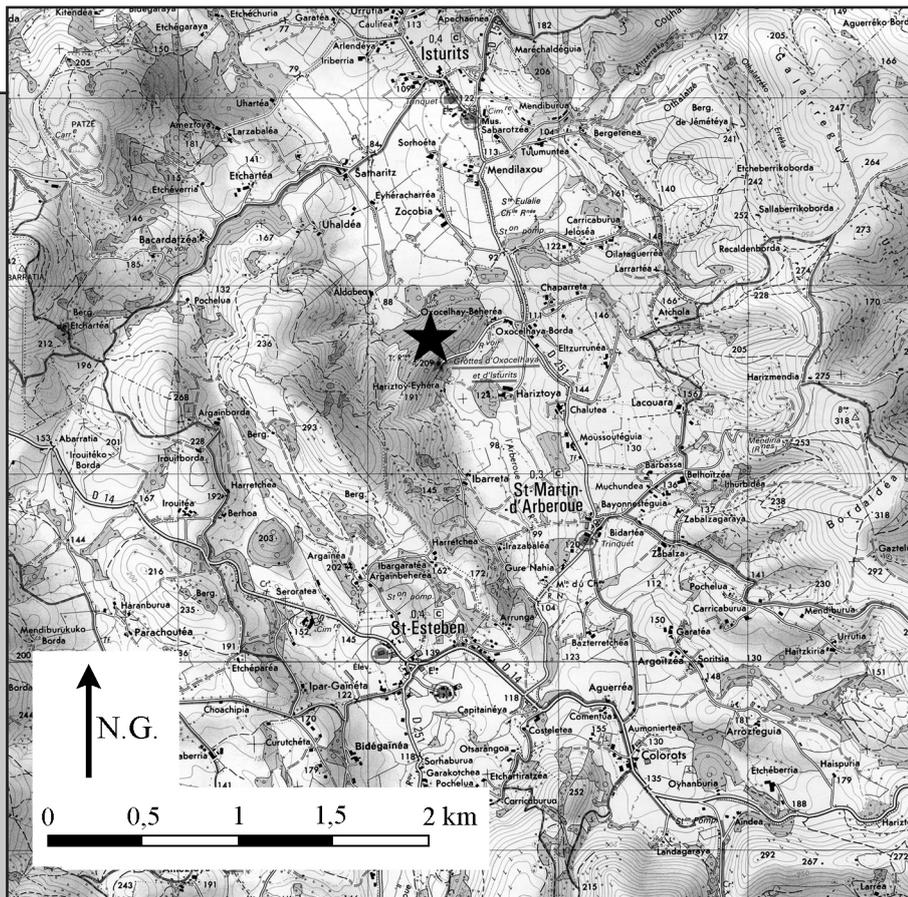


Fig. 1 : emplacement des grottes d'Isturitz, Oxocelhaya et Erberua dans la vallée de l'Arberoue (carte IGN 1/25000, Iholdy, 1345 est, modifiée).

le remplissage de la Grande Salle (fig. 4, n° 2) et explorent l'extrémité des deux galeries latérales s'ouvrant dans la Salle de Saint-Martin (fig. 4, n° 3). Ces activités permettent cependant la mise au jour des premiers vestiges paléolithiques, et les préhistoriens commencent alors à s'intéresser à Isturitz. L'exploitation s'arrêtera en 1898 à la suite d'un procès intenté aux phosphatiers par l'un des propriétaires du site.

D'après des recherches historiographiques entreprises par C. Normand (comm. pers.), il semble que, au début du XX^e siècle, plusieurs préhistoriens soient venus à Isturitz en ordre dispersé pour y effectuer quelques ramassages de matériel et fouilles d'ampleur limitée. Ces opérations n'ont donné lieu à pratiquement aucune publication, mais on peut citer les noms de F. Mascaraux (produit des fouilles conservé au Musée d'Histoire Naturelle de Toulouse), Roseville des Grottes (quelques pièces au Musée de l'Homme), J. de Laporterie...

Quoi qu'il en soit, les premières fouilles archéologiques systématiques à Isturitz seront conduites de 1912 à 1922 par E. Passemard. Il effectue un sondage à l'entrée sud (fig. 4, n° 4), mais l'essentiel de ses recherches se déroule dans la Grande Salle. Là, se cantonnant délibérément à une portion limitée du gisement, il divise sa zone de fouille en deux secteurs : α autour du pilier gravé et β contre la paroi est (respectivement n° 5 et 6 sur la fig. 4). Il pratique également un grand sondage dans la salle Saint-Martin («secteur ω », n° 8 sur la fig. 4 ; cf. Passemard, 1944). Cependant, si une partie des pièces de la

collection Passemard portent bien la mention du secteur où elles ont été découvertes, ce n'est pas le cas pour la majorité d'entre elles : ainsi, parmi les pointes de projectile de la collection Passemard étudiées ici, seules 6 % environ portent l'indication de leur secteur d'origine, ce qui limite bien sûr l'intérêt des distinctions spatiales opérées lors de la fouille. Suivant les secteurs, E. Passemard ne poursuit pas ses fouilles jusqu'à la même profondeur — dans la zone située entre les secteurs α et β (n° 7 sur la fig. 4), il s'arrête ainsi à la base des couches magdaléniennes — mais partout le Magdalénien est entièrement décapé. L'essentiel du matériel issu des fouilles est vendu au MAN en 1927.

La deuxième campagne de fouilles à Isturitz est le fait du comte et de la comtesse R. et S. de Saint-Périer. Arrivés sur le site en 1928, ils évacuent tout d'abord hors de la grotte une partie des déblais des fouilles Passemard, qu'ils avaient trouvés entassés dans la Grande Salle contre la paroi est. Puis ils commencent leurs travaux par «une exploration préliminaire du premier niveau dans chacune des deux salles [Grande Salle et Salle de Saint-Martin]» (Saint-Périer, 1930, p. 15). Leurs publications ne donnent pas d'indications précises sur ces sondages, mais on peut probablement y rapporter les séries d'objets de la collection Saint-Périer étiquetés «Isturitz A 1928» et «Isturitz B 1928» (complété dans les deux cas par le numéro de couche), les lettres «A» et «B» désignant sans doute deux sondages distincts.

Après ces sondages préliminaires, les Saint-Périer fouillent l'intégralité du Magdalénien de la Salle de Saint-Martin (1928-1929 : fig. 4, n° 9). Ils commencent ensuite la fouille des couches magdaléniennes de la Grande Salle (1930-1935 : fig. 4, n° 10 et 11) ; la partie nord de cette salle (n° 11 sur la fig. 4) ne leur sera accessible qu'à partir de 1933, car elle était auparavant fermée par un mur dressé dans la grotte par un des deux propriétaires du site. Après 1935, les couches magdaléniennes d'Isturitz sont entièrement épuisées, à l'exception d'un dernier lambeau de Magdalénien moyen qui sera fouillé en 1937 (Saint-Périer, 1947). Les Saint-Périer se concentrent alors sur la fouille des couches sous-jacentes, déjà bien entamées durant les années précédentes. Ils semblent élargir l'emprise de leur fouille (fig. 4, n° 12) et effectuent des sondages en Salle des Rhinolophes pour s'assurer d'avoir exploité tout le potentiel archéologique du site (fig. 4, n° 13). Seuls deux petits témoins stratigraphiques sont laissés en place (fig. 4, n° 14) ; les photographies de la Grande Salle avant et après les fouilles donnent une certaine idée de l'ampleur des opérations (fig. 5 et 6). R. de Saint-Périer meurt en septembre 1950, et son épouse poursuit seule les fouilles pendant quelques années. Isturitz est classée en 1953 au titre des Monuments Historiques ; l'essentiel du matériel des fouilles Saint-Périer rejoindra le MAN

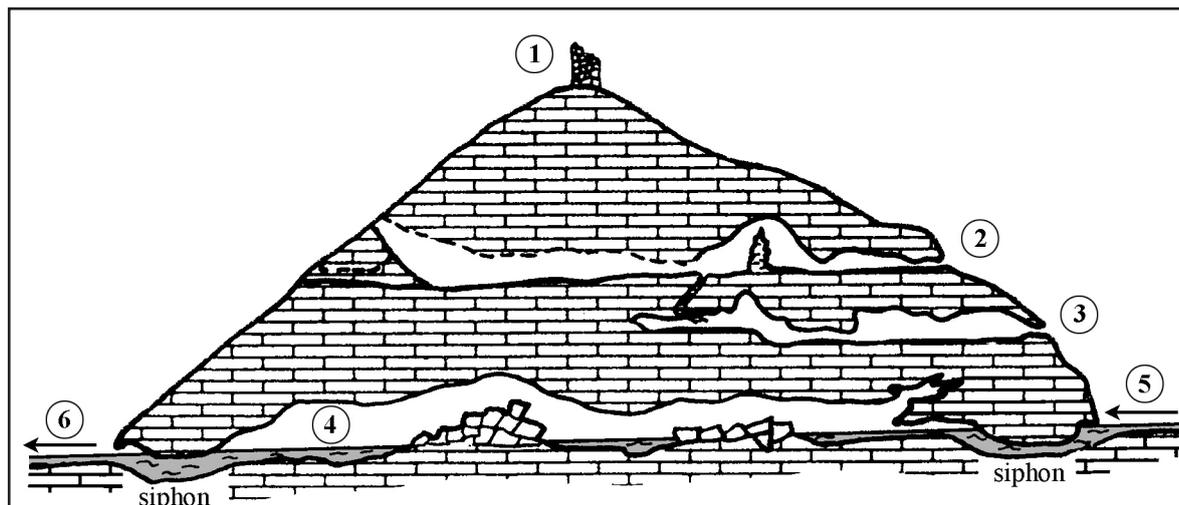


Fig. 2 : coupe schématique de la colline du Gaztelu. 1 : château de Rocafort. 2 : réseau d'Isturitz. 3 : réseau d'Oxocelhaya. 4 : réseau d'Erberua. 5 : perte de l'Arberoue. 6 : résurgence de l'Arberoue. Topographie : J.D. Larribau (1980). D'après Larribau et Prudhomme, 1983, fig. 1 (modifiée).

en 1981, une petite partie étant dispersée dans plusieurs autres musées (en particulier le Musée de Saint-Gaudens, le Musée-forum d'Aurignac, le Musée de l'Homme et le Muséum d'Histoire Naturelle de Bayonne — dont la série est en dépôt au Musée Basque —, sans oublier un lot de pièces actuellement conservé dans l'espace muséographique situé à l'entrée du site), et quelques pièces dans des collections privées.

La grotte ne connaît ensuite plus aucune intervention archéologique à l'exception de quelques sondages limités effectués par G. Laplace à la fin des années 1950 (Delporte, 1980-81). Après une nouvelle campagne de sondages en 1996, les fouilles reprennent réellement en 1997 ; elles sont dirigées jusqu'en 1998 par A. Turq et C. Normand, puis en 1999 par une équipe franco-espagnole animée par I. Barandiarán, A. Cava, J. Fernandez Eraso et C. Normand, et enfin par C. Normand depuis 2000. Elles révèlent notamment la présence dans la Salle de Saint-Martin de niveaux aurignaciens encore intacts, actuellement en cours de fouille (fig. 4, n° 15). Elles confirment en revanche l'épuisement total des couches magdaléniennes, à l'exception de la surface négligeable représentée par les deux témoins stratigraphiques et de quelques lambeaux de brèche archéologique accrochés aux parois. Même le tamisage des anciens déblais magdaléniens semble hors de portée, puisque E. Passemard et R. de Saint-Périer ont apparemment transporté ceux-ci hors de la grotte avant de les déverser dans un à-pic (Normand, sous presse a)... Seul un petit secteur contenant du matériel du Magdalénien moyen en contexte très perturbé a été mis au jour en 2005 dans l'un des diverticules de la Salle de Saint-Martin (Normand, 2005). Mais globalement, pour la période qui nous concerne, les fouilles récentes ne paraissent hélas pas en mesure de fournir beaucoup d'éléments nouveaux.

I.3. Stratigraphie générale

Un site immense à la stratigraphie très complexe, des fouilleurs successifs — E. Passemard, R. et S. de Saint-

Périer — qui ne s'apprécient pas vraiment et cherchent plus à se contredire qu'à se mettre d'accord, des méthodes de fouille et des standards de publication relativement imprécis par rapport aux exigences actuelles, l'impossibilité d'effectuer aujourd'hui des fouilles de contrôle à cause de la disparition quasi totale des niveaux archéologiques (du moins pour le Magdalénien) : tous ces éléments se combinent pour faire du problème stratigraphique d'Isturitz un écheveau interminable et particulièrement embrouillé. Nous n'espérons donc pas le démêler entièrement mais, plus modestement, dérouler dans ce chapitre les quelques fils que nous avons au moins réussi à suivre sur une certaine longueur avant qu'ils ne cassent...

Nous souhaitons d'ailleurs à ce propos remercier ici encore notre collègue en doctorat Nejma Goutas. L'ensemble des paragraphes I.3. et I.4. ci-dessous — ainsi que la discussion de la séquence des pointes de projectile dans le chapitre suivant — sont en effet le produit d'une réflexion que nous avons élaborée en commun alors que, étudiant les niveaux gravettiens d'Isturitz (Goutas, 2002, 2004), elle se retrouvait confrontée aux mêmes problèmes stratigraphiques.

I.3.1. Les stratigraphies publiées

E. Passemard publie à trois reprises sa première version de la stratigraphie d'Isturitz (1913, 1922, 1924a ; ici tabl. 1). Il distingue neuf couches archéologiques témoignant d'occupations au Moustérien, à l'Aurignacien, au Gravettien (dénommé à l'époque «Aurignacien supérieur»), au Solutréen, au Magdalénien et à l'Azilien. Le remplissage est constitué selon les cas de sédiment d'origine anthropique correspondant à des périodes d'occupation très denses (os brûlés, esquilles, charbons...), de couches argilo-limoneuses déposées lors d'épisodes de ruissellement important, ou de blocs et plaquettes calcaires résultant de la désagrégation progressive de la roche.

E. Passemard précise que cette stratigraphie est valable pour l'ensemble de la grotte ; mais il donne cependant plusieurs indications selon lesquelles certaines couches supérieures

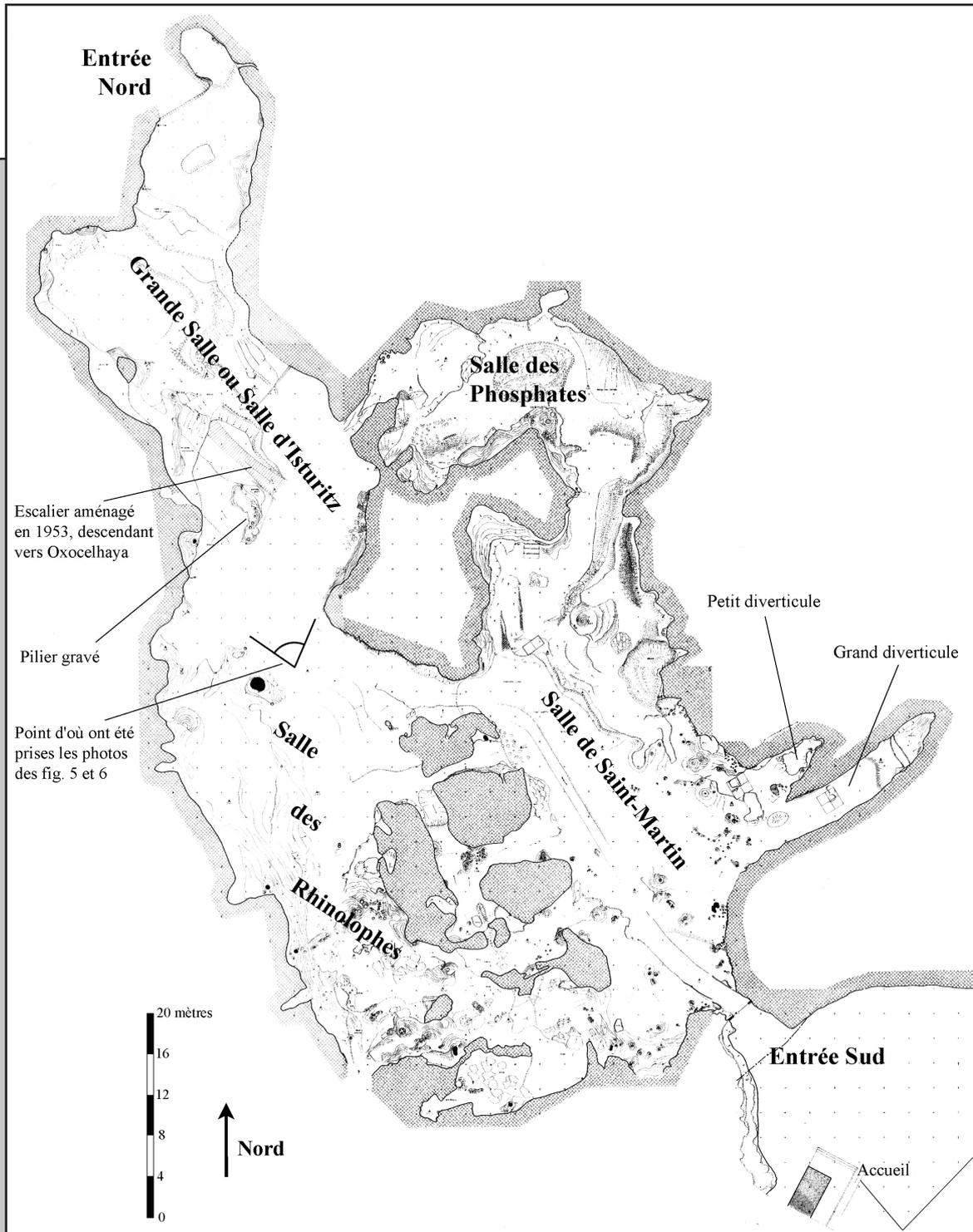


Fig. 3 : plan actuel de la grotte d'Isturitz. Topographie : F. Rouzaud et A. du Fayet de la Tour. D'après Normand, 2002 (modifié).

de la Grande Salle ne seraient pas ou peu présentes dans la Salle de Saint-Martin, en particulier pour le Magdalénien : «chaque type de sculpture, de gravure et de contours découpés s'est retrouvé d'un côté de la caverne comme de l'autre, mais l'extrême fin de E et la couche F1 paraissent manquer dans la salle sud» (Passemard, 1924a, pp. 144-145 ; cf. indications du même ordre pp. 112, 120, 124 et 129-130). L'occupation du Magdalénien supérieur, qui correspond à la couche F1, serait donc cantonnée à la Grande Salle — ce que les fouilles ultérieures vont confirmer.

En effet, R. de Saint-Périer publie en 1930 et 1936 sa propre lecture des niveaux magdaléniens d'Isturitz (tabl. 2), en adoptant une nomenclature différente de celle d'E. Passemard et en montrant clairement les différences stratigraphiques entre les deux salles. Ainsi, selon lui, la Salle de Saint-Martin ne comprend qu'une seule couche magdalénienne, SI, attribuable au Magdalénien moyen («Magdalénien IV» dans la terminologie de H. Breuil) ; tandis que la Grande Salle en contient trois, la couche II du Magdalénien moyen (qui semble

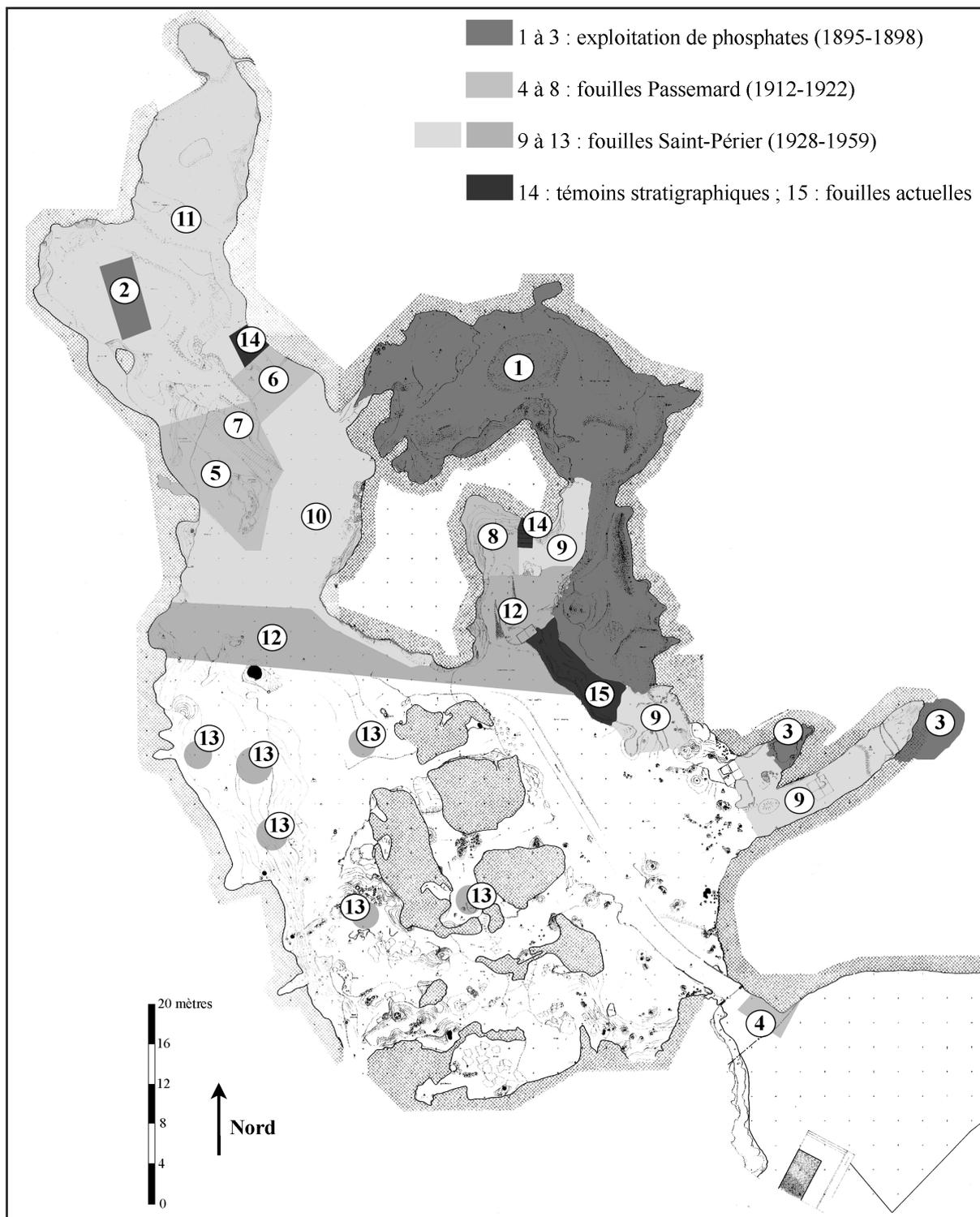


Fig. 4 : emplacement des zones fouillées dans la grotte d'Isturitz. Adapté d'après Passemard, 1944 ; Saint-Périer, 1930, 1936 ; Saint-Périer et Saint-Périer, 1952 ; Normand, 2002.

être contemporaine de la SI, la couche I du Magdalénien supérieur («Magdalénien V-VI» de H. Breuil), et la couche Ia, rapportée pour partie au Magdalénien final et pour partie à l'Azilien. Cette dernière couche, sur l'attribution de laquelle nous aurons à revenir, est d'extension beaucoup plus réduite que les autres puisqu'il s'agit essentiellement d'une «poche» de 5 m de diamètre, située contre la paroi est de la Grande Salle, entre les fouilles Passemard et le diverticule communiquant avec la Salle des Phosphates (fig. 4).

Quelque temps plus tard, en 1944, E. Passemard publie une nouvelle version de sa stratigraphie (tabl. 3). La différence majeure par rapport à la variante antérieure est la distinction beaucoup plus nette opérée cette fois-ci entre les occupations de la Salle de Saint-Martin et celles de la Grande Salle. Cette dernière montre en effet une stratigraphie allant de l'Aurignacien à l'Azilien en passant par le Gravettien, le Solutréen, le Magdalénien moyen et supérieur ; tandis que l'occupation de la Salle de Saint-Martin, si elle a commencé plus tôt



De haut en bas.

Fig. 5 : la Grande Salle avant les fouilles Saint-Périer. Le pilier gravé est au centre. On distingue l'emplacement des fouilles Passemard, et (au premier plan) le dcauville utilisé pour évacuer les déblais. D'après Saint-Périer, 1936, pl. 1.

Fig. 6 : la Grande Salle photographiée en juillet 2003, approximativement selon le même angle que ci-dessus.

(dès le Moustérien), est ensuite beaucoup plus discontinue (une couche aurignacienne, une couche gravettienne très pauvre et une couche du Magdalénien moyen, chacune ayant son pendant dans la Grande Salle).

Cette révision stratigraphique, effectuée par E. Passemard vingt ans après ses dernières fouilles à Isturitz, semble avoir été suscitée au moins en partie par la lecture des données publiées entretemps par R. de Saint-Périer. E. Passemard justifie son «erreur» stratigraphique initiale par l'extension limitée de ses propres fouilles, critiquant d'ailleurs les méthodes de son successeur :

«Il ne faut pas oublier que nos premières fouilles à Isturitz l'ont été dans la Salle Nord, que leur intérêt était considérable à tous points de vue [...], aussi n'ai-je porté mon activité dans la Salle Sud que secondairement [...]. De ce fait, la surface fouillée a été beaucoup moins considérable dans la Salle Sud que dans la Salle Nord. La circonspection avec laquelle nous

avons procédé ne permettait pas de remuer des mètres cubes de terre, comme cela se fait parfois au grand détriment des résultats scientifiques. Nul n'est certain de ne pas avoir fait de fautes, mais nous avons apporté tout notre soin à en faire le moins possible» (Passemard, 1944, p. 24).

Collaborateur actif pendant la Seconde Guerre Mondiale, E. Passemard voit son existence soudainement interrompue à la Libération par un peloton d'exécution. Le comte de Saint-Périer décède en 1950 ; c'est donc son épouse qui achève en 1952 la publication des couches inférieures du gisement. Pour la Grande Salle, la stratigraphie donnée — Aurignacien, Gravettien, Solutrénien : tabl. 4 — est relativement compatible avec celle proposée par E. Passemard huit ans auparavant. Elle s'en écarte cependant pour la Salle de Saint-Martin, où les Saint-Périer voient une succession de Moustérien, de Châtelperronien (incertain) et d'Aurignacien, le tout étant plus ancien que les occupations de la salle voisine (tabl. 5). Les auteurs critiquent par ailleurs E. Passemard pour avoir, «dans ses premières publications, méconnu cette dualité du gisement et présenté toute la grotte comme un ensemble homogène» (accusation qui, on l'a vu, est assez exagérée), pour avoir publié en conséquence des stratigraphies erronées, avant d'avoir reconnu «tacitement et partiellement [...] son erreur dans sa dernière publication, où, s'inspirant de ce qu'il savait de nos propres fouilles, il [a donné] pour chaque salle une coupe différente, plus proche de la réalité» (Saint-Périer et Saint-Périer, 1952, p. 10).

Dans le même texte, les auteurs proposent un tableau d'équivalence entre les stratigraphies Passemard et Saint-Périer. Ce tableau, auquel S. de Saint-Périer apportera quelques changements mineurs dans une publication ultérieure (1965), fut repris par H. Delporte dans une version plus détaillée et légèrement modifiée (Delporte, 1974a, 1980-81 ; ici tabl. 6) — version qui sert de référence depuis.

1.3.2. Validité des divisions stratigraphiques

Après avoir présenté ce que l'on peut difficilement considérer comme un exemple réussi de coopération scientifique, reste à déterminer la validité des divisions stratigraphiques opérées par les fouilleurs, des attributions culturelles et des équivalences proposées.

Le matériel d'Isturitz a fait l'objet d'un grand nombre d'études depuis les années 1950. Plusieurs d'entre elles ont débouché sur la remise en cause de l'attribution de certains niveaux (en particulier les plus pauvres et les moins bien caractérisés), ou sur la rediscussion du parallélisme entre les couches des deux salles. Ainsi, dans l'une des synthèses les plus ambitieuses sur la stratigraphie d'Isturitz, X. Esparza et J.A. Mujika (1996) effectuent une analyse typologique de l'ensemble de l'industrie lithique et osseuse du gisement, qui les conduit

à réaménager en partie le modèle stratigraphique d'H. Delporte, en particulier pour les couches du Paléolithique supérieur ancien de la Salle de Saint-Martin : réattribution des niveaux «y» et «SII» à un Aurignacien plus ancien que celui des niveaux «A» et «V» de la Grande Salle, attribution du niveau «x» à un Gravettien du même type que celui de la Grande Salle, reconstitution d'un «niveau z» probablement solutréen à partir du matériel des fouilles Passemard (tabl. 7)...

Il faut toutefois souligner que ces études n'ont jamais invalidé les équivalences proposées par H. Delporte entre les nomenclatures stratigraphiques Passemard et Saint-Périer. Il est donc légitime de considérer par exemple que le matériel du niveau F1 (Passemard) et celui du niveau I (Saint-Périer) se rapportent en fait à un unique niveau Magdalénien supérieur (sur ce point, cf. Chauchat, 1999, p. 136). Dans la suite de ce texte, pour désigner l'ensemble des couches magdaléniennes de la Grande Salle, nous parlerons donc des niveaux Ia/B (Magdalénien final et Azilien), I/F1 (Magdalénien supérieur) et II/E (Magdalénien moyen).

Enfin, il est important de noter que, à quelques détails près, la pertinence des divisions stratigraphiques et l'attribution chronoculturelle de la plupart des couches n'ont jamais été profondément remises en cause. En particulier, les études du matériel d'Isturitz n'ont pas mis en évidence de perturbation majeure au sein des dépôts, de mélange stratigraphique de grande ampleur ou de grave erreur de fouille. Le fait même que, malgré leur mésentente manifeste, les fouilleurs successifs s'accordent sur les grandes lignes de la stratigraphie tend à prouver que celles-ci sont exactes : les principales phases d'occupation du site ont bel et bien été correctement identifiées à la fouille.

Cette situation peut être mise sur le compte du soin apporté par les fouilleurs à comprendre la stratigraphie de la grotte. D'après les indications qu'ils donnent dans leurs publications, tant E. Passemard que R. et S. de Saint-Périer étaient en effet conscients de se trouver à Isturitz en face d'un remplissage particulièrement complexe ; malgré des techniques de fouille que nous considérons aujourd'hui comme assez frustes (éclairage limité, fouille à la pioche et au piochon), ils ont donc tenté de distinguer précisément les différentes couches et d'éviter tout mélange qu'ils savaient préjudiciable à la compréhension du site. C'est particulièrement vrai pour E. Passemard, dont les idées en la matière sont paradoxalement plus modernes que celles de ses successeurs :

«Lorsqu'[on fouille] un gisement de faible étendue, il est bien évident qu'il est facile d'en dépouiller toute la surface, couche par couche, en un temps relativement bref, et de se faire

COUCHE	DESCRIPTION	ATTRIBUTION
-	stalagmite	stérile
B	limon jaune, lenticulaire	Azilien ?
F1	couche noire	Magdalénien supérieur
E	couche rouge à la base, noire au sommet	Solutréen (base), Magd. ancien et moyen (milieu + sommet)
-	argile d'inondation	stérile
F2	mince ligne de foyers noirs	Solutréen
-	argile d'inondation	stérile
C	couche grisâtre	"Aurignacien sup." (Gravettien)
F3	couche noire	"Aurignacien sup." (Gravettien)
A	"couche truffée" (brune à nombreux vestiges)	Aurignacien
M	limon jaune-brun	Moustérien
-	ossements d'Ours	repaire d'ours
P	couche brune (épaisseur 3 à 5 cm)	Moustérien
-	limons légèrement brunâtres (épais. 3 m)	rares silex moustériens
-	éboulement	stérile
-	stalagmite	stérile

Tabl. 1 : stratigraphie d'Isturitz publiée par E. Passemard (1913, 1922, 1924a).

une idée exacte de ce qu'était topographiquement ce dépôt. Lorsque, au contraire, on se trouve en présence d'un dépôt d'une étendue considérable, comme c'est le cas à Isturitz, le problème est beaucoup plus compliqué. Si les couches [...] avaient toujours le même aspect, si surtout il était impossible, par des différences marquées et constantes, de ne pas confondre [*sic*] les couches les unes avec les autres, il y aurait intérêt à procéder ainsi. Mais lorsque la fouille se poursuit pendant des années, lorsque le gisement présente un aspect général peu différent dans toutes les couches, on ne peut agir ainsi. Il faut alors délimiter des secteurs dont l'étendue et la forme peuvent être quelconques, mais où il devient aisé à chaque instant de contrôler dans la coupe verticale la position de contact des couches, où pratiquement il devient impossible de ne pas savoir où l'on est. Evidemment, on pourra m'opposer que la fouille par secteurs rend plus difficiles les résultats topographiques et que la position des objets dans un même plan horizontal est moins facilement discernable [...]. Si la fouille est bien faite, si le carnet de fouille est bien tenu avec les croquis [...], il n'y a pas grand danger. En tout cas, même si une légère erreur se produisait, il ne fait aucun doute qu'elle serait toujours moins grave que celle que constituerait la fouille de deux couches à la fois, produisant un mélange que personne ne pourrait jamais redresser» (Passemard, 1944, p. 11).

De fait, les fouilles menées depuis la fin des années 1990 dans la Salle de Saint-Martin ont permis de retrouver les couches aurignaciennes distinguées par E. Passemard et les Saint-Périer (x,y/SII et A/SIII, correspondant aux actuelles couches c3 et c4)... Même si les subdivisions stratigraphiques pratiquées aujourd'hui sont bien sûr beaucoup plus fines (la c4 est ainsi divisée en une dizaine de niveaux et sous-niveaux), et si l'étude du matériel issu de ces fouilles a conduit à une rediscussion de la nature des faciès aurignaciens présents dans la grotte (Normand, sous presse b).

Cependant, cette validité globale de la stratigraphie ancienne ne signifie pas que, lorsqu'on regarde en détail telle ou telle partie du gisement, des problèmes plus précis ne se posent pas. C'est ce que nous allons examiner en exposant plus longuement le cas des couches magdaléniennes de la Grande Salle.

COUCHES DE LA GRANDE SALLE			COUCHES DE LA SALLE DE SAINT-MARTIN		
NOM	DESCRIPTION	ATTRIBUTION	NOM	DESCRIPTION	ATTRIBUTION
St	stalagmite ; épaisseur 10 cm à 1 m	sépultures Âge du Bronze	St	stalagmite ; épaisseur variable (max. 35 cm)	sépultures Âge du Bronze
Ia	couche grasse, «d'un noir de suie» ; épaisseur 20 cm	Magdalénien final et Azilien	(pas de couches correspondantes)		
I	couche noire, très tassée, pierreuse ; épaisseur 5 à 60 cm	Magdalénien supérieur (V-VI)			
II	éboulis calcaires, secs et grisâtres ou emballés dans une argile rouge ; épaisseur 10 cm à 1 m	Magdalénien moyen (IV)	SI	couche très noire avec taches rouges ; épaisseur moyenne 25 cm	Magdalénien moyen (IV)

Tabl. 2 : niveaux supérieurs de la stratigraphie d'Isturitz publiés par R. de Saint-Périer (1930, 1936). Les couches équivalentes d'une salle à l'autre sont en vis-à-vis.

COUCHES DE LA GRANDE SALLE			COUCHES DE LA SALLE DE SAINT-MARTIN		
NOM	DESCRIPTION	ATTRIBUTION	NOM	DESCRIPTION	ATTRIBUTION
-	stalagmite	stérile	-	stalagmite	stérile
B	limon jaune, lenticulaire	Azilien	(pas de couches correspondantes)		
F1	couche noire	Magdalénien supérieur			
E	couche rouge à la base, noire et grasse au sommet	Solutréen (base), Magd. ancien et moyen (milieu + sommet)	Ew	niveau à nombreux fragments calcaires	Magdalénien ancien et moyen
-	argile d'inondation	stérile	(pas de couches correspondantes)		
F2	mince ligne de foyers noirs	Solutréen			
-	argile d'inondation	stérile			
C	couche grisâtre	"Aurignacien sup." (Gravettien)			
F3	couche noire	"Aurignacien sup." (Gravettien)	x, y	limon cendreuse gris à blanchâtre	"Aurignacien sup." (Gravettien)
-	blocs d'effondrement	stérile	-	blocs d'effondrement	stérile
A	"couche truffée" (brune à nombreux vestiges)	Aurignacien	A	"couche truffée" (brune à nombreux vestiges)	Aurignacien
(pas de couches correspondantes)			M	limon brunâtre	Moustérien
			-	"magma d'ossements" dans un limon jaune	repaire d'Ours
			P	couche légèrement brunâtre	Moustérien
-	limons	stérile	-	limons jaunâtres et tassés (épaisseur 5 m)	faune (tanière)
-	stalagmite	stérile	-	stalagmite	stérile
-	limons	faune (tanière)	(non atteint)		

Tabl. 3 : stratigraphie d'Isturitz publiée par E. Passemar (1944). Les couches équivalentes d'une salle à l'autre sont en vis-à-vis.

NOM	DESCRIPTION	ATTRIBUTION
IIIa	argile compacte gris verdâtre ; épaisseur 30 à 80 cm ; niveau «aux limites incertaines, à l'aspect variable»	stérile en surface ; Solutréen en profondeur
IIIb	idem IIIa (même type de remplissage)	«poche» de Solutréen ancien ?
III	idem IIIa (partie inf. de la couche d'argile)	«Aurignacien final» (Gravettien)
IV	couche noire, sèche, cendreuse, «bourrée de débris osseux», foyers très visibles	«Aurignacien supérieur» (Gravettien)
V	couche argilo-sableuse avec blocs d'effondrement ; épaisseur 60 à 80 cm	stérile en surface ; Aurignacien en profondeur
-	blocs d'effondrement ; épais. 40 à 60 cm	stérile
-	stalagmite	stérile
-	argile, sables, graviers ; épais. 85 à 130 cm	stérile

Tabl. 4 : stratigraphie des niveaux inférieurs de la Grande Salle d'Isturitz, publiée par R. et S. de Saint-Périer (1952).

NOM	DESCRIPTION	ATTRIBUTION
SII	argile grisâtre, meuble ; épaisseur 20 à 60 cm	Aurignacien
-	mince assise d'argile	stérile
SIII	argile sombre à traînées jaunes, lourde et grasse ; épaisseur 50 à 70 cm	Aurignacien en surface, Châtelperronien (?) à la base
-	couche jaune très dense, épaisseur 10 à 25 cm	stérile
SIV	idem ci-dessus ; épaisseur 50 à 60 cm	Moustérien
-	idem SIV ; épaisseur 25 à 30 cm	stérile
SV	idem SIV ; épaisseur 20 cm	couche à Ours + Moustérien
-	stalagmite	stérile
-	sables et graviers	stérile

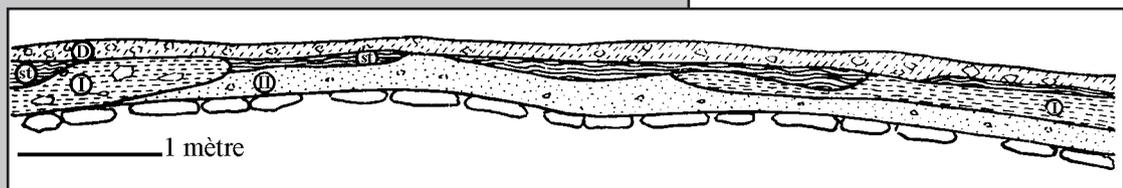
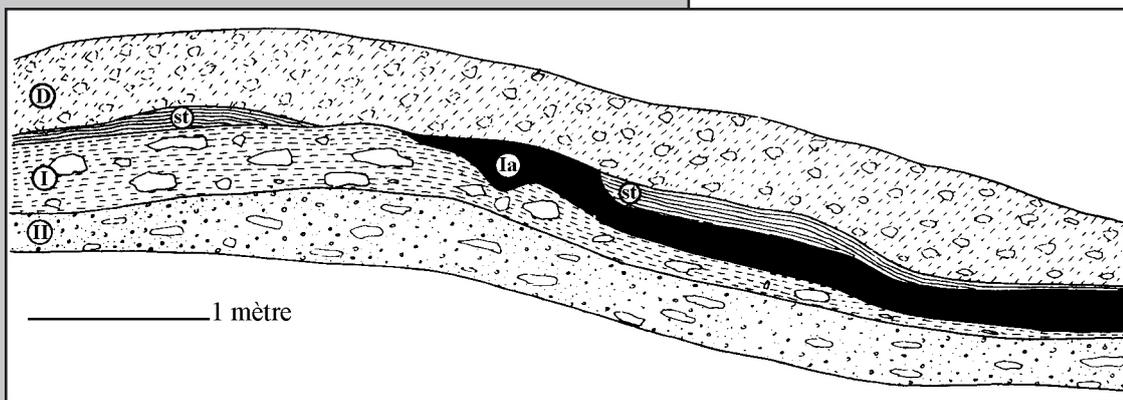
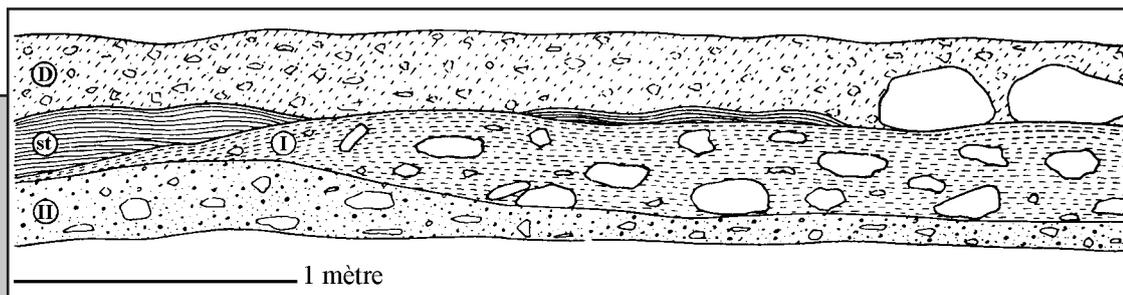
Tabl. 5 : stratigraphie des niveaux inférieurs de la Salle de Saint-Martin d'Isturitz, publiée par R. et S. de Saint-Périer (1952).

COUCHES DE LA GRANDE SALLE			COUCHES DE LA SALLE DE SAINT-MARTIN		
PASSEMARD	SAINT-PÉRIER	ATTRIBUTION	PASSEMARD	SAINT-PÉRIER	ATTRIBUTION
stalagmite		sépultures Âge du Bronze	stalagmite		sépultures Âge du Bronze
B	Ia	Magd. final et Azilien	(pas de couches correspondantes)		
F1	I	Magdalénien supérieur			
E	II	Magdalénien moyen	Ew	SI	Magdalénien moyen
argile	sommet du IIIa	stérile	(pas de couches correspondantes)		
F2	IIIa	Solutréen			
argile	IIIb	traces de Solutréen			
C	III	"Aurignacien sup." (Gravettien)	x, y		
F3	IV	"Aurignacien sup." (Gravettien)			
blocs	sommet du V	stérile	blocs	argile	stérile
A	V	Aurignacien	A	SIII	Aurignacien
(pas de couches correspondantes)			M	SIV	Moustérien
			repaire d'Ours		
(pas de couches correspondantes)			P	SV	Moustérien
			stalagmite		stérile	stalagmite		stérile
argiles, sables, graviers		stérile	argiles, sables, graviers		stérile

Tabl. 6 : équivalences entre les stratigraphies Passemard et Saint-Périer (d'après Delporte, 1980-81). Nous avons rectifié dans ce tableau l'emplacement du sous-niveau IIIb, qu'H. Delporte plaçait au-dessus du IIIa alors qu'il lui est sous-jacent (cf. Saint-Périer et Saint-Périer, 1952, p. 18 ; et Straus, 1977, p. 596).

COUCHES DE LA GRANDE SALLE		COUCHES DE LA SALLE DE SAINT-MARTIN		ATTRIBUTION
PASSEMARD	SAINT-PÉRIER	PASSEMARD	SAINT-PÉRIER	
B	Ia	(pas de couches correspondantes)		Magdalénien final et Azilien
F1	I			Magdalénien supérieur
E	II	Ew	SI	Magdalénien moyen
base de E	-	-	base de SI	Solutréen supérieur
F2	IIIa	z	-	Solutréen supérieur
C	III	(pas de couches correspondantes)		Gravettien
F3	IV	x	-	Gravettien
A	V	(pas de couches correspondantes)		Aurignacien évolué
(pas de couches correspondantes)		y	SII	Aurignacien typique
		A	SIII	Aurignacien typique
		-	base de SIII	Protoaurignacien
		M	SIV	Moustérien
		P	SV	Moustérien

Tabl. 7 : modèle stratigraphique d'Isturitz selon X. Esparza et J.A. Mujika (1996).



De haut en bas.

Fig. 7 : coupe des couches magdaléniennes de la Grande Salle «entre le pilier gravé et la paroi droite». D : déblais des fouilles Passemard. St : stalagmite. I : Magdalénien supérieur. II : Magdalénien moyen. Longueur de la coupe : 4 mètres. Epaisseur : 0,75 mètre. D'après Saint-Périer, 1936, fig. 3.

Fig. 8 : coupe des couches Magdaléniennes de la Grande Salle «en avant du pilier, vers Isturitz». D : déblais des fouilles Passemard. St : stalagmite. Ia : Magdalénien final et Azilien. I : Magdalénien supérieur. II : Magdalénien moyen. Longueur de la coupe : 6 mètres. Epaisseur : 1,25 mètre. D'après Saint-Périer, 1936, fig. 4.

Fig. 9 : coupe des couches magdaléniennes de la Grande Salle «en arrière du pilier». D : déblais des fouilles Passemard. St : stalagmite. I : Magdalénien supérieur. II : Magdalénien moyen. Longueur de la coupe : 7,6 mètres. Epaisseur : 0,5 mètre. D'après Saint-Périer, 1936, fig. 5.

I.4. Stratigraphie du Magdalénien de la Grande Salle

I.4.1. Les données bibliographiques

E. Passemard ne donne que peu d'informations sur les difficultés que lui pose la stratigraphie magdalénienne de la Grande Salle, mais des hésitations sont visibles dans ses publications lors de l'attribution des vestiges à tel ou tel niveau magdalénien. Ainsi, neuf bâtons percés publiés en 1924 comme faisant partie de la couche F1 ont été re-publiés par lui-même en 1944 comme pièces de la couche E (Passemard, 1924a, fig. 113, et fig. 112 n° 1 à 3, 6, 8 à 11 ; comparer avec Passemard, 1944, fig. 31, pl. XLVII n° 4-5, pl. XLVIII n° 2, 4, 5, et pl. XLIX n° 2 à 4). Plus étonnant encore, sur les planches de photographies de pièces de la couche E publiées en 1944, deux objets portent, nettement lisible, la mention

«I F1» (pour «Isturitz, couche F1») : cf. Passemard, 1944, pl. XXIII (bois de renne au centre) et pl. XXI, n° 8. Sur cette dernière planche, c'est même l'ensemble des pointes représentées, toutes à biseau double, qui provient en fait de la couche F1 (cf. II.5.2.).

Ces hésitations et réattributions peuvent s'expliquer par la complexité de la stratigraphie, en particulier la difficulté à distinguer les limites entre les différents niveaux. Plus loquace sur la question, R. de Saint-Périer écrit en effet : «Si nos fouilles nous ont révélé partout l'existence des deux niveaux [I et II], il s'en faut que leur superposition ait été régulière. L'un et l'autre ondulaient presque sans cesse et leurs sinuosités, s'insinuant en tous sens, enchâssaient ici le niveau I dans le II et là, le II dans le I. La différence très nette de leur aspect physique permettait de les distinguer immédiatement [...] mais il y fallait une attention constante»

(Saint-Périer, 1936, p. 8). Il illustre son propos de trois dessins de coupes relevés autour du pilier gravé, dans la zone «où les discordances étaient le plus fréquentes» :

«Dans une première coupe [fig. 7], on voit, sous un revêtement de déblais modernes, la stalagmite venant en sifflet recouvrir le niveau I qui creuse à droite une vaste poche dans le II, tandis qu'à gauche il se réduit à un filet sous une bosse du II qu'il n'a pas entamée. Une seconde coupe [fig. 8] montre deux lentilles stalagmitiques, l'une au-dessus du niveau I, l'autre au-dessus de la cuvette du Ia, qui s'enfoncent peu à peu dans presque toute l'épaisseur du I. Enfin, dans une troisième coupe [fig. 9], le niveau I disparaît au centre, et c'est le II qui vient en contact avec la stalagmite» (*ibid.*).

Les fouilles récentes ont quelque peu éclairé le mode de formation de ce remplissage. Elles ont ainsi montré, dans les couches aurignaciennes de la Salle de Saint-Martin, le rôle important joué à certains endroits par la cryoturbation, la solifluxion et le ruissellement, qui ont entraîné des déformations, voire une érosion locale de certaines couches (Texier et Lenoble, sous presse). Certes, les niveaux magdaléniens qui nous concernent ne sont situés ni à la même période, ni dans la même salle de la grotte ; mais on peut malgré tout supposer que des phénomènes similaires ont pu avoir ici aussi une influence non négligeable⁵.

La distinction entre les couches magdaléniennes était d'autant plus ardue qu'elles n'étaient séparées par «aucun lit stérile d'une épaisseur appréciable» (Saint-Périer, 1936, p. 7). De plus, il semble bien qu'E. Passemard et R. de Saint-Périer n'aient pas placé exactement au même endroit la limite entre la couche du Magdalénien moyen et celle du Magdalénien supérieur. E. Passemard indique en effet que sa couche E (Magdalénien moyen) «début à la base par un niveau nettement rouge, inséparable de l'ensemble [...]. La coloration rouge diminue à mesure que l'on s'élève et se perd au milieu de cendres très noires, généralement grasses...» (Passemard, 1944, p. 43). Quant à la couche F1 sus-jacente, «il n'y a vraiment que très peu de différences dans la constitution de [cette couche] par rapport à la partie supérieure de la couche E. C'est une belle couche noire [...] riche en objets et en faune...» (*ibid.*, p. 72). Or R. de Saint-Périer n'opère pas tout à fait la même distinction : tandis que sa couche II est «formée en général d'un amas de petits éléments de roches anguleux, tantôt secs et grisâtres, tantôt emballés dans une argile rouge, humide et tenace», la couche I supérieure est «noire, très tassée, pierreuse, riche en silex et en os», bref «d'apparence bien différente» (Saint-Périer, 1936, p. 7).

Il semble donc qu'il y ait eu dans la stratigraphie de la Grande Salle une superposition entre une couche de couleur rouge et une autre de couleur noire ; mais, tandis que pour R. de Saint-Périer la transition «couche rouge / couche noire» correspond à la transition «Magdalénien moyen / supérieur», E. Passemard, lui, a placé la limite plus haut, englobant ainsi la base de la couche noire dans le Magdalénien moyen... la transition «Magdalénien moyen / supérieur» se situant donc à l'intérieur de cette couche noire !

Ces difficultés et ces discordances nous permettent de soupçonner d'emblée que des confusions et erreurs d'attribution stratigraphique aient pu se produire lors de la fouille, ce que nous allons tenter de vérifier en examinant la répartition

stratigraphique de certains types de vestiges magdaléniens caractéristiques.

I.4.2. Répartition stratigraphique de quelques types de vestiges magdaléniens

Du début à la fin de l'occupation magdalénienne d'Isturitz, une proportion importante de l'outillage reste relativement inchangée. C'est le cas en particulier pour l'industrie lithique, ainsi que pour une partie de la panoplie en matières osseuses. Lissoirs, aiguilles, bâtons percés, os à impressions et éraillures se retrouvent ainsi en nombre et sans grande variation dans les couches I/F1 et II/E⁶. Mais l'industrie osseuse magdalénienne d'Isturitz comporte aussi un certain nombre de types d'objets classiquement considérés comme caractéristiques d'une phase précise (moyenne ou supérieure) du Magdalénien. L'étude de leur répartition stratigraphique peut donc nous fournir un premier aperçu des éventuelles confusions entre niveaux, et nous permettre d'évaluer la pertinence, à Isturitz, de la distinction effectuée par les fouilleurs entre ces deux phases.

L'ensemble des propulseurs découverts à Isturitz, ainsi que la totalité des contours découpés, proviennent de la couche II/E — ce qui concorde avec l'attribution de ces objets comme marqueurs chronologiques du Magdalénien moyen (pour la classification typologique et la répartition chronologique des propulseurs, cf. Cattelain, 1988, 2005, sous presse ; pour celle des contours découpés, cf. Bellier, 1991a, 1991b, 1991c). Les fragments de baguettes demi-rondes portant sur la face supérieure des aménagements typiques du Magdalénien moyen — rainure longitudinale, décor de tubercules, de parenthèses, de volutes : cf. Feruglio, 1992 — se trouvent eux aussi à environ 200 exemplaires dans la couche II/E ; toutefois, une dizaine de pièces de ce type est également issue de la couche I/F1. Il en est de même pour les rondelles perforées en os, qui se trouvent principalement dans le Magdalénien moyen selon Bellier *et al.*, 1991 : si plus de 60 d'entre elles, entières ou fragmentaires, sont bien attribuées à la couche II/E, trois autres proviennent de la couche I/F1. La couche I/F1 a pareillement livré deux fragments de scapulas portant des traces de débitage de rondelles, tandis que ces matrices sont au nombre de 12 dans la couche II/E (un nombre équivalent a également été découvert dans la couche SI/E ω , Magdalénien moyen de la Salle de Saint-Martin).

⁵ Dans une publication ultérieure, R. de Saint-Périer évoque également les problèmes entraînés par la présence dans la Grande Salle des déblais Passemard : «les déblais provenant de ses travaux ont été malheureusement laissés par lui dans la salle même, où [...] ils causèrent de grandes difficultés à nos fouilles, [...] surtout pour le discernement exact des niveaux. En effet, la partie inférieure des déblais tassée au maximum sur la couche archéologique sous-jacente n'en était plus aisément discernable, ni par l'aspect physique, ni par la coloration, et ces déblais [...] introduisaient des éléments étrangers dans la partie supérieure de l'assise qu'ils recouvraient. [...] Ces diverses difficultés dans l'établissement de la stratigraphie, pour des niveaux aussi étendus, firent que nous avons retrouvé à trois reprises différentes un lambeau d'une couche magdalénienne que nous avions attribué d'abord, de par son aspect et sa place, à un étage inférieur» (Saint-Périer, 1947, p. 394).

⁶ Seul le niveau Ia/B s'individualise par la pauvreté générale de son industrie osseuse, dans laquelle la plupart de ces catégories d'outils sont absentes. Comme déjà annoncé, nous rediscuterons plus bas de l'attribution problématique de ce niveau.

	Ia	I	F1	II	TOTAL
barbelures unilatérales	1	4	20	7	32
barbelures bilatérales	2	6	6		14
bases de harpon			2		2
TOTAL	3	10	28	7	48
représenté sur bois de cervidé		1			1

Tabl. 8 : répartition stratigraphique des harpons magdaléniens d'Isturitz.

NIVEAU ANNONCÉ	COLL. PASSEMARD M.A.N.	COLL. SAINT-PÉRIER			TOTAL
		M.A.N.	I.P.H.	PERDUS	
Ia/B		1			1
I/F1	1	8			9
II/E	5	58			63
IIIa/F2	1				1
III/C		16	6		22
IV/F3		1	6	5	12
V/A	1	3	2		6
s. de St-Martin		1			1
sans indication				4	4

Tabl. 9 : répartition stratigraphique des vestiges humains d'Isturitz (d'après Gambier, 1990-91).

Dans le cas de ces trois derniers types d'objets — baguettes demi-rondes ornées, rondelles perforées et matrices de rondelles — étant donné la disproportion des effectifs entre les deux couches, il nous semble plausible de considérer que les quelques pièces issues de la couche I/F1 relèvent bel et bien d'une erreur d'attribution stratigraphique. Cette hypothèse nous semble en tout cas plus simple que celle d'une éventuelle «perdurance anecdotique», au Magdalénien supérieur, d'objets fabriqués en masse à la période précédente.

Les couches magdaléniennes de la Grande Salle ont également livré de nombreux harpons entiers ou fragmentaires, à barbelures uni- ou bilatérales, objets considérés comme caractéristiques du Magdalénien supérieur (Julien, 1982, 1995). Leur effectif exact est toutefois difficile à déterminer car beaucoup de ces pièces, pourtant figurées dans les publications des fouilleurs, sont restées introuvables dans les collections ; par ailleurs certaines d'entre elles, présentées par les auteurs comme «proto-harpons» ou «harpons primitifs», n'entrent en fait pas dans la catégorie des éléments barbelés car leurs pseudo-barbelures sont de simples protubérances sans rôle de rétention (Cattelain, 1995a, fig. 4 n° 16-17, fig. 5 n° 34 à 37). Au total, si l'on considère l'ensemble des harpons figurés par E. Passemard (1944) et R. de Saint-Périer (1936), y compris les pièces disparues depuis, que l'on y ajoute les quelques harpons inédits que nous avons inventoriés dans les collections du MAN et du MI, et que l'on écarte du lot les soi-disant «proto-harpons», on obtient un total de 48 objets⁷, répartis comme indiqué dans le tabl. 8 ; on peut y ajouter un tronçon de bois de Cervidé sur lequel figure en champlevé une figuration très explicite de harpon à barbelures unilatérales (cf. Saint-Périer, 1936, fig. 43, n° 3).

Sans surprise, la grande majorité de ces pièces se trouve dans les couches du Magdalénien supérieur et final. Mais le niveau du Magdalénien moyen a également livré 7 harpons unilatéraux. Comme le souligne M. Julien, cela est surprenant à plus d'un titre : Isturitz serait ainsi l'unique site pyrénéen où les harpons unilatéraux précèdent les bilatéraux, tandis que les deux types coexistent partout ailleurs dans la région («dans tous les autres gisements pyrénéens ayant livré un nombre suffisant de harpons, il n'est pas possible de distinguer une phase à harpons unilatéraux précédant une phase à harpons bilatéraux» : Julien, 1982, p. 177) ; Isturitz serait aussi l'un des très rares gisements à avoir livré des harpons dans un contexte du Magdalénien moyen (*ibid.*). Tout cela nous incite à penser que l'attribution de ces 7 pièces résulte d'une confusion stratigraphique, d'autant plus que ces objets proviennent tous de la collection Saint-Périer — pour E. Passemard, en revanche, les harpons se cantonnent à la couche du Magdalénien supérieur, au sein de laquelle «apparaissent des harpons de toutes formes, mais il n'est pas

⁷ Plus précisément : R. de Saint-Périer a figuré 6 harpons bilatéraux, dont 1 n'a pas été retrouvé ; 1 pièce inédite a en revanche été inventoriée, ainsi qu'une autre non publiée par R. de Saint-Périer mais figurée par J.A. Mujika (1991, fig. 258) — ce qui fait un total de 8. R. de Saint-Périer a également figuré 7 harpons unilatéraux (5 retrouvés, 2 perdus) auxquels s'ajoutent 3 pièces inédites et 2 autres publiées par J.A. Mujika (*ibid.*), pour un total de 12 ; on ne prend pas en compte les 5 «proto-harpons» (2 retrouvés, 3 perdus). E. Passemard (1944) a publié deux planches de photographies rassemblant 30 éléments barbelés ou apparentés : 2 bases de harpons (1 retrouvée, 1 perdue), 6 pièces à barbelures bilatérales (1 retrouvée, 5 perdues), 20 pièces à barbelures unilatérales (14 retrouvées, 6 perdues), sans compter les 2 «proto-harpons» (tous retrouvés). On remarque que les pertes affectent surtout la collection Passemard, et en priorité les «beaux» objets, entiers et/ou de grandes dimensions, dont la plupart étaient d'ailleurs rassemblés sur la même planche de photos. Nous reviendrons plus loin (chapitre II) sur ce «tri par le haut» qui a également affecté les pointes de projectile.

possible de distinguer les types les plus anciens» (Passemard, 1944, p. 73)⁸. Notons par ailleurs que dans le niveau SI/E0 de la Salle de Saint-Martin, qui se rapporte lui aussi au Magdalénien moyen mais n'est pas surmonté par une couche du Magdalénien supérieur, aucun harpon n'a été découvert (à l'exception d'un pseudo «proto-harpon» dont les barbelures bilatérales sont en fait un décor de tubercules : Cattelain, 1995a, fig. 5, n° 35). Enfin, les 6 harpons de la couche II que nous avons retrouvés au MAN ont tous, d'après leur marquage, été découverts durant deux années de fouille consécutives (1934-1935), donc a priori dans le même secteur de la grotte — les Saint-Périer fouillant par «tranches» successives et non par passes horizontales — ce qui accrédite là encore l'hypothèse d'une confusion stratigraphique ponctuelle et localisée de la part des fouilleurs.

La situation d'autres types de vestiges est encore plus problématique. D. Gambier a ainsi étudié la répartition stratigraphique des ossements humains d'Isturitz (tabl. 9). Nous citons largement son texte, car il s'agit à notre connaissance de l'une des discussions les plus détaillées des problèmes d'attribution stratigraphique des vestiges dans les niveaux magdaléniens du site :

«Les vestiges humains comprennent 119 pièces osseuses ou dents isolées [...]. D'après les indications, ils proviendraient des différents niveaux du Paléolithique supérieur. Cependant, plusieurs éléments permettent de contester l'origine stratigraphique annoncée.

Quelle que soit la couche indiquée, les os humains sont en majorité rapportables au squelette céphalique et présentent un même degré de fragmentation et/ou ont des traces de décarnisation. Il faut donc envisager la persistance, de l'Aurignacien à l'Azilien, d'une même pratique ou supposer que la totalité des os humains provient en réalité d'une seule couche.

Divers indices plaident en faveur de la seconde hypothèse et prouvent l'existence de mélanges entre le matériel des différentes couches :

- des raccords entre des fragments de crâne humain issus de couches différentes ont été effectués ;
- plusieurs objets d'art mobilier, des outils en os et en silex ont été reconstitués à partir d'éléments provenant de niveaux distincts (D. Buisson, communication orale) ;
- l'analyse des outils de chaque couche suggère aussi des confusions entre niveaux.

Si E. Passemard mais surtout R. et S. de Saint-Périer ont reconnu les diverses cultures représentées, il semble qu'en raison de la complexité de la stratigraphie [...] les changements de couches n'étaient pas faciles à repérer et ne l'ont pas toujours été. [...] Dans ces conditions, il nous semble que l'appartenance de la majorité des vestiges humains à une seule couche peut être retenue. Il est probable qu'il s'agit du Magdalénien et plus précisément du niveau II dont R. de Saint-Périer souligne à plusieurs reprises (1936, 1947) le caractère «intrusif» source probable des confusions et des erreurs d'attribution.» (Gambier, 1990-91, pp. 9-11)

En résumé, cette analyse nous montre l'existence de confusions avérées entre les différents niveaux, en particulier entre couches adjacentes ou voisines. En effet, dans le tabl. 9, même si les vestiges humains sont répartis sur toute la hauteur de la stratigraphie, les couches I/F1 à III/C en regroupent environ 80 %.

Quelques autres indices d'erreurs identiques ont déjà été publiés : ainsi, parmi les accollements de baguettes demi-rondes effectués sur le matériel d'Isturitz par V. Feruglio et D. Buisson, deux cas montrent une pièce de la couche I/F1 accolée à une pièce de la couche II/E (Feruglio et

Buisson, 1999, fig. 2, n° 1 et 2). De même, au sein de l'industrie lithique non taillée d'Isturitz, un galet utilisé a été reconstitué par S.A. de Beaune à partir de deux fragments provenant des couches I/F1 et II/E (Beaune, 1997, fig. 29 et pl. 28, n° 141).

Il n'y a pas *a priori* de raison pour que ces problèmes d'attribution aient épargné les armatures de projectile en matières osseuses ; et, de fait, nous pouvons anticiper sur le chapitre suivant en indiquant d'ores et déjà que la recherche systématique de raccords entre les fragments d'armatures nous a permis d'en trouver six qui réunissaient un fragment de la couche I/F1 et un fragment de la couche II/E (*cf.* II.5.1.)...

Ce problème devra bien sûr être pris en compte dans le cadre de notre étude des armatures de projectile, car de telles confusions stratigraphiques pourraient bien altérer notre démarche et nos résultats. En effet, dans une optique de reconstitution expérimentale, il importe de connaître avec exactitude le(s) type(s) d'armatures dont disposaient les occupants d'Isturitz au Magdalénien supérieur — notamment les types de base (biseau simple, biseau double, etc.), car celles-ci conditionnent les morphologies d'emmanchement, donc en partie le mode de fracturation (*cf.* chapitre V). Il s'agit par conséquent d'éviter le plus possible toute contamination de la couche du Magdalénien supérieur par les autres niveaux. Cette question sera traitée en détail dans le chapitre suivant (II). Mais avant d'aborder ce problème, et avant de présenter plus en détail l'occupation d'Isturitz au Magdalénien supérieur, il nous faut encore discuter deux questions liées à la stratigraphie du site.

I.4.3. Attribution de la couche Ia/B

Cette couche est beaucoup plus pauvre que les niveaux I/F1 et II/E sous-jacents, et son individualisation comme son attribution posent un certain nombre de problèmes.

Le niveau B d'E. Passemard est décrit comme «un limon jaune, d'épaisseur variable» qui sépare «à certains endroits» la couche F1 de la stalagmite de surface. La faune s'y limite à quelques fragments de diaphyses et l'industrie osseuse à un petit poinçon. L'industrie lithique comprend, «réunis dans une poche, de grands et beaux silex [qui] tranchent singulièrement avec les industries des couches sous-jacentes» (Passemard, 1944, p. 75).

Le niveau Ia vu par R. de Saint-Périer est relativement différent : comme on l'a dit plus haut, il s'agit d'une «vaste poche de 5 m de diamètre et de 20 cm de profondeur, d'une terre [...] d'un noir de suie». Située entre le pilier gravé et la paroi est, «sa partie supérieure était en contact avec la stalagmite et sa base reposait sur une mince trace du niveau I» (Saint-Périer, 1936, p. 7). La faune, peu abondante, n'est pas décrite ; l'industrie osseuse rassemble surtout des poinçons, quelques fragments de baguettes demi-rondes, de rares pointes de projectile (7 pièces

⁸ J.A. Mujika situe par erreur l'un des harpons de la collection Passemard dans la couche E (Mujika, 1991, p. 824 et fig. 186, n° 121) ; après vérification sur pièce, cet objet provient bien de la couche F1.

conservées au MAN et au MI, à biseau double ou à base fourchue) et 5 harpons (1 harpon magdalénien bilatéral, 1 unilatéral, 3 de type azilien). L'industrie lithique, plus conséquente, comprend environ 200 lames de 8 à 14 cm de long, généralement retouchées ; des lamelles à dos « tout à fait comparables aux pointes de la Gravette » ; et enfin des perçoirs, grattoirs et burins (*ibid.*, p. 25-28).

Du point de vue sédimentaire, ce niveau se présente donc comme une formation discontinue, lenticulaire et d'aspect hétérogène. Le « limon jaune B » et la « poche noire Ia » ont en effet comme seul point commun leur position stratigraphique, entre la couche I/F1 et la stalagmite de surface, mais présentent sinon des aspects très différents.

En termes d'attribution chrono-culturelle, l'industrie osseuse de ce niveau est, soit peu diagnostique (poinçons), soit identique à celle du Magdalénien supérieur sous-jacent (harpons, baguettes demi-rondes, pointes de projectile), à l'exception notable des 3 harpons de type azilien. C'est d'ailleurs entre autres la présence de ces harpons qui a conduit R. de Saint-Périer à conclure que ce niveau se rapportait par sa base au Magdalénien, et à l'Azilien par sa partie supérieure — attribution renforcée par l'existence d'amas de coquilles d'*Helix* sous la stalagmite surmontant le niveau I, c'est-à-dire dans une position stratigraphique équivalente à celle de la couche Ia : « les *Helix*, exceptionnels dans le niveau II, formaient par place, à la partie supérieure du niveau I, une couche assez considérable pour faire penser déjà aux grands amas coquilliers de la période azilienne. Leur abondance et leur présence sous la stalagmite excluaient l'hypothèse d'un enfouissement spontané de l'animal » (*ibid.*, p. 19).

Mais c'est surtout l'aspect de l'industrie lithique qui a incité les fouilleurs à distinguer cette couche de la précédente. Tant E. Passemar que R. de Saint-Périer soulignent en effet les différences entre les industries du Ia/B et du I/F1 : dans ce dernier, « les lames sont de plus petite dimension [...] et portent, en général, beaucoup moins de retouches [...] [parmi les lamelles] un petit nombre seulement rappellent encore la pointe de la Gravette » (*ibid.*, p. 28). L'analyse typologique effectuée par X. Esparza (1990, 1995) confirme cette rupture : l'auteur montre que les séries lithiques du niveau Ia/B sont dominées par le groupe des grattoirs (28 % des outils dans la série Saint-Périer et 65 % dans la série Passemar, contre respectivement 22 % et 9 % pour les burins), tendance qui tranche avec l'ensemble des couches magdaléniennes sous-jacentes, où ce sont les burins qui dominent. X. Esparza reste cependant prudent sur l'attribution culturelle du niveau Ia/B : pour la série Saint-Périer, il propose certes l'idée d'un « mélange ou d'une contamination » entre un niveau du Magdalénien final et un niveau azilien, mais cette hypothèse semble s'appuyer essentiellement sur la composition de l'industrie osseuse ; quant à la série Passemar, il se garde de lui donner une attribution précise, mais met en doute son appartenance au Magdalénien comme à l'Azilien — et donc sa contemporanéité supposée avec le Ia... — en s'appuyant sur le caractère « macrolaminaire » de son outillage et l'absence totale de débitage lamellaire.

Le seul élément certain en ce qui concerne l'ensemble Ia/B semble donc être son contenu hétérogène, avec un mélange

de Magdalénien (supérieur et/ou final ?), d'Azilien, voire peut-être d'un troisième faciès mal identifié. Cependant, si ce constat vaut pour l'industrie lithique, la situation est plus claire en ce qui concerne l'industrie osseuse. Celle-ci est de fait pratiquement absente du niveau B de Passemar. Quant au niveau Ia de Saint-Périer, la présence des 3 harpons de type azilien — ainsi peut-être que l'importante proportion de poinçons au sein de l'outillage osseux — pourrait signaler une composante azilienne ; mais comme on l'a déjà indiqué, une autre partie de l'industrie osseuse de ce niveau se rapporte probablement au Magdalénien supérieur, car elle présente une forte parenté avec celle de la couche I/F1. Dès lors, il nous paraît plausible de considérer qu'une partie du niveau individualisé comme Ia est en fait le sommet de l'ensemble Magdalénien supérieur sous-jacent. Nous avons donc décidé d'inclure dans notre étude les quelques pointes de projectile de ce niveau.

I.4.4. Datation de l'ensemble pariétal

E. Passemar notait que les bas-reliefs du pilier gravé étaient recouverts par la partie supérieure des couches magdaléniennes, et que « la plus basse des sculptures [avait] son point le plus inférieur à 10 ou 11 cm au-dessus de la [...] base de E. Il en résulte donc que cette sculpture ne peut avoir été exécutée qu'avant la formation de cette couche E [...] ou pendant la période où s'est déposée la partie de cette couche E qui se trouve en-dessous de son point le plus inférieur [souligné dans le texte]. C'est, je crois, à cette dernière hypothèse qu'il faut se ranger, car la base de E nettement sous-jacente aux reliefs m'a fourni de très belles sculptures et des gravures [...] qui, sans hésitation possible sont de même style... » (Passemar, 1918, p. 477).

L'exécution des bas-reliefs serait donc contemporaine de la formation de la base de la couche II/E, c'est-à-dire le Solutrén ou le début du Magdalénien moyen. A. Leroi-Gourhan propose cependant pour les mêmes œuvres une fourchette de datation légèrement plus récente, « flottante à l'intérieur du Magdalénien moyen et au bord du Magdalénien récent » (Leroi-Gourhan, 1965, p. 269). Il exclut en effet une attribution solutréenne, s'appuyant pour cela sur la différence, qu'il estime trop importante, entre les bas-reliefs d'Isturitz et les autres bas-reliefs paléolithiques clairement attribués au Solutrén. Il évoque en revanche un possible âge Magdalénien supérieur, le couple « Renne-Cheval » qui caractérise le pilier gravé d'Isturitz étant selon lui typique du Magdalénien V-VI.

Cette dernière hypothèse (attribution au Magdalénien supérieur) est totalement contradictoire avec les arguments stratigraphiques d'E. Passemar ; mais A. Leroi-Gourhan met précisément ces arguments en doute, en se demandant si un « glissement » tardif des couches magdaléniennes (au bas de la pente menant à l'entrée nord) n'aurait pas pu les amener à recouvrir les gravures, « vieillissant » ainsi celles-ci stratigraphiquement. Absolument rien dans la stratigraphie d'Isturitz ne permet cependant d'étayer l'idée d'un déplacement de couches entières à l'intérieur de la grotte. Un remaniement stratigraphique d'une telle ampleur, qu'il soit dû à la gravitation et/ou au ruissellement, aurait en effet immanquablement provoqué d'importants phénomènes de ravinement et de mélange stratigraphique ; or aucun des

fouilleurs n'a rien signalé de tel. Selon nous, si la question de la datation des gravures pariétales d'Isturitz au Solutréen ou au Magdalénien moyen reste ouverte, nous pouvons exclure d'emblée l'hypothèse d'un âge Magdalénien supérieur. Lors de l'occupation de la grotte à cette période — occupation dont nous allons maintenant présenter les principaux aspects — les gravures pariétales étaient déjà plus qu'à moitié enfouies sous les couches anciennes.

1.5. Données disponibles sur l'occupation du Magdalénien supérieur

1.5.1. Climat et environnement végétal

Une analyse palynologique a été effectuée à Isturitz, mais, de l'aveu même de son auteur, elle est sujette à caution en raison du nombre trop restreint d'échantillons polliniques prélevés :

«depuis, avec l'expérience apportée par un long travail sur les sédiments d'Arcy-sur-Cure, je pense que les prises d'échantillons doivent être faites de manière plus détaillée. Au lieu d'un échantillon de chaque couche [...] nous nous sommes aperçus qu'il était bien préférable de faire un prélèvement tous les 5 cm [...]. En effet [...] de véritables fluctuations climatiques peuvent échapper complètement avec de trop grands intervalles. [...] L'analyse d'Isturitz donne donc une série de points dans le temps, et non une courbe climatique continue» (Leroi-Gourhan, 1959, p. 619).

Cette analyse, la seule effectuée sur le site, ne permet donc pas de rapporter avec fiabilité les diverses occupations de la grotte à des phases climatiques précises.

Tout au plus peut-on signaler que les deux échantillons prélevés dans la partie supérieure de la couche I/F1 montrent une flore très froide, avec des arbres très rares (pin et bouleau dans le premier échantillon ; pin, aulne et noisetier dans le second), pas de plantes de steppes, mais une nette humidité dont témoigne la présence de nombreuses plantes de marécages.

1.5.2. Situation de l'occupation dans la grotte

Nous avons vu que les deux fouilleurs s'accordaient pour limiter l'occupation du Magdalénien supérieur à la Grande Salle, depuis l'entrée nord jusqu'à l'intérieur de la grotte. Plus précisément, selon R. de Saint-Périer, la couche du Magdalénien supérieur s'arrêtait «à 3 mètres environ du couloir de communication entre les deux salles» et «se terminait en mince filet après avoir graduellement diminué d'épaisseur» (Saint-Périer, 1936, p. 7). Elle recouvrait donc uniquement les zones indiquées sur la fig. 10, soit une superficie d'environ 800 à 900 mètres carrés.

L'entrée nord, qui était presque totalement effondrée avant le début des fouilles (cf. fig. 5), est actuellement encombrée de débris (cf. fig. 6) ; mais dans les années 1930, lorsque les Saint-Périer l'avaient entièrement dégagée — lui rendant à peu près «l'aspect qu'elle dut avoir à l'époque magdalénienne» (*ibid.*) — elle prenait la forme d'une arcade de 5 m de hauteur sur 5,5 m de largeur, qui laissait entrer la lumière «jusqu'à plus de 30 mètres à l'intérieur» (*ibid.*), soit au-delà du pilier gravé.

Toujours selon les indications de R. de Saint-Périer, le sol magdalénien, à peu près plat au niveau de l'entrée nord, descendait ensuite en pente assez forte sur une vingtaine de mètres, puis redevenait horizontal jusqu'à la Salle des Rhinolophes (fig. 11). Si les vestiges de faune étaient abondants sur toute la surface fouillée, l'outillage et les foyers se concentraient semble-t-il surtout dans les parties planes du gisement, c'est-à-dire de part et d'autre de l'entrée nord ainsi que vers l'intérieur, autour du pilier gravé (*ibid.*).

1.5.3. Répartition des vestiges en secteurs

L'ensemble des vestiges du Magdalénien supérieur issus des fouilles Passemard provient par définition de la zone explorée par ce dernier, autour du pilier gravé (fig. 10, zone B). La situation est un peu plus complexe pour les fouilles des Saint-Périer. Ces derniers effectuent un premier sondage dans la Grande Salle en 1928, puis y reviennent à partir de 1930 et fouillent le Magdalénien jusqu'en 1935 inclus (cf. I.2.). Cependant, jusqu'en 1932, leur activité se restreint au secteur situé au sud des fouilles Passemard (fig. 10, zone C), l'accès au reste leur étant fermé par un mur dressé dans la grotte. C'est donc de 1933 à 1935 seulement que sera fouillée la zone située près du porche nord (fig. 10, zone A), la précédente ayant été épuisée.

Comme presque toutes les pièces de la collection Saint-Périer portent l'indication de leur année de découverte, il est donc possible de répartir la série magdalénienne en deux ensembles : les pièces trouvées en 1928, 1930, 1931 et 1932 proviennent du fond de la Grande Salle (zone C), celles exhumées en 1933, 1934, 1935 provenant en revanche de la zone plus proche du porche (zone A).

Cette ébauche de répartition spatiale est bien sûr très sommaire — les trois zones délimitées mesurent chacune plusieurs centaines de mètres carrés ! — mais elle a pu être utilisée dans l'interprétation de certains types de vestiges, en particulier l'avifaune (cf. ci-dessous).

1.5.4. Faune (tabl. 10) [texte rédigé avec C. Letourneux et V. Laroulandie]

Les descriptions données par les fouilleurs soulignent la très grande densité et l'intense fragmentation des vestiges de faune dans la couche I/F1 : «il n'y a vraiment qu'une seule chose qui vaille la peine d'être signalée, c'est l'abondance [...] du Renne. A chaque instant, on rencontre des fragments de presque toutes les parties squelettiques de cet animal [...]» (Passemard, 1944, p. 72) ; «si les débris osseux étaient extrêmement abondants dans les deux niveaux magdaléniens, leur fragmentation était telle qu'un petit nombre seulement put être déterminé. Elle était beaucoup plus grande encore dans le niveau supérieur que dans le Magdalénien plus ancien [...]. En coupe, le niveau I laissait apparaître une quantité d'os brisés en menus morceaux [...]. Les foyers où l'os est calciné étaient plus nombreux dans la couche [du Magdalénien supérieur]» (Saint-Périer, 1936, p. 11). Malheureusement, leurs publications ne nous livrent sur ce matériel que des indications sommaires — liste des espèces présentes, estimation de leur abondance relative — et parfois divergentes de surcroît : E. Passemard insiste sur la prédominance du Renne sur toute la hauteur de la couche F1, tandis que R. de Saint-Périer signale une augmentation de la

fréquence du Cerf dans la partie supérieure de la couche I. L'article de F. de Beaufort et R. Jullien sur la faune d'Isturitz (1973) apporte quelques informations complémentaires — données paléontologiques, NMI et âge des individus ; l'étude se limite cependant à la collection Passemard, dans laquelle les vestiges fauniques du Magdalénien supérieur sont hélas portés manquants (cf. ci-dessous). Enfin, une étude de saisonnalité des rennes du Magdalénien d'Isturitz a été effectuée par B. Gordon (1986), mais nous avons pu vérifier au MAN que l'échantillon utilisé se composait uniquement de dents de la couche E, Magdalénien moyen.

Devant cette carence de données, C. Letourneux, V. Laroulandie et nous-même avons repris l'examen des vestiges afin de poser les prémisses d'une interprétation archéozoologique. Les informations ci-dessous sont extraites de cette étude préliminaire (Pétillon *et al.*, sous presse).

Signalons tout d'abord que nous avons, après détermination des vestiges, renoncé à mener plus avant l'étude de la collection Passemard qui se réduisait à moins de 50 pièces. La faune de la couche F1 semble bel et bien avoir disparu sans jamais être entrée au MAN, à l'exception des vestiges portant des traces techniques (outils en os et déchets de débitage).

La collection Saint-Périer rassemble quant à elle 1 343 restes (microfaune exclue⁹), dont 575 ossements de mammifères (tabl. 10) et 768 d'oiseaux. Cet effectif demeure très réduit en regard de la surface fouillée et des descriptions données par R. de Saint-Périer. Ce contraste est manifestement dû à une sélection opérée lors de la fouille à la faveur des éléments permettant une détermination (dents, extrémités d'os longs...), ainsi qu'à une stratégie de prélèvement assez fluctuante selon les années (ramassage systématique lors du premier sondage en 1928, mais nettement moins rigoureux les années suivantes). Il reste toutefois possible de tirer de cette série certains éléments d'interprétation.

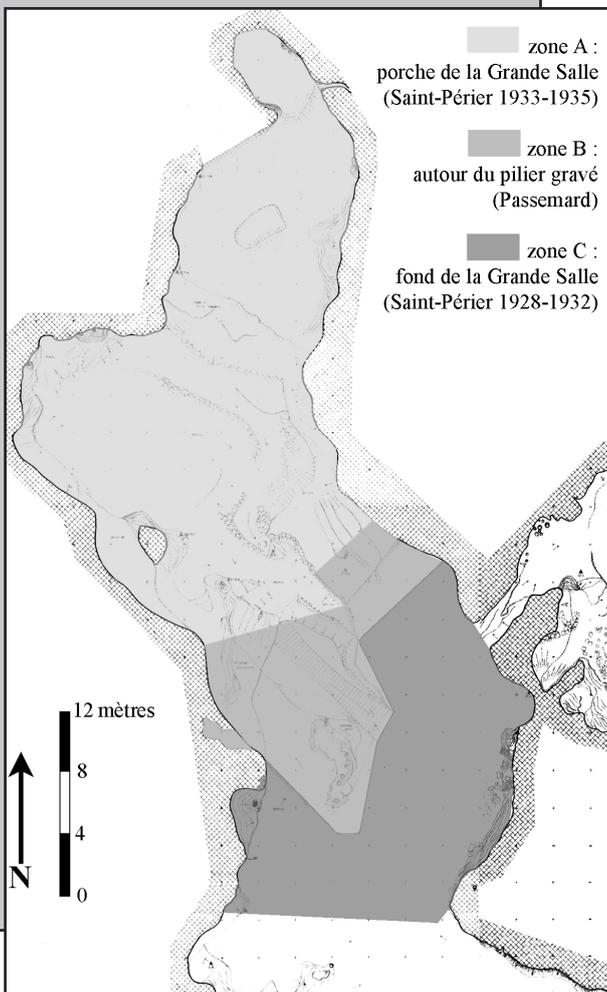
Notons d'abord que l'absence de traces de morsures sur les os, la rareté des grands prédateurs cavernicoles, ainsi que les moeurs alimentaires des carnivores présents — Loup et Renard — laissent présager du rôle mineur de ces derniers dans la constitution de l'ensemble osseux. La majorité des restes d'ongulés témoigne donc vraisemblablement des activités cynégétiques humaines.

Celles-ci montrent une chasse diversifiée (tabl. 10), marquée toutefois par une préférence pour le Renne, espèce ayant livré le plus de restes (NR = 135) avant le Cheval (NR = 81) et le Cerf (NR = 30). L'estimation de la saisonnalité, effectuée d'après le degré d'usure des séries dentaires de rennes (Bouchud, 1966 ; Miller, 1974 ; Spiess, 1979), a livré des indices concordants pour un abattage des proies entre le début du printemps et la fin de l'été. Cela ne permet cependant pas de préciser le nombre d'épisodes de capture, ni d'exclure une occupation du site à d'autres périodes de l'année. Une présence humaine à la fin de l'automne / milieu de l'hiver est d'ailleurs attestée par la récolte de nombreux bois de chute de Renne de modules moyen et gros, tandis que les bois de petit module sont tous des bois de massacre (chap. XI)¹⁰.

Pour les espèces les mieux représentées, il est vraisemblable que les carcasses entières aient été apportées sur le site, le déficit de certaines régions anatomiques pouvant s'expliquer entre autres par le tri à la fouille. L'abondance des traces de découpe, la fragmentation systématique des os longs et la récurrence morphologique de leurs fragments laissent envisager une exploitation intensive des carcasses selon une pratique très maîtrisée.

Jusqu'ici peu sujette à débat, la question de l'origine naturelle ou anthropique des ossements se pose en revanche pour l'ensemble des 768 restes d'oiseaux. Cet ensemble est largement dominé par une espèce, le Chocard à bec jaune (environ 75 % des restes) ; les Lagopèdes sont également présents (environ 5 %), ainsi que les Rapaces (environ 10 % des restes). L'attribution taxinomique de ces derniers est encore en cours, mais

Fig. 10 : délimitation des trois zones de fouille identifiables sur le marquage des vestiges du Magdalénien supérieur d'Isturitz.



⁹ La microfaune, très peu abondante, n'a encore fait l'objet d'aucune étude.

¹⁰ Les bois de modules moyen et gros proviennent en effet vraisemblablement de rennes mâles, qui perdent leur ramure entre novembre-décembre (pour les adultes) et janvier-février (pour les jeunes) ; tandis que les bois de femelles, plus petits, tombent au printemps (Bouchud, 1966). Indice concordant : parmi la faune de la couche I/F1 figure un fragment d'os frontal de Renne présentant un pédicule dont l'état montre que l'animal avait perdu ses bois au moment de l'abattage. Or, le diamètre important de ce pédicule (40 mm) laisse peu de doute sur son appartenance à un individu mâle adulte (cf. XI.2.2.).

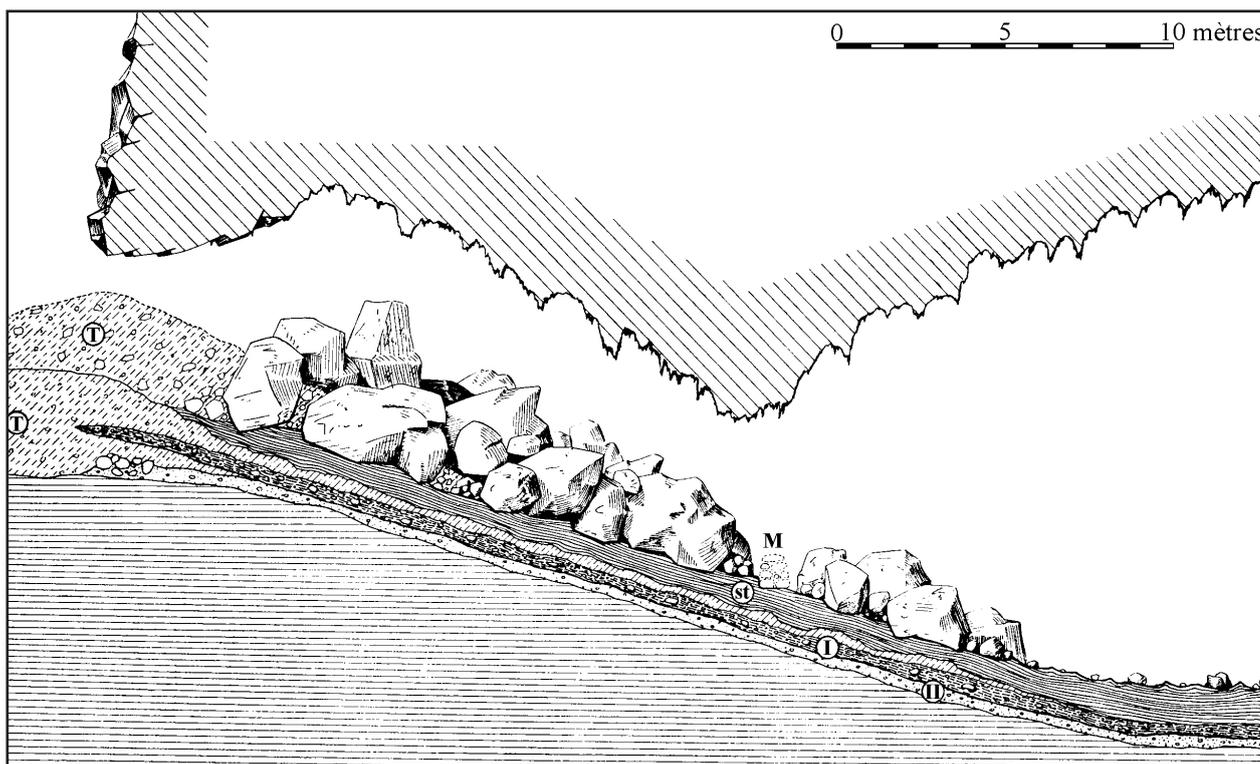


Fig. 11 : coupe des couches Magdaléniennes de la Grande Salle au niveau de l'entrée Nord. T : tranchées d'accès. M : ancien mur. St : stalagmite. I : Magdalénien supérieur. II : Magdalénien moyen. D'après Saint-Périer, 1936, fig. 2.

signalons que la Chouette harfang, le Grand-duc, l'Aigle royal et le Gypaète barbu ont été identifiés.

L'idée d'une accumulation naturelle de ces ossements aurait pu être suggérée par le fait que 90 % des restes d'oiseaux proviennent de la zone A (fig. 10), confirmant une remarque de R. de Saint-Périer selon laquelle « nous avons trouvé [les restes d'oiseaux] en plus grande abondance dans la partie de la grotte qui avoisine l'extérieur » (1936, p. 17). Mais l'étude taphonomique et archéozoologique a montré au contraire le rôle prépondérant de l'Homme dans la formation de l'ensemble osseux. Les marques anthropiques affectent ainsi environ 3/4 des restes de Harfang, 1/3 des restes de Lagopèdes, 1/5 des os de Chocard et certains os d'Aigle royal et de Gypaète. La plus faible proportion de traces sur les restes de Chocard, ainsi que la présence d'ossements ayant appartenu à de jeunes individus, peut constituer un argument en faveur d'une origine mixte de l'accumulation, à la fois anthropique et naturelle. Toutefois, le biais introduit par la fouille et l'absence de données spatiales précises ne permettent pas de trancher cette question.

Les traces anthropiques témoignent de la désarticulation des carcasses et du prélèvement de la viande. A l'exception des Rapaces diurnes, dont la consommation par les Magdaléniens n'avait jusque là pas été démontrée, l'exploitation des autres espèces est connue dans d'autres séries magdaléniennes (e.g., Laroulandie, 2000, 2003). La couche I/F1 d'Isturitz a même livré plusieurs témoignages d'un sectionnement par sciage des tarsométatarses de Harfang, pratique attestée sur plusieurs autres sites du Magdalénien supérieur (Laroulandie, 2000, p. 230) et sur laquelle nous reviendrons (chap. XIII).

I.5.5. Industrie en matières lithiques

R. de Saint-Périer indique que « les outils en silex du niveau I étaient assez inégalement répartis dans toute l'étendue de la couche, tantôt très abondants, tantôt rares, mais toujours mélangés à une quantité d'éclats et à beaucoup de nucléus, ce qui montre qu'on taillait sur place ». Les lames et outils sur lame dominant, mais les lamelles sont « assez nombreuses » (Saint-Périer, 1936, p. 28). Pour la couche F1, outre « de belles lames, de nombreux burins, des grattoirs », E. Passemard mentionne de même « une industrie microlithique abondante, dont quelques pièces ont le dos abattu » (Passemard, 1913, p. 647).

Dans les séries conservées au MAN, X. Esparza (1990, 1995) a compté pour la couche I/F1 2 412 pièces lithiques, dont environ 78 % proviennent de la collection Saint-Périer ; l'ensemble se répartit en 369 nucléus, 462 produits bruts de débitage (dont environ 80 % de lames) et 1 581 outils. L'outillage est largement dominé par les burins, au nombre de 809, parmi lesquels 656 burins dièdres ; le second groupe typologique le mieux représenté est celui des grattoirs (261 pièces), puis viennent les outils multiples (173, dont 61 % de grattoirs-burins) et les lames retouchées (86 pièces). Avec 72 pièces dont 43 lamelles à dos, l'outillage lamellaire représente moins de 5 % du total des outils.

Comme le signale X. Esparza, ces chiffres, lorsqu'on les met en parallèle avec les descriptions données par E. Passemard et R. de Saint-Périer — présence dans la grotte d'amas de débitage, relative abondance de la production lamellaire — révèlent un prélèvement extrêmement sélectif lors de la fouille : le ramassage des outils sur lames a manifestement été privilégié de façon

	NR	% NR	NMI	% NMI
PETITS MAMMIFÈRES				
Renard	31	5,4	5	13,5
Chevreuil	7	1,2	3	8,1
indéterminés	7	1,2	-	-
MAMMIFÈRES DE TAILLE MOYENNE				
Renne	135	23,5	14	37,8
Cerf	30	5,2	4	10,8
Loup	23	4,0	3	8,1
Sanglier	2	0,3	1	2,7
indéterminés	70	12,2	-	-
GRANDS MAMMIFÈRES				
Cheval	14,1	81	5	13,5
Bovins	19	3,3	2	5,4
indéterminés	44	7,7	-	-
MAMMIFÈRES INDÉTERMINÉS	126	21,9	-	-
TOTAL	575	100,0	37	100,0

Tabl. 10 : restes de Mammifères du Magdalénien supérieur d'Isturitz, collection Saint-Périer. NR = nombre de restes ; NMI = nombre minimum d'individus.

systématique, au détriment des produits bruts et de tous les éléments de petite taille (lamelles retouchées ou non)...

L'industrie en silex de la couche I/F1 a fait l'objet d'une analyse technologique par M. Langlais ; c'est avec son autorisation – et nos remerciements ! – que nous en reproduisons ici les premières conclusions :

La série se caractérise par une production laminaire soignée, documentée par des supports présentant fréquemment des talons facetés en éperon et quelques nucléus à lames à structure volumétrique bifaciale (crêtes antérieure et postérieure) ou faciale (crêtes postéro-latérales). Les lamelles proviennent, en partie, d'un schéma linéaire de réduction lame-lamelle illustré notamment par de nombreuses petites lames ou grandes lamelles brutes qui correspondent à des supports intermédiaires, peu ou pas convoités dans l'outillage. Cette réduction lame-lamelle se lit également sur les flancs de certains nucléus lamellaires présentant des négatifs de lames hérités d'une exploitation antérieure. Une production lamellaire autonome sur éclats exploités sur la tranche et petits rognons (schémas pyramidal et prismatique) complète l'ensemble. L'outillage laminaire est dominé par les burins, lames appointées et tronquées. On trouve quelques burins de Lacan et des becs. Notons également la présence parmi les grattoirs de rares exemplaires aziliens et de pièces sur éclats. Au sein des armatures, des pointes circulaires et de pièces sur éclats. Les pointes aziliennes typiques sont associées à des grandes lamelles à dos simples et tronquées de profil rectiligne. Du point de vue des matériaux, l'ensemble est largement dominé par les silex du Flysch et de Chalosse *lato sensu* (Normand), auxquels on peut ajouter quelques matériaux des Pyrénées centrales comme le Paillon (Simonnet, Lacombe). On trouve également quelques outils sur lames en silex «Bergeracoïdes» (Périgord) et des éléments en silex du «Grain de Mil» (Charente) dont un nucléus à lamelles. (Langlais, comm. pers.)

Le matériel lithique non taillé de la couche I/F1 rassemble quant à lui 30 galets utilisés, répartis entre polissoirs à rainures, lissoirs à facettes, broyeurs (facial et latéral), enclumes, percuteurs et «compresseurs» (Beaune, 1997 ; voir Beaune, 1989 pour l'explication de la classification). Les compresseurs, qui ont fait l'objet d'une analyse détaillée, sont au nombre de 17 — dont 14 en schiste, 1 en calcaire et 2 en marne, toutes ces

matières premières étant d'origine locale. Cinq d'entre eux présentent des gravures : 2 portent des motifs non figuratifs («graffiti», cercles concentriques), 1 autre un arrière-train d'ongulé, les 2 derniers des représentations de chevaux (l'un des deux portant de surcroît sur l'autre face une «tête» indéterminée). J. Grisard (2000) inventorie dans la même couche 4 autres galets gravés, dont 2 avaient été publiés par E. Passemard (1944, pl. XXXVIII, n° 1 : tête de cerf ou de cheval ; 1944, pl. LVIII, n° 2 : tête de boviné douteuse¹¹).

R. de Saint-Périer signale également dans la couche I/F1 4 «pendeloques» en pierre perforées, dont 1 en calcaire, 1 en schiste, 1 en grès et 1 en stéatite (Saint-Périer, 1936, p. 67) ; seules 2 d'entre elles ont été retrouvées au MAN. Il mentionne aussi la découverte de deux perles en lignite (*ibid.* ; une seule a été retrouvée au MAN). Enfin, la collection Passemard livre pour la même couche une dizaine de fragments de stéatite travaillés, dont plusieurs ont été façonnés en pendeloques oblongues portant perforation ou gorge de suspension.

I.5.6. Industrie en matières osseuses (tabl. 11)

L'industrie en matières osseuses d'Isturitz a fait l'objet d'une étude globale, restée inédite (Mujika, 1991). Nous avons rapidement repris au MAN l'inventaire des séries de la couche I/F1, en le complétant à l'aide de plusieurs travaux récents consacrés chacun à une catégorie d'objets finis.

Le matériau le plus abondamment utilisé est le bois de Renne, majoritairement représenté par des objets sur baguettes. Outre les 48 harpons mentionnés plus haut (I.4.2.), on recense en effet 52 baguettes demi-rondes, presque toujours fragmentaires et dépourvues de décor (9 d'entre elles présentent une extrémité fourchue, et 5 autres un biseau sur la face supérieure) ; mais on compte surtout plusieurs centaines de pointes de projectile, présentées en détail dans le chapitre suivant. De même, les quelque 200 déchets de débitage et supports bruts en bois de Renne témoignent dans leur quasi-totalité d'une exploitation des ramures par extraction de baguettes (chap. XI). Parmi les productions plus marginales, notons toutefois la présence d'un ellipsoïde en bois de Renne, reconstitué à partir de 2 fragments (Buisson et Pinçon, 1984-85, fig. 2).

Les bâtons percés sont au nombre de 17 (Lompré, 2003), parmi lesquels 2 ébauches¹². L'un d'entre eux est décoré

¹¹ Interprété comme un Boviné par E. Passemard et J. Grisard, l'animal présente certes un appendice frontal qui pourrait être une corne, mais la forme de sa tête évoque plutôt un Equidé.

¹² L'établissement du nombre de bâtons percés présents dans la couche I/F1 se heurte aux mêmes problèmes que le récolement des harpons. Nous avons retrouvé au MAN l'ensemble des 9 pièces décrites pour la couche I par R. de Saint-Périer (1936, p. 48-49). E. Passemard a figuré en 1924 et 1944 un total de 22 bâtons percés (dont 1 ébauche) pour les couches magdaléniennes d'Isturitz — avec, comme nous l'avons signalé plus haut (I.4.1., p. 10), de nombreuses attributions stratigraphiques contradictoires d'une publication à l'autre. Après vérification sur pièces, 7 bâtons percés (dont 2 ébauches inédites) appartiennent bien à la couche F1, tandis que 11 proviennent de la couche E (2 d'entre eux sont d'ailleurs considérés par P. Cattelain comme de probables fragments de propulseurs : Cattelain, sous presse, nos 8 et 9). Six pièces (dont 1 ébauche) n'ont pas été retrouvées, et leur origine stratigraphique reste incertaine — à l'exception de 3 d'entre elles dont le numéro d'inventaire, visible sur la photographie, indique dans 2 cas la couche E, et pour la dernière pièce la couche F1. Le nombre de 17 bâtons percés doit donc être considéré comme un minimum. Ce décompte diffère légèrement de celui donné par A. Lompré (2003).

CATÉGORIE	TYPE D'OBJET	COLLECTION	QUANTITÉ		SOURCE
objets en bois de Cervidé	harpons	Passemard	28	48	voir I.4.2., note 7
		Saint-Périer	20		
	baguettes demi-rondes	Passemard	8	52	inventaire sur pièces
		Saint-Périer	44		
	bâtons percés	Passemard	8	17	voir I.5.6., note 9
		Saint-Périer	9		
outils à biseau unifacial	Passemard	32	51	inventaire sur pièces	
	Saint-Périer	19			
	ellipsoïde	Saint-Périer	1		Buisson et Pinçon, 1984-85, fig. 2
objets en os	lissoirs	Passemard	5	50	inventaire sur pièces
		Saint-Périer	45		Lefebvre, 1994, p. 43
	poinçons	Passemard	3	15	inventaire sur pièces
		Saint-Périer	12		
	aiguilles à chas	Passemard et Saint-Périer	40 environ		inventaire sur pièces
	os à impressions et éraillures	Passemard	7	35	inventaire C. Schwab (inédit)
Saint-Périer		28	Schwab, 2002, p. 59		
parure	dents percées	Passemard	3	26	inventaire sur pièces
		Saint-Périer	23		Saint-Périer, 1936, p. 66
	coquillages	Saint-Périer	17		Taborin, 1993, p. 445

Tabl. 11 : industrie osseuse de la couche I/F1 d'Isturitz, hors pointes de projectile (objets finis uniquement).

d'une tête de Renne profondément gravée (Saint-Périer, 1936, fig. 45). Les bâtons percés sont généralement aménagés sur la partie basilare + perche A d'un bois de Renne de petit ou moyen module ; l'un d'entre eux a toutefois été réalisé sur le fût d'un andouiller de glace, 2 autres sur des baguettes larges et épaisses, et un dernier sur un andouiller de bois de Cerf.

C'est également sur bois de Cerf qu'a été réalisée la majorité des outils à biseau unifacial de la couche I/F1 (Sgard, 1998). Ces objets, au nombre de 51 — 26 en bois de Cerf, 19 en bois de Renne, 6 en bois de Cervidé indéterminé — sont généralement aménagés sur tronçon ou sur hémi-tronçon d'andouiller, plus rarement de perche. Habituellement classés dans la catégorie des « coins » ou « ciseaux » (Deffarge *et al.*, 1974 ; Provenzano, 1998a, 1998b), ces pièces doivent être distinguées des outils à biseau bifacial sur baguette en bois de Renne, qui seront présentés dans le chapitre suivant en raison de leur association possible avec les pointes de projectile à biseau double (*cf.* II.2.2.).

En-dehors des outils biseautés et d'un unique bâton percé, le bois de Cerf n'est représenté dans la couche I/F1 que par une douzaine d'éléments — 3 extrémités d'andouillers et d'épis non travaillées, quelques fragments de baguettes et déchets sur merrain et sur andouiller qui témoignent d'un débitage par rainurage longitudinal.

L'industrie en os comprend une cinquantaine d'objets sur hémi-côte, traditionnellement dénommés « lissoirs » (Lefebvre, 1994). La quasi-totalité d'entre eux est fragmentaire ; quelques-uns sont décorés, l'exemplaire le plus complet ayant été figuré par R. de Saint-Périer (1936, fig. 43, n° 5 : il est gravé

d'une tête de Renne, et de possibles représentations d'un poisson et de deux cerfs). L'os a aussi été utilisé pour la fabrication de poinçons : nous en avons compté 15 exemplaires, dont 2 sur métapodes vestigiels de Cheval et 5 sur os longs de Renne — 2 métapodes, 2 ulnas et 1 radius (détermination C. Letourneux) — les autres supports restant indéterminés.

Une quarantaine d'aiguilles à chas en os, entières ou fragmentaires, figure également à l'inventaire de la couche I/F1. Soulignons par ailleurs la présence d'une quinzaine de matrices de débitage sur os longs, presque toujours des métapodes, en majorité de Cheval (détermination C. Letourneux), qui présentent des traces de multiples extractions de supports étroits par rainurage longitudinal indiquant leur possible utilisation pour la production d'aiguilles (3 sont présentés *in* Passemard, 1944, pl. LVII).

Le Magdalénien supérieur d'Isturitz a enfin fourni 35 os à impressions et éraillures sur éclat diaphysaire. Les 28 exemplaires provenant de la collection Saint-Périer ont été étudiés par C. Schwab (2002) : elle a montré pour ces objets l'utilisation de supports provenant majoritairement d'os longs de Renne et de Cheval, préférentiellement du fémur et du tibia.

Au chapitre de la parure, R. de Saint-Périer relève la présence dans la couche I de 19 dents percées. Il précise qu'on compte parmi elles 9 craches de cerf ; les 10 autres dents ne sont pas décrites. S'ajoutent à ce premier lot 3 dents présentant des aménagements particuliers : double perforation pour 1 incisive de renne et 1 canine de cheval, et racine appointée par raclage pour 1 incisive de cheval. Nous n'avons hélas retrouvé au MAN que 3 dents aménagées de la couche I : l'incisive de cheval « à racine appointée », une crache de cervidé, et une autre incisive de cheval ne faisant manifestement pas partie du décompte

originel de R. de Saint-Périer (elle présente un raclage bifacial de la racine, qui peut être une ébauche de perforation). Nous avons en revanche inventorié dans le Magdalénien supérieur de la collection Passemard 3 incisives de Cheval percées, non mentionnées par le fouilleur. On aurait donc dans la couche I un total de 26 dents aménagées, mais nous ne disposons malheureusement d'aucune information pour 10 d'entre elles, non décrites par R. de Saint-Périer et non retrouvées dans les collections du musée.

La parure en matières osseuses comprend également 14 *Littorina obtusata* et 1 *Nucella lapillus* percées, ainsi qu'un fragment de *Chlamys islandica* et 1 *Glycymeris sp.* (Taborin, 1993, p. 445). Conservés au MAN, tous ces coquillages proviennent de la collection Saint-Périer.

I.5.7. Remarques sur les industries

L'exposé des données disponibles sur les industries lithique et osseuse de la couche I/F1 nous révèle une situation hétérogène. Certaines catégories de vestiges n'ont ainsi jamais été étudiées (les parures lithiques, les dents percées, les aiguilles, les poinçons...) ; d'autres l'ont été, mais toujours dans le cadre de travaux de synthèse où elles sont incluses dans des échantillons plus larges comprenant des pièces d'autres couches et/ou d'autres sites (c'est le cas de l'industrie en silex, des galets utilisés, des bâtons percés, des os à impressions et éraillures, des coquillages...).

Cette situation se rencontre fréquemment pour les séries issues des sites de référence classiques du Paléolithique, en particulier pour le Magdalénien. L'utilisation de l'abondant corpus d'Isturitz comme «réserve de matériel» pour études synthétiques a permis de construire une somme de connaissances sur les industries de ce gisement, mais éclatée et morcelée de telle sorte qu'il est souvent difficile de croiser les données pour dresser un tableau général de chaque

phase d'occupation, dans une optique monographique qui dépasserait la simple liste typologique d'objets finis. La tenue d'une table ronde spécifique sur Isturitz en novembre 2003, à l'occasion du cinquantenaire du classement de la grotte comme Monument Historique, laisse toutefois espérer un changement dans ce domaine... Une telle approche monographique serait en effet indispensable à une réelle analyse paléolithique des différentes occupations de la grotte.

Pour poursuivre dans cette perspective, en reprenant une problématique récemment développée pour l'étude archéozoologique de l'Aurignacien ancien (Letourneux, 2003), il pourrait notamment être intéressant de se pencher sur le statut du Renne, du Cheval et du Cerf dans le Magdalénien supérieur d'Isturitz. Nous avons en effet vu que ces trois espèces étaient les plus abondantes parmi les mammifères chassés ; mais ce sont aussi pratiquement les seules utilisées dans l'industrie osseuse, et les seules figurées de façon indiscutable dans l'art mobilier de la couche I/F1. Enfin, Renne, Cheval et Cerf constituent également la quasi totalité la parure en matières osseuses (même si, dans ce domaine, ils sont «conurrencés» par... la *L. obtusata*). On aurait donc une organisation des pôles cynégétique, technique, artistique et ornemental autour des trois mêmes espèces dominantes. Cette situation est d'autant plus intéressante qu'elle diffère de celle du Magdalénien moyen sous-jacent, où les choses sont manifestement plus complexes (présence de carnivores — renard, loup, ours — dans la parure ; représentations d'ours et de bovinés dans l'art mobilier ; etc.).

Ces idées ne sont évoquées ici qu'à titre de piste de travail. Elles laissent cependant entrevoir la possibilité de cerner une réelle spécificité culturelle du Magdalénien supérieur d'Isturitz par rapport à la phase moyenne immédiatement antérieure ; une spécificité dont nous allons voir qu'elle se manifeste aussi dans la typologie des pointes de projectile.

II. SELECTION DU CORPUS

Ce chapitre est consacré à l'inventaire et à la sélection des pièces composant notre corpus d'étude.

Notre analyse porte sur les *pointes* de projectile, au sens strict — c'est-à-dire les objets allongés en matières osseuses qui présentent une extrémité distale vulnérante, un fût sans barbelures et une extrémité proximale adaptée à un emmanchement fixe sur une hampe. Nous écartons donc d'emblée un certain nombre de pièces qui, si elles ont très probablement été utilisées comme armatures de trait, ne sont pas classées typologiquement parmi les *pointes*. Il en va ainsi des éléments barbelés («véritables harpons» ou «pointes barbelées», *sensu* Julien, 1995, p. 27) ; cela concerne également les baguettes demi-rondes, dont une partie au moins a certainement rempli la fonction d'armature (Feruglio et Buisson, 1999), mais dont l'analyse doit, à notre sens, être menée de manière distincte.

Par ailleurs, si nous nous intéressons ici aux pointes du Magdalénien supérieur (couches I/F1 et Ia/B), nous serons également amené à évoquer celles issues de la couche sous-jacente II/E — voire ponctuellement celles des niveaux solutréens (IIIa/F2) et gravettiens (III/C et IV/F3 ; les informations sur ces derniers nous ont été fournies par N. Goutas). En effet, étant donné les problèmes d'attribution stratigraphique exposés plus haut, et les descriptions contradictoires des deux fouilleurs (*cf.* ci-dessous), il n'était pas possible d'étudier le matériel d'une couche sans rechercher tout d'abord les éventuelles confusions avec les autres niveaux.

Notre analyse a porté sur l'ensemble des pièces des collections Passemard et Saint-Périer, auxquelles nous avons ajouté la petite dizaine de pointes de projectile de la collection Mascaraux conservée au MHNT et provenant manifestement du Magdalénien de la Grande Salle (sans indication de couche).

II.1. La séquence des pointes de projectile magdaléniennes d'Isturitz : données bibliographiques

Selon E. Passemard (1944), la base de la couche E a livré essentiellement des pointes à biseau simple, «sans raie à poison» mais parfois décorées de «marques de propriété». Les deux tiers supérieurs de la même couche voient ces armatures remplacées par des pointes à biseau double, lesquelles persistent à la base de la couche F1 avant de disparaître au profit des pointes à base fourchée (tabl. 12). Cette succession des trois types de bases est interprétée comme un perfectionnement progressif des techniques d'emmanchement :

«Une des principales préoccupations des chasseurs paléolithiques était assurément de posséder une armature de sagaie absolument fixe à l'extrémité de la hampe. [...] De là est née la pointe en bec de flûte à un seul biseau, relativement abondante dans les couches solutréennes [...] et dans les couches magdaléniennes inférieures [...]. Malheureusement, ce mode d'emmanchement avait le grave inconvénient d'un glissement relativement facile, soit dans le sens de l'axe de l'arme, soit dans le sens latéral. Malgré la perfection du travail des biseaux et ligatures [...], malgré même la fixation par encollage à la gomme ou à la résine, comme cela était très probablement pratiqué, on ne devait obtenir qu'une solidité relative et une résistance insuffisante aux chocs violents. [...] L'invention de l'emmanchement à double biseau [...] fut un perfectionnement nécessaire. Le double biseau venant buter dans une encoche qui le serre de deux côtés supprima complètement le déplacement selon l'axe mais imparfaitement celui résultant de l'action latérale. Il fallait donc chercher autre chose et ce fut [ainsi] que naquit le nouveau perfectionnement qui donna la pointe fourchée. [...] La fourche se dessina petit à petit, s'affirma et finit par être, dans les pointes parfaites, entaillée de telle sorte que les quatre pointes de la hampe et de l'armature, taillées selon des diamètres perpendiculaires de la circonférence, s'emboîtaient exactement, sans qu'il put se produire aucun déplacement» (Passemard, 1917, p. 121).

	PASSEMARD (1913, 1924a, 1944)	SAINT-PÉRIER (1936)
Ia/B	pas de pointes	biseaux doubles, bases fourchues
I/F1 sommet	bases fourchues	biseaux doubles, bases fourchues, «bases arrondies»
I/F1 milieu	bases fourchues	biseaux doubles, bases fourchues
I/F1 base	biseaux doubles	biseaux simples, bases fourchues
II/E sommet	biseaux doubles, «fusiformes» (?)	biseaux simples, «bases coniques»
II/E milieu	biseaux doubles, «fusiformes» (?)	biseaux simples, «bases arrondies», «doubles pointes»
II/E base	biseaux simples, «fusiformes» (?)	biseaux simples

Tabl. 12 : succession des types de pointes dans les couches magdaléniennes de la Grande Salle d'Isturitz, selon E. Passemard et R. de Saint-Périer.

		Ia/B	I/F1	II/E	F1 - E	SI/Ew	IIIA/F2	III/C	IV/F3	ss couche	TOTAL
PIÈCES À BASE FOURCHUE	pointes à base fourchue	2	375	8	2				1	8	396
	fourchons isolés		11	3						8	22
	préhampes entières		5								5
	préhampes fragmentaires		34	1		1					36
PIÈCES À BISEAU DOUBLE	pointes à biseau double	3	72	37	1					3	116
	outils biseautés	1	12	4							17
	fragments à biseau double	1	27	29							57
	biseaux doubles latéraux		1	7							8
PIÈCES À DOUBLE POINTE	fgts. prox. avec incisions		5	26		6					37
	doubles p. à base massive		4	22							26
	doubles pointes à rainures		1	4			2	4			11
	doubles pointes à crête		1	1		1					3
PIÈCES À BISEAU SIMPLE	pointes de Lussac-Angles		4	49			16	8			77
	pointes à biseau simple		2	104			10	27	2		145
	pointes à b. simple abrasé		1				13	20	2		36
	b. simple 2ème intention		1								1
TOTAL		7	556	295	3	8	41	59	5	19	993

Tabl. 13 : inventaire des types de pointes présents dans les couches du Magdalénien supérieur d'Isturitz (Ia/B et I/F1), et répartition stratigraphique de ces mêmes types dans les couches sous-jacentes.

A l'évidence, cette théorie ne constitue pas un *a priori* d'E. Passemard, mais lui a été inspirée par ses premières observations sur le terrain (cf. Passemard, 1913). On peut cependant se demander si ce schéma linéaire, conforme à la manière dont étaient perçus à l'époque les phénomènes d'évolution technique, n'a pas en retour influencé la lecture de la stratigraphie au cours de la suite des fouilles... Certains éléments développés ci-dessous (II.2.6.) pourraient peut-être être interprétés en ce sens.

E. Passemard signale par ailleurs la présence dans la couche E de pointes «fusiformes», sans préciser toutefois si elles se retrouvent sur toute la hauteur du niveau.

Pour les mêmes couches, R. de Saint-Périer (1936) décrit une situation assez différente. A la base de la couche II, il signale ainsi des pointes «à très long biseau non strié [...] sans décoration ni rainure» ; immédiatement au-dessus, un ensemble comprenant des armatures «aux deux extrémités pointues» ainsi que des pointes «courtes, robustes, [à] base arrondie et sans biseau, ou à biseau peu indiqué, plus rarement à biseau creux, ou à forte carène au-dessus du biseau». Enfin le sommet de la couche II se caractérise par des pointes à biseau simple, portant souvent une rainure sur une ou deux faces, et des pointes

«à fût quadrangulaire [présentant] un biseau pyramidal [...], une base amincie en tronc de cône, [ou] une base en pointe mousse».

Quant à la couche I, sa base a livré «quelques rares spécimens de sagaies courtes, à biseau simple, à rainures, [...] prolongement d'un type abondant au niveau inférieur». Au milieu de la couche apparaissent les pointes à biseau double, qui persistent jusqu'au sommet où elles cohabitent avec des pointes «cylindriques à base simplement arrondie». Enfin, les pointes à base fourchue sont présentes sur toute la hauteur de la couche, et se retrouvent même — avec les pointes à biseau double — dans le niveau Ia.

Les auteurs s'accordent donc sur quatre points (tabl. 12) :

- La présence des pointes à biseau simple au moins à la base de la couche II/E ;
- L'absence des pointes à biseau simple dans les parties moyenne et supérieure de la couche I/F1 ;
- La présence des pointes à base fourchue au moins dans les parties moyenne et supérieure de la couche I/F1 ;
- L'absence des pointes à base fourchue dans la couche II/E.

Les contradictions sont en revanche flagrantes. Elles concernent surtout :

- La position relative des pointes à biseau double et à base fourchue dans la couche I/F1 : les deux types de base se succèdent selon E. Passemard, tandis qu'ils cohabitent selon R. de Saint-Périer.

- La limite de répartition des pointes à biseau double vers le bas de la stratigraphie : pour E. Passemard, ces pointes apparaissent dès le milieu de la couche II/E, alors que R. de Saint-Périer ne les voit pas avant le milieu de la couche supérieure I/F1.

- La limite de répartition des pointes à biseau simple vers le haut de la stratigraphie : pour E. Passemard, les pointes à biseau simple ne sont présentes qu'à la base de II/E et disparaissent ensuite, tandis que selon R. de Saint-Périer elles se prolongent sous diverses formes sur toute la hauteur de II/E et jusqu'à la base de I/F1.

- Les autres types d'armatures : R. de Saint-Périer évoque plusieurs autres catégories de pointes («à base arrondie», «à base conique», «à double pointe») situées dans les couches II/E et I/F1, à des profondeurs diverses ; tandis qu'E. Passemard ne mentionne que des «pointes fusiformes», présentes uniquement dans la couche II/E, à une profondeur non précisée.

Devant de telles divergences, il était nécessaire de réexaminer l'ensemble des pointes fournies par les couches magdaléniennes de la Grande Salle afin de clarifier la répartition stratigraphique de chaque type.

II.2. Inventaire des pointes de projectile et réattributions stratigraphiques

Nous présentons ci-dessous (II.2.1. à II.2.4.) l'ensemble des pointes de projectile attribuées par les fouilleurs aux couches I/F1 et Ia/B, en les comparant systématiquement aux types d'armatures présents dans les couches sous-jacentes afin de mettre en évidence de possibles contaminations et transferts de pièces. Ce n'est que dans un deuxième temps (II.2.5. et II.2.6.) que nous sélectionnerons les pièces qui composeront effectivement notre corpus d'étude.

Les couches I/F1 et Ia/B ont livré 563 pointes et fragments de pointes possédant une partie proximale déterminable. 165 autres fragments mésiaux, distaux et méso-distaux provenant de ces mêmes couches n'ont pas été pris en compte ici, car ils ne sont pas attribuables en première analyse à un type de pointe particulier, les pointes de projectile paléolithiques étant classifiées en fonction de la forme de leur base.

Typologiquement, les pointes attribuées aux couches I/F1 et Ia/B sont très diverses et peuvent être divisées en quatre catégories : pièces à base fourchue, à biseau double, à biseau simple et à double pointe¹³. Les différences d'effectif sont importantes — certaines catégories ont un poids écrasant tandis que d'autres ne sont présentes que de façon anecdotique, déséquilibre qui éveille d'emblée un soupçon de confusion stratigraphique.



De haut en bas.

Fig. 12 : pointes à base fourchue (faces sup. et droite).

A : n° MAN 7763G54 (coll. Passemard, couche F1).

B : n° MAN 77163G2 (coll. Passemard, couche F1).

Fig. 13 : fourchons isolés (faces sup. et interne).

A : n° MAN 77163G305 (coll. Passemard, couche F1).

B : n° MAN 77163G78 (coll. Passemard, couche F1).

¹³ Pour les pointes à partie proximale biseautée, nous avons jugé plus commode d'employer les termes «biseau simple» et «biseau double» plutôt que les dénominations «biseau unifacial» et «biseau bifacial», également proposées par la Commission de nomenclature sur l'industrie de l'os préhistorique (Delporte et Mons, 1988b, 1988c). Pour les armatures à deux extrémités pointues opposées, nous avons évité le terme de «bipointe», préférant celui de «double pointe» qui est celui utilisé jusqu'ici par la Commission de nomenclature (Delporte et Mons, 1988d ; Camps-Fabrer, 1990 ; Averbouh et Cleyet-Merle, 1995).



Fig. 14 : préhampes (faces sup. et droite). A : préhampe entière à fourche et biseau double opposés (coll. Saint-Périer, couche I). B : pièce interprétée comme fragment de préhampe (coll. Saint-Périer, couche I).

Fig. 15 : pointes à biseau double (faces sup. et droite).
A : n° MAN 77162E25 (coll. Passemard, couche F1).
B : n° MAN 77153D15 (coll. Passemard, couche E).



Fig. 16 : outils biseautés (faces sup. et droite) ;
pièces représentées partie active vers le bas.
A : n° MAN 77163B[?] (coll. Passemard, couche F1).
B : n° MAN 77153A1 (coll. Passemard, couche E).



L'ensemble des catégories de pointes est présenté ci-dessus par ordre décroissant d'effectif (tabl. 13).

II.2.1. Les pièces à base fourchue

- Pointes à base fourchue et ébauches (fig. 12 et pl. I à V) : la couche Ia/B a livré 2 pointes à base fourchue. La couche I/F1 en a livré quant à elle 375, entières ou fragmentaires, dont 7 ébauches. Ce type de pointe est pratiquement absent des niveaux sous-jacents : on en relève 8 dans la couche II/E et 1 dans la couche IV/F3, auxquelles s'ajoutent 1 pointe de la collection Saint-Périer et 7 pointes de la collection Mascaraux sans indication de couche. Enfin, 2 pointes à base fourchue de la collection Passemard sont « à cheval » sur les couches F1 et E : nous avons reconstitué chacune d'entre elles à partir de fragments provenant des deux niveaux (*cf.* raccords inter-couches *in* II.5.1. ci-dessous).

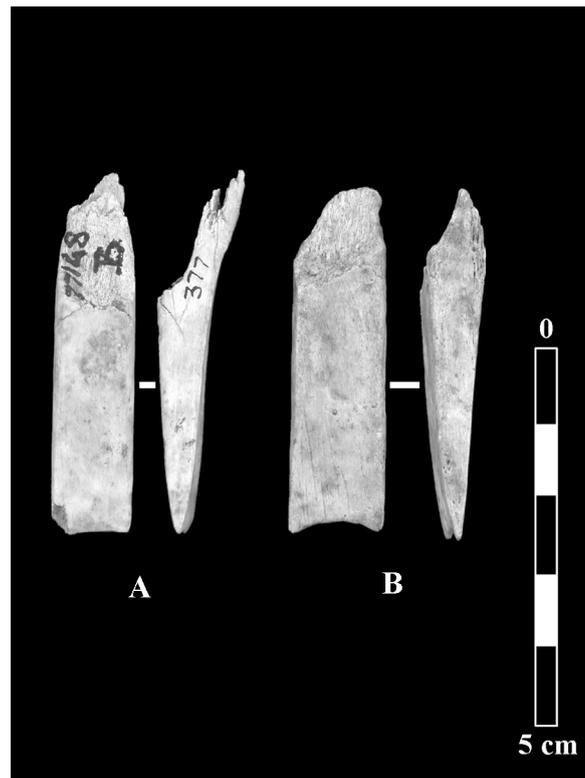
- Fourchons isolés (fig. 13) : la couche I/F1 a également livré 11 fourchons, fragments de bases fourchues fracturées et qui n'ont pas pu être raccordés à une pointe. Trois fragments du même type se trouvent dans la couche II/E ; 8 autres, dont 6 issus de la collection Saint-Périer, ne portent pas d'indication de couche.

- Préhampes entières ou supposées (fig. 14 et pl. VI, nos 2 à 4) : dans la couche I/F1 se trouvent 5 préhampes (ou éléments intermédiaires de hampes de projectile, *cf.* Cattelain, 1993) ; l'une d'elles possède deux extrémités fourchues, les 4 autres présentant une extrémité fourchue opposée à une extrémité en biseau double. Ces objets ne sont certes pas des pointes *sensu stricto*, mais leur analyse fonctionnelle laisse supposer qu'ils ont été utilisés conjointement avec les pointes à base fourchue dans le cadre d'un système d'armature composite (*cf.* chapitre V) ; nous les avons donc inclus dans notre corpus. La couche I/F1 a par ailleurs livré 34 fragments à extrémité fourchue, que, pour des raisons morphométriques et par comparaison avec les pièces entières, nous considérons comme des fragments de préhampes (*cf.* chapitre III). Un fragment du même type figure dans la couche II/E, et 1 autre dans la couche SI/E ω .

II.2.2. Les pièces à biseau double

- Pointes à biseau double (fig. 15 et pl. VII à IX) : 3 pointes présentant une base en biseau double sont issues de la couche Ia/B ; 72 autres proviennent de la couche I/F1. Ces pièces sont également assez nombreuses dans le Magdalénien moyen : on en dénombre 37 exemplaires dans la couche II/E. Trois autres – 2 de la collection Saint-Périer et 1 de la collection Mascaraux – ne portent pas d'indication de couche. Enfin, nous avons reconstitué une dernière pointe, de la collection Passemard, à partir de deux fragments provenant des couches F1 et E.

- Outils biseautés (fig. 16) : 1 pièce de la couche Ia/B, 12 de la couche I/F1 et 4 de la couche II/E présentent une extrémité en biseau double, tout en se distinguant par plusieurs aspects des pointes à biseau double *sensu stricto*. Leur calibre — largeur et épaisseur — est en effet largement supérieur à la moyenne, leurs bords latéraux sont parallèles (alors que sur les pointes, ils convergent vers l'extrémité distale), leur extrémité opposée au biseau est



De haut en bas.

Fig. 17 : fragments à biseau double (faces sup. et droite).

A : n° MAN 77178B377

(coll. Passemard, couche E).

B : coll. Saint-Périer, couche I.

Fig. 18 : objets à biseau double sur faces latérales (faces sup. et droite).

A : n° MAN 77163D9 (coll. Passemard, c. F1).

B : n° MAN 74942 (même coll., c. E).



Fig. 19 : extrémités proximales de doubles pointes «à base striée» (faces sup. et droite). A : coll. Saint-Périer, couche I. B : n° MAN 77158B82+243 (coll. Passemard, couche E).

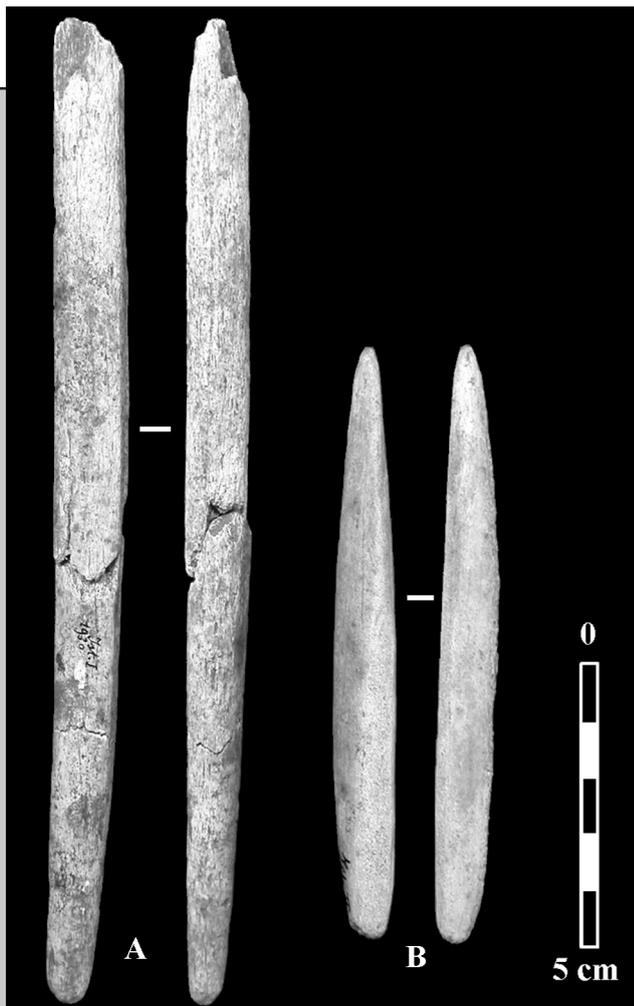


Fig. 20 : doubles pointes «à base massive» (faces sup. et droite). A : fragment méso-proximal (coll. Saint-Périer, couche I). B : pièce entière (coll. Saint-Périer, couche II).



Fig. 21 : doubles pointes «à rainures» (faces sup. et droite). A : coll. Saint-Périer, couche I. B : coll. Saint-Périer, couche II.

plane et présente des traces d'écrasement des fibres. Ces différents indices nous incitent à classer ces objets dans la catégorie des outils biseautés, parfois appelés «coins» ou «ciseaux», utilisés comme pièces intermédiaires lors d'une opération de percussion indirecte (Rigaud, 1984 ; Provenzano, 1998c ; Legrand, 2000). Plusieurs d'entre eux présentent d'ailleurs des aménagements mésiaux — stries, motifs en chevrons — rappelant fortement ceux observés sur certains outils biseautés du Magdalénien supérieur de l'abri Morin (Deffarge *et al.*, 1977) ; 2 autres possèdent un décor de protubérances, qui avait conduit R. de Saint-Périer à les décrire comme «protoharpons». Toute la question est cependant de savoir si ces 17 outils ont été fabriqués à partir de pointes à biseau double usagées — il nous faut alors les inclure dans notre analyse, comme l'une des modalités possibles de recyclage des pointes de projectile — ou si ce sont des outils de première intention : dans ce dernier cas, nous devons les exclure de notre corpus, puisque ce ne sont en aucune manière des armatures de projectile. Ce problème sera discuté lors de l'analyse typologique des pièces (chapitre III) ; d'ici là, nous considérerons *a priori* ces objets comme faisant partie de notre corpus.

- Fragments à biseau double (fig. 17) : 1 pièce de la couche Ia/B, 27 de la couche I/F1 et 29 de la couche II/E sont des fragments qu'il n'est pas possible d'attribuer en première analyse à des pointes ou à des outils biseautés. Certains d'entre eux sont en effet brisés juste au-dessus du biseau ; d'autres présentent un fût préservé sur une certaine longueur, mais dont les caractères (absence de convergence des bords vers l'extrémité distale, absence d'extrémité portant des traces d'utilisation en outil intermédiaire...) ne permettent pas d'emblée un classement typologique. Les dimensions de ces pièces les rapprocheraient plutôt d'outils biseautés, mais elles peuvent également correspondre au calibre de certaines pointes parmi les plus grandes, voire à des fragments de préhampes à biseau double (*cf.* ci-dessus)...

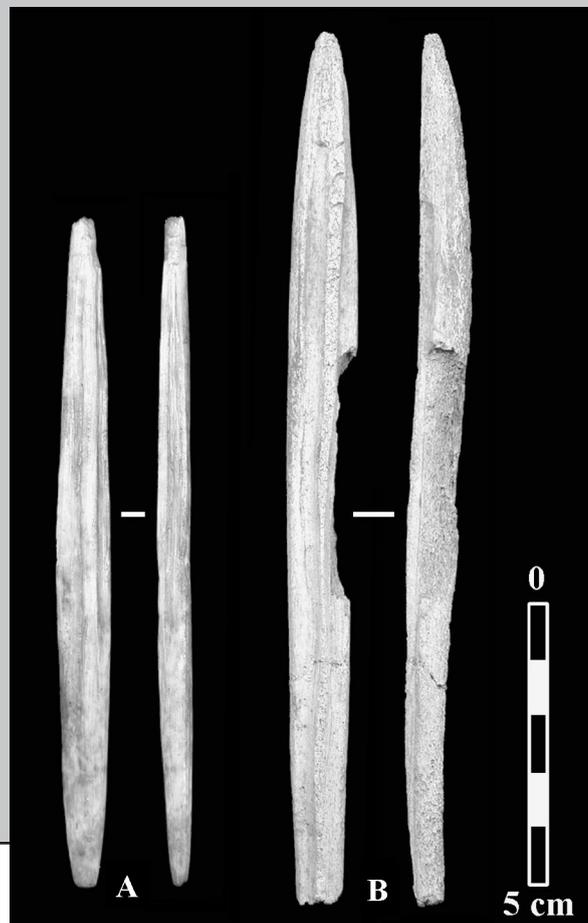
- Fragment à biseau double sur faces latérales (fig. 18) : sur l'ensemble des pièces évoquées jusqu'ici, les deux pans du biseau double se trouvent sur les faces supérieure et inférieure du support-baguette (la face inférieure se reconnaissant à la présence de tissu spongieux). Or, une pièce fragmentaire de la couche I/F1 présente au contraire un biseau double dont les pans se trouvent sur les faces latérales. Six autres fragments à biseau double possédant la même caractéristique proviennent de la couche II/E. Cette dernière couche a également livré une pièce entière présentant un biseau double de ce type : il s'agit d'un objet d'environ 90 mm de long, dont la partie mésio-distale est décorée sur la face supérieure de deux rainures longitudinales parallèles et de multiples incisions transversales, tandis que l'extrémité distale est aplatie, mousse et non vulnérante. La fonction de cette pièce reste mystérieuse ; E. Passemard l'avait publiée comme «pendeloque» (Passemard, 1944, pl. XXII ; ici fig. 18, B). Ce type de biseau double sur faces latérales se retrouve par ailleurs sur certaines baguettes demi-rondes particulières, courtes et trapues, caractéristiques de la couche II/E (Feruglio et Buisson, 1999, fig. 1, n^{os} 3 et 4).

II.2.3. Les doubles pointes

- Fragments proximaux avec incisions (fig. 19) : 5 fragments de la couche I/F1 possèdent une extrémité appointée, qui aurait pu être interprétée comme une extrémité distale de pointe de projectile si elle ne présentait des séries d'incisions obliques ; ces dernières rappellent les incisions souvent présentes sur la partie proximale des pointes à biseau simple ou biseau double, et destinées à améliorer l'adhérence de la pointe à la hampe. Il s'agit donc là, plus probablement, de fragments proximaux d'armatures à double pointe. L'un d'entre eux porte sur la face supérieure une rainure longitudinale striée, aménagement typique du Magdalénien moyen (Feruglio, 1992). 26 fragments proximaux avec incisions proviennent d'ailleurs de la couche II/E, et 6 de la couche SI/E ω . L'un d'entre eux (Saint-Périer, 1936, fig. 53, n^o 9) présente un décor d'«ellipses et fuseaux» que l'on retrouve sur quelques baguettes demi-rondes de la même couche.

- Doubles pointes «à base massive» (fig. 20) : 3 fragments de la couche I/F1 présentent une extrémité sans incisions, épaisse (la largeur et l'épaisseur, mesurées 20 mm en-deçà de l'extrémité, varient entre 7 et 9 mm), mais trop arrondie et «mousse» pour constituer l'extrémité pénétrante d'une pointe de projectile. Cet état n'étant pas dû à une altération des pièces, on peut conclure que ces objets sont probablement des extrémités proximales de doubles pointes. La même couche a d'ailleurs livré une double pointe entière,

Fig. 22 : doubles pointes «à crête» (faces sup. et droite). A : n^o MAN 77162A12 (coll. Passemard, couche F1). B : coll. Saint-Périer, couche II.



très longue (218 mm), possédant le même type de base massive opposée à une extrémité distale vulnérante (Saint-Périer, 1936, fig. 22, n° 16). 22 autres doubles pointes proviennent de la couche II/E.

- Double pointe à rainures sur les faces latérales et la face supérieure (fig. 21) : la couche I/F1a livré une double pointe de section subtriangulaire, portant une rainure longitudinale sur la face supérieure et une autre sur chaque face latérale. Les rainures s'interrompent au milieu du fût, sur une longueur de 20 mm environ. 4 pointes du même type proviennent de la couche II/E, 2 de la couche IIIa/F2 et 4 de la couche III/C. Ces armatures frappent par leur forte standardisation : les 5 pièces entières mesurent entre 135 et 150 mm de long, pour une largeur et une épaisseur maximales de 8 à 11 mm.

- Double pointe «à crête» (fig. 22) : une double pointe de la couche I/F1, de section biconvexe, présente un aménagement de surface particulier sous la forme de deux profondes rainures parallèles qui isolent une «crête» en saillie au centre de la face supérieure, dans l'axe de la pièce. Nous n'avons trouvé aucun équivalent exact de cette pièce dans l'industrie osseuse d'Isturitz ; cependant, un fragment issu de la couche II/E et un autre de la couche SI/E ω présentent sur leur face supérieure le même type d'aménagement. Ces deux objets sont de plus grandes dimensions que la double pointe de la couche I/F1, et possèdent une rainure supplémentaire sur la face inférieure.

II.2.4. Les pièces à biseau simple

- Pointes de Lussac-Angles (fig. 23) : la couche I/F1 a livré 4 pointes à biseau simple de 76 à 84 mm de long, présentant une rainure sur la face supérieure (et, dans un cas, une seconde sur la face inférieure), un biseau sans incisions, une largeur maximale de 9 à 11 mm et une section quadrangulaire au point de rencontre entre le biseau et le fût. Ces caractères correspondent à la définition typologique des pointes de Lussac-Angles (Pinçon, 1988). Ces objets sont particulièrement nombreux dans les niveaux sous-jacents à la couche I/F1 : 49 proviennent de la couche II/E, 16 de la couche IIIa/F2, et 8 du niveau III/C.

- Pointes à biseau simple (fig. 24) : 2 autres pointes à biseau simple de la couche I/F1 présentent un biseau non strié, une partie mésio-distale sans aménagements de surface et une section ovalaire. Des pointes de ce type se retrouvent en 87 exemplaires dans la couche II/E — auxquelles il faut ajouter 17 pointes comparables sur le plan morphométrique, mais dont le fût présente des aménagements ou décors divers. Quelques-unes sont également présentes dans la couche IIIa/F2 (7 pointes sans aménagements de surface, et 3 autres ornées), ainsi que 27 dans la couche III/C et 2 dans la couche IV/F3.

- Fragment à biseau simple abrasé, en ivoire (fig. 25) : un fragment à biseau simple de la couche I/F1 se distingue des autres pièces à biseau simple de cette même couche, par sa matière première (ivoire) comme par sa largeur importante (14,2 mm). Le pan du biseau présente par ailleurs des séries de stries d'abrasion obliques. Ces caractères rappellent

notre pièce d'une série de 13 pointes à biseau simple de la couche solutréenne IIIa/F2, d'un calibre important (largeur et épaisseur maximales variant de 9 à 13 mm) et possédant toutes un biseau strié par abrasion. Toutes ces pointes sont en os. 20 pointes du même type proviennent de la couche III/C, et 2 autres de la couche IV/F3.

- Pointe à biseau simple de deuxième intention (fig. 26) : une pointe de la couche I/F1 s'individualise par un biseau simple proximal portant des traces de raclage relativement grossières, et situé sur une des faces latérales du support-baguette — alors que sur toutes les pointes à biseau simple évoquées jusqu'ici, ce dernier se situe sur la face inférieure. Ce type d'aménagement n'a d'équivalent exact sur aucune autre pièce d'Isturitz ; un certain nombre d'arguments morphométriques (longueur, calibre et section de la pointe...), que nous développerons dans le chapitre X, nous ont amené à considérer cet objet comme une pointe à base fourchue recyclée après fracturation de l'un de ses fourchons.

II.2.5. Réattributions stratigraphiques

Au vu des inventaires que nous venons de présenter, il paraît évident que les pointes à base fourchue sont bel et bien des armatures caractéristiques du niveau Magdalénien supérieur d'Isturitz. L'attribution de quelques pointes de ce type aux couches sous-jacentes relève selon nous de confusions stratigraphiques.

Inversement, les doubles pointes et pointes à biseau simple attribuées à la couche I/F1 ont manifestement pour véritable origine la couche du Magdalénien moyen (à l'exception de la pièce en ivoire, probablement solutréenne, et de la pointe à biseau simple de deuxième intention, que nous conservons au sein du corpus Magdalénien supérieur en tant que pointe à base fourchue recyclée). On constate d'ailleurs que certains types de pointes que nous considérons comme caractéristiques du Magdalénien moyen — pointes de Lussac-Angles, doubles pointes à rainures... — ont également «contaminé» les niveaux sous-jacents à la couche II/E, puisqu'on en retrouve quelques exemplaires dans les IIIa/F2, III/C et IV/F3 (en ce qui concerne les niveaux gravettiens, les pièces intrusives proviennent presque exclusivement de la collection Saint-Périer : cf. Goutas, 2004).

La réattribution stratigraphique des pièces à biseau double pose en revanche plus de problèmes. Le fragment à biseau double sur faces latérales peut facilement être rangé dans le Magdalénien moyen, dans la mesure où toutes les autres pièces du même type proviennent de la couche II/E. Ce n'est cependant pas le cas des pointes à biseau double *stricto sensu*, des outils biseautés et des fragments à biseau double, qui se retrouvent en quantité importante dans le niveau I/F1 comme dans le II/E (environ 110 et 70 pièces, respectivement). Mais la répartition stratigraphique de ces pièces est très variable suivant la collection considérée (tabl. 14). Ainsi, dans la collection Saint-Périer, la très grande majorité d'entre elles est attribuée au Magdalénien supérieur (66 pièces dans la couche I, contre 9 seulement dans la couche II) ; tandis que dans la collection Passemard, la répartition est plus équilibrée, et



Fig. 23 : pointes de Lussac-Angles (faces sup. et droite). A : coll. Saint-Périer, couche I. B : coll. Saint-Périer, couche II.

Fig. 24 : pointes à biseau simple (faces sup. et droite). A : coll. Saint-Périer, couche I. B : coll. Saint-Périer, couche II.

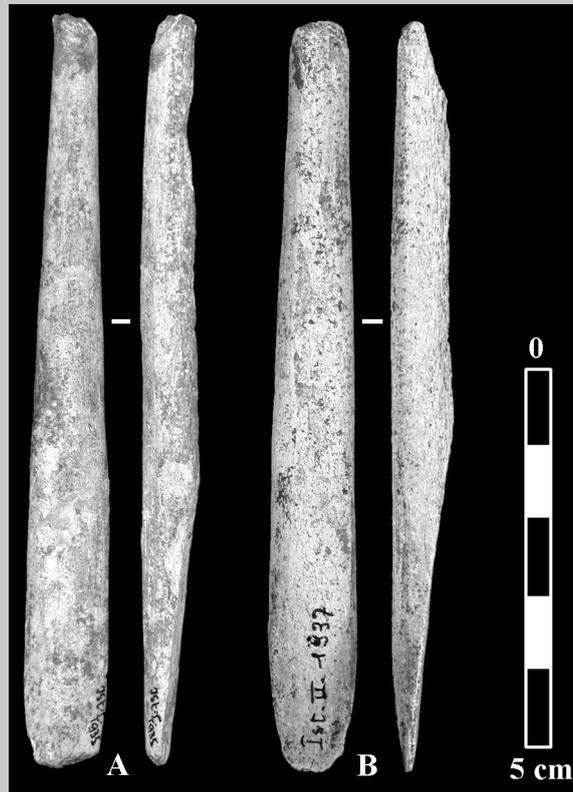


Fig. 26 : pointe à biseau simple de deuxième intention. Coll. Saint-Périer, couche I.

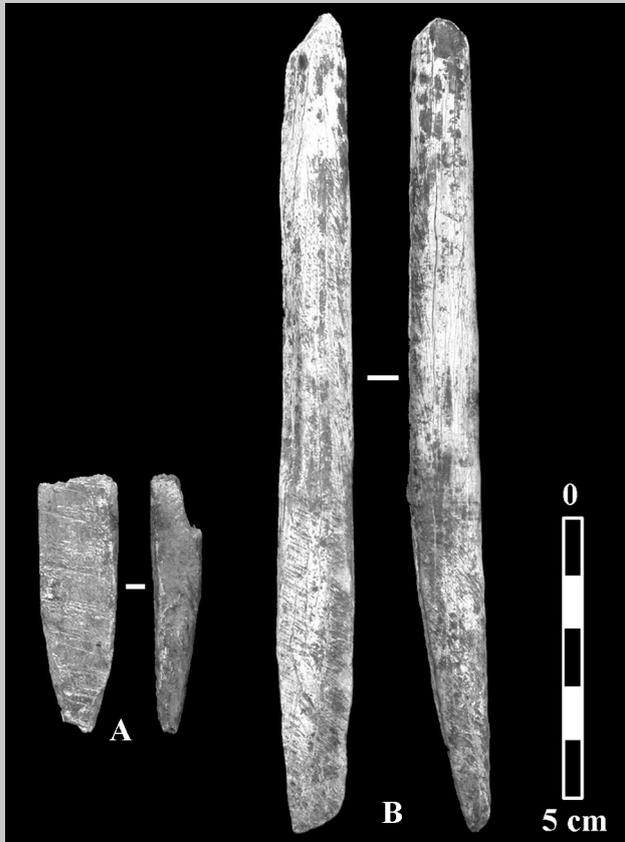
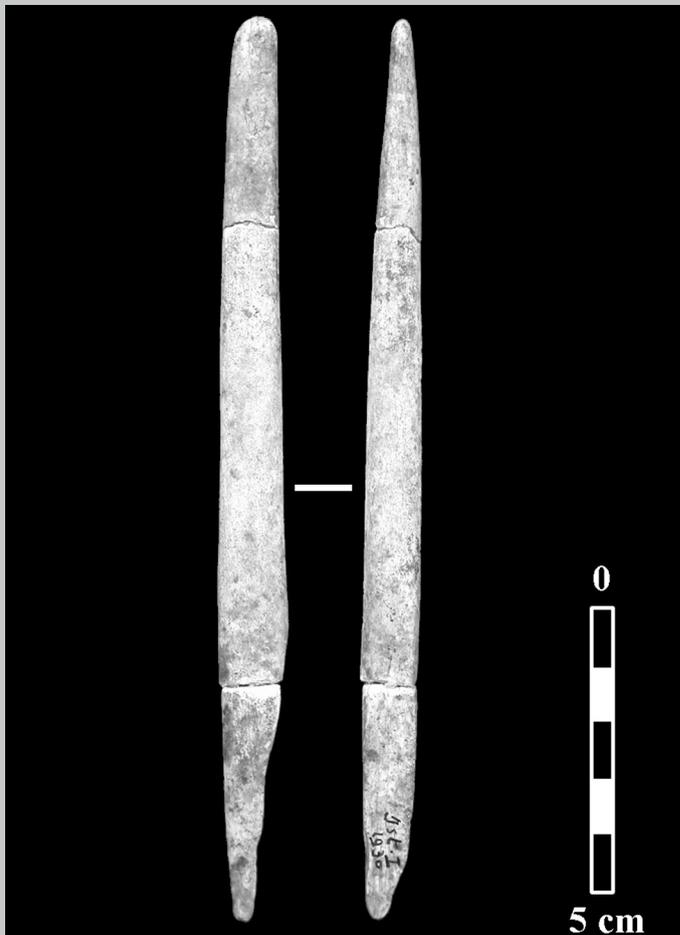


Fig. 25 : pointes à biseau simple abrasé (faces inf. et gauche). A : ivoire, coll. Saint-Périer, couche I. B : os, n° MAN 77221B (coll. Passemard, couche F2).



		PASSEMARD		SAINT-PÉRIER	
		F1	E + racc.	I	II
PIÈCES QUE NOUS CONSIDÉRONS COMME MAGDALÉNIEN SUPÉRIEUR	pointes à base fourchue	234	10	141	
	fourchons isolés	5	2	6	1
	préhampes entières	4		1	
	préhampes fragmentaires	20	1	14	
	pointes à biseau double	35	35	37	3
	outils biseautés	6	2	6	2
	fragments à biseau double	4	25	23	4
	bis. simple 2ème intention			1	
	TOTAL	308	75	229	10
PIÈCES QUE NOUS CONSIDÉRONS COMME MAGDALÉNIEN MOYEN	biseaux doubles latéraux	1	2		5
	fragments prox. avec incisions		11	5	15
	doubles p. à base massive	1	4	3	18
	doubles pointes à rainures		2	1	2
	doubles pointes à crête	1			1
	pointes de Lussac-Angles		8	4	41
	pointes à biseau simple		40	2	64
	TOTAL	3	67	15	146

Tabl. 14 : répartition des pointes magdaléniennes dans les collections Passemard (couches F1 et E) et Saint-Périer (couches I et II).

même à l'avantage du Magdalénien moyen (45 pièces dans la couche F1, 61 dans la couche E, et 1 raccord inter-couches). E. Passemard est donc le seul des deux fouilleurs à avoir situé une quantité importante de pièces à biseau double dans la couche II/E. De plus, 8 de ses pointes à biseau double portent la mention «Ist E α 1914 haut», indiquant qu'elles proviennent de la partie supérieure de la couche E — or, étant donné l'absence de niveau stérile entre les deux couches magdaléniennes (cf. I.4.1.), le sommet de la couche E peut facilement être confondu avec la base de la couche F1... Tout ceci nous pousse à conclure que l'ensemble des pièces à biseau double d'Isturitz (à l'exception des biseaux doubles sur faces latérales) provient probablement du Magdalénien supérieur. Le fait qu'une importante proportion d'entre elles ait été attribuée à la couche II/E est apparemment dû à une erreur stratigraphique d'E. Passemard lors de la fouille, erreur qui ne se retrouve pas dans la collection Saint-Périer.

II.2.6. Validité des réattributions stratigraphiques

La réattribution stratigraphique de ces différents types nous semble une hypothèse plus logique que d'imaginer, par exemple, que les «derniers» occupants du Magdalénien moyen d'Isturitz utilisaient «déjà» quelques pointes à base fourchue, tandis que les «premiers» habitants du Magdalénien supérieur utilisaient «encore» quelques pointes à biseau simple... De plus, ces réattributions concernent en définitive un assez petit

nombre de pièces. Si l'on fait la somme des pointes provenant des couches Ia/B, I/F1 et II/E, on obtient en effet un total de 861 pièces. Parmi elles, 103 possèdent selon nous une attribution stratigraphique erronée — en y incluant les 3 pointes reconstituées à partir de raccords inter-couches F1 - E. Pour l'ensemble des pointes des couches magdaléniennes de la Grande Salle d'Isturitz, le taux d'erreur dans les attributions stratigraphiques serait donc de 12 %, ce qui reste relativement limité. Remarquons que le taux d'erreur est très différent d'une couche à l'autre : pour l'ensemble des niveaux Ia/B et I/F1, il est de 3,2 % (18 pièces sur 563), tandis qu'il est de 28,5 % pour la couche II/E (85 pièces sur 298) ; dans cette dernière couche, les trois quarts des pièces problématiques proviennent de l'erreur stratigraphique d'E. Passemard concernant les pièces à biseau double.

Par ailleurs, l'étude de la répartition des types de pointes par collection dans les couches magdaléniennes (tabl. 14) montre une certaine logique dans les confusions commises par les fouilleurs. On constate ainsi que, parmi les pièces que nous considérons comme caractéristiques du Magdalénien supérieur, celles qui avaient été attribuées par erreur à la couche II/E proviennent à 88 % de la collection Passemard (75 pièces sur 85, y compris les 3 raccords inter-couches). A l'inverse, les pièces qui sont selon nous typiques du Magdalénien moyen, mais avaient été étiquetées comme provenant de la couche I/F1, sont très majoritairement issues de la collection Saint-Périer (15 pièces sur 18, soit 83 %). Tout se passe donc comme si, d'un fouilleur à l'autre, les confusions stratigraphiques avaient eu lieu en sens contraire : E. Passemard aurait intégré par erreur une partie de la couche du

Magdalénien supérieur dans le niveau Magdalénien moyen, tandis que R. de Saint-Périer aurait à l'inverse inclus certaines pièces du Magdalénien moyen dans le niveau Magdalénien supérieur. Ce contraste correspond bien aux différences dans les descriptions des couches I/F1 et II/E données par les deux fouilleurs : nous avons en effet montré que, par rapport à R. de Saint-Périer, E. Passemard avait manifestement placé la transition entre le Magdalénien moyen et supérieur «plus haut» dans la stratigraphie (cf. I.4.1.)... La proportion de pièces d'attribution erronée étant nettement plus importante dans la collection Passemard, on peut avancer l'hypothèse que la lecture stratigraphique de R. de Saint-Périer était sans doute plus proche de la réalité archéologique¹⁴.

¹⁴ Cette dernière hypothèse est également cohérente avec la distribution des raccords inter-couches. Aux 3 raccords F1 - E mentionnés ci-dessus dans la collection Passemard (2 pointes à base fourchue et 1 pointe à biseau double) s'ajoutent en effet 3 autres raccords inter-couche effectués sur des fragments méiaux et méso-distaux : l'un de ces raccords concerne des pièces de la collection Passemard, un autre des pièces de la collection Saint-Périer, le dernier impliquant des fragments des deux collections. Ces 6 raccords entre Magdalénien moyen et supérieur complètent ceux déjà signalés plus haut (I.4.2.) parmi les galets gravés (1 raccord dans la collection Passemard) et les vestiges humains (1 raccord dans la collection Saint-Périer, 1 autre entre des pièces des deux collections). Au total, ces chiffres semblent bien indiquer que les confusions entre niveaux sont plus fréquentes pour les fouilles Passemard que pour les fouilles Saint-Périer : 5 raccords inter-couches contre 2 (les 2 derniers étant «à cheval» entre les deux collections), déséquilibre qui n'est pas un reflet des effectifs respectifs des deux collections.

Conséquence logique de ces réattributions, notre vision de la répartition des pointes dans les couches magdaléniennes de la Grande Salle ne correspond exactement ni à celle décrite par E. Passemard, ni à celle que propose R. de Saint-Périer (*cf.* II.1.). Contrairement au premier, nous voyons en effet très peu de pièces à biseau double dans le Magdalénien moyen (sauf les quelques biseaux doubles sur faces latérales) ; et contrairement au second, nous ne situons pas de pointes à biseau simple ou «à base arrondie» dans le Magdalénien supérieur.

Enfin, en ce qui concerne la question de la position relative des pointes à base fourchue et des pointes à biseau double dans la couche I/F1, nous nous rangeons à l'opinion de R. de Saint-Périer et considérons ces deux types d'armatures comme contemporains, à la différence d'E. Passemard qui les voyait se succéder à l'intérieur de cette couche (*cf.* II.1.). La présence au sein de celle-ci de plusieurs préhampes possédant une extrémité fourchue opposée à une extrémité en biseau double démontre en effet que ces deux morphologies d'emmanchement coexistaient dans l'esprit des habitants d'Isturitz au Magdalénien supérieur, et qu'il n'est donc pas possible d'établir entre elles une sériation chronologique.

II.3. Fragments distaux, mésiaux et mésio-distaux

En-dehors des pointes à partie proximale déterminable, l'industrie osseuse de la couche I/F1 a également fourni 154 fragments distaux, mésiaux et mésio-distaux de pointes de projectile ; 11 autres proviennent de la couche Ia/B. Il n'y a aucune raison pour que ce type de pièce n'ait pas lui aussi subi son lot d'erreurs d'attribution stratigraphique. Nous pouvons donc supposer que, parmi ces 165 fragments attribués aux couches I/F1 et Ia/B, une partie proviennent en fait de la couche II/E, Magdalénien moyen ; de même, une partie des fragments attribués à cette dernière couche est probablement en réalité d'âge magdalénien supérieur. Cependant, il n'est guère possible ici d'effectuer des réattributions stratigraphiques, en raison de l'absence sur ces pièces de partie proximale, dont la morphologie est discriminante sur le plan chrono-culturel.

Dans un certain nombre de cas, il a toutefois été possible d'opérer une réattribution stratigraphique en se fondant sur d'autres critères. Nous avons ainsi pu isoler, parmi les 165 fragments attribués aux couches du Magdalénien supérieur, 22 qui proviennent certainement du Magdalénien moyen, cela pour l'une des deux raisons suivantes :

- Leur fût présente des aménagements de surface qui, à Isturitz du moins, sont typiques du Magdalénien moyen et ne se rencontrent pratiquement jamais sur les pièces du Magdalénien supérieur (profondes rainures longitudinales, décor de protubérances...). Cela concerne 11 pièces — 1 de la couche Ia/B, 9 de la couche I/F1 et 1 reconstituée à partir de 2 fragments provenant des couches I et E.

- Leur calibre — largeur, épaisseur, section — est incompatible tant avec les pointes à base fourchue qu'avec les préhampes ou les pièces à biseau double du Magdalénien supérieur. C'est le cas de 11 pièces (1 de la couche Ia/B et 10 de la couche I/F1) : 4 d'entre elles présentent une section triangulaire, 3 autres une section plano-convexe, et les 4 dernières sont des fragments distaux à la section parfaitement circulaire, particulièrement larges et épais, dont les caractères ne se retrouvent pas sur les pointes entières de notre série.

Ces critères ne sont cependant pas toujours utilisables. Une fois les fragments ci-dessus écartés, il nous reste en effet une série de 143 pièces, correspondant du point de vue morphométrique aux pointes du Magdalénien supérieur, mais qui pourraient également être compatibles avec certains types d'armatures du Magdalénien moyen — notamment les pointes à biseau simple — présentant des dimensions comparables et sur lesquelles les aménagements de surface sont relativement rares.

Nous avons cependant décidé de conserver malgré tout ces fragments au sein de notre corpus. En effet, parmi ceux dont la section mésiale est déterminable (fragments mésiaux et mésio-distaux), le type largement majoritaire est la section subquadrangulaire ; or cette forme, si elle est très fréquente sur les pointes du Magdalénien supérieur d'Isturitz (*cf.* chapitre III), est rare sur les pièces du Magdalénien moyen, en particulier sur les pointes à biseau simple. Nous avons donc de bonnes raisons de penser que la très grande majorité des 143 fragments considérés provient bel et bien de pointes d'âge magdalénien supérieur.

De plus, les 22 fragments que nous avons écartés du corpus sur la base de leur calibre ou de leurs aménagements de surface représentent un taux d'erreur d'attribution stratigraphique de 13,3 % (22/165), ce qui nous place d'emblée nettement au-delà du taux constaté pour les pointes à partie proximale déterminable des couches Ia/B et I/F1, qui était de 3,2 % (*cf.* II.2.6.). Il ne semble donc pas aberrant de considérer que ces 22 fragments puissent constituer à eux seuls la presque totalité des fragments intrusifs au sein des couches Ia/B et I/F1.

A l'inverse, il est probable qu'une partie des fragments mésiaux, distaux et mésio-distaux attribués à la couche II/E proviennent en fait des niveaux du Magdalénien supérieur, en particulier dans la collection Passemard ; mais en l'absence de partie proximale déterminable, le repérage de ces fragments au sein de l'abondante industrie osseuse de la couche II/E nous a paru trop hasardeux, pour un résultat sans doute minime en termes de nombre de pièces et de quantité d'information supplémentaire. Nous avons donc renoncé à isoler ces pièces.

II.4. Inventaire de la série étudiée et état de conservation

En résumé (tabl. 15), notre choix méthodologique est donc d'attribuer au Magdalénien supérieur :

- Toutes les pièces fourchues d'Isturitz, quelle que soit leur couche annoncée ; cela représente 459 pièces, dont 396 pointes à base fourchue, 22 fourchons isolés, 5 préhampes entières et 36 fragmentaires. 93 % de ces pièces sont étiquetées comme provenant de la couche I/F1.

- Toutes les pièces à biseau double d'Isturitz, quelle que soit leur couche annoncée, à l'exception des quelques objets présentant un biseau double sur faces latérales. Les pièces retenues sont donc au nombre de 190, dont 116 pointes à biseau double, 17 outils biseautés et 57 fragments à biseau double. 59 % des pièces proviennent de la couche I/F1, la plupart des autres (32 %) de la couche E.

- Tous les fragments distaux, mésio-distaux et mésoiaux des couches Ia/B et I/F1, à l'exception de ceux présentant des aménagements ou des caractères morphométriques typiques du Magdalénien moyen. La série retenue rassemble 143 fragments, dont 65 mésoiaux et 78 distaux et mésio-distaux.

La série étudiée se compose donc au total de 793 pièces. Toutes sont conservées au MAN, sauf 24 pièces de la collection Saint-Périer dispersées dans quatre autres musées (*cf.* tabl. 15), et les 8 pièces de la collection Mascaraux conservées au MHNT. Toutes catégories confondues, c'est la collection Passemard qui a livré le plus de pièces (428 sur 793, soit 54 %).

L'état de conservation de notre corpus est globalement très bon, un constat qui vaut d'ailleurs pour l'ensemble des vestiges en matières osseuses de la Grande Salle d'Isturitz. Sur nos pièces, les traces postdépositionnelles attribuables aux agents biologiques (végétaux et animaux) sont à peu près inexistantes — elles se limitent à quelques rares pointes portant des marques laissées par de petits animaux fouisseurs. Une partie des vestiges a en revanche été affectée par un facteur abiotique : la circulation de l'eau dans la grotte, sous forme de ruissellement, de percolations, etc. Cela a entraîné trois types de modifications : le concrétionnement, l'altération de la surface des objets et le délitement en profondeur.

- Le **concrétionnement** (fig. 27) se manifeste par le dépôt d'une fine couche stalagmitique, en général sur tout ou partie de l'une des faces de l'objet. Celui-ci reste intact, mais sa surface n'est plus observable. Pris dans la concrétion, des micro-esquilles de silex, voire des vestiges de micro-faune sont parfois agglomérés à la pièce.

- L'**altération de la surface** prend la forme de petites cupules de dissolution, affectant une partie de l'une des faces de l'objet (fig. 28). Ce dernier conserve ses caractéristiques morphométriques d'origine, mais les surfaces affectées sont impropres à toute analyse tracéologique.

- Le **délitement** correspond à une altération beaucoup plus poussée de la matière osseuse (fig. 29) : la surface de l'objet est détruite ou déformée, la pièce est très fragilisée et tend à se fissurer ou à s'effriter. Sa morphologie générale est encore discernable (l'identification typologique est donc possible), mais toute étude plus poussée est exclue. Ce type de dommage est heureusement rare ; de plus, les quelques pièces affectées proviennent toutes de la collection Saint-Périer, et ont été découvertes lors de la même campagne de fouilles en 1930 — elles correspondraient donc à un

problème taphonomique ponctuel, situé dans une partie précise de la grotte (eau stagnante ? chenal de ruissellement ?).

Il faut également signaler sur certaines pointes un phénomène de **désquamation**, c'est-à-dire un effritement très localisé de la couche superficielle de l'objet ; ces dégâts récents (post-fouille) sont manifestement dus à de mauvaises conditions de séchage ou de conservation.

Si toutes ces altérations sont relativement limitées, la **fracturation postdépositionnelle** des pièces est en revanche beaucoup plus fréquente. Les fractures postdépositionnelles se différencient des fractures d'utilisation par leurs pans réguliers, relativement lisses, sans dents de scie ni autres accidents (fig. 30) ; elles se produisent après l'abandon et l'enfouissement des vestiges, lorsqu'une contrainte mécanique — mouvement du sédiment, chute de blocs, fouille trop brutale... — est appliquée sur un objet en matière osseuse fragilisée par la disparition de ses constituants organiques. Ces fractures sont nombreuses sur les pointes de notre corpus ; leurs conséquences sur l'étude du matériel sont discutées ci-après.

II.5. Un matériel trié... plusieurs fois

II.5.1. Recherche systématique de raccords (ou : pendant la fouille, le tri par le bas)

Nous avons systématiquement recherché les raccords intra- et inter-couches entre les fragments de pointes attribués aux couches Ia/B, I/F1 et II/E ; seuls les raccords internes à la couche II/E n'ont pas été vérifiés. Cette démarche avait plusieurs objectifs :

- Reconstituer le plus grand nombre possible de pièces entières, en vue de l'étude morphométrique du corpus (chapitre III).
- Repérer d'éventuelles fractures d'utilisation dont les deux fragments auraient été conservés, cas de figure particulièrement intéressants entre autres pour la reconstitution des opérations d'entretien des pointes (chapitre X).
- Démontrer l'existence de confusions stratigraphiques par la présence de raccords entre fragments provenant de couches différentes (*cf.* ci-dessus I.4.2.).

Ce type de recherche systématique de raccords avait déjà été pratiqué par D. Buisson lors de l'étude de plusieurs catégories d'objets d'Isturitz — flûtes (Buisson, 1990), propulseurs (Buisson, 1999), objets d'art (Buisson et Pinçon, 1984-85)...

Dix-huit raccords entre fragments de pointes ont pu être réalisés (tabl. 16)¹⁵. Douze sont internes à la couche I/F1 ; 6 sont des

¹⁵ Nous n'avons pas inclus dans ce tableau une quinzaine de raccords qui représentaient à l'évidence des « cassures de tiroir », survenues après l'entrée des pièces au musée : le fragment raccordé, en général de taille inférieure à 20 mm, ne porte pas de numéro d'inventaire ; les pans de cassure sont nets, d'une couleur différente du reste de la pièce, ou correspondent à la rupture d'anciens collages. En revanche, nous avons pris en compte un raccord entre un fragment mésio-proximal et un fragment distal d'une pointe à base fourchue de la couche F1, alors que leurs pans de fracture ne correspondent pas exactement. Plusieurs éléments permettent en effet de rapprocher malgré tout ces deux pièces : calibre parfaitement identique, état de surface similaire, stries de façonnage qui se prolongent d'un fragment à l'autre. Un autre « raccord incertain » concerne deux fragments de pointe à base fourchue ; il correspond à une possible fracture d'utilisation, et sera exposé en détail dans le chapitre X.

raccords inter-couches I/F1 et II/E. Pour chaque raccord, les deux fragments proviennent toujours de la même collection ; un seul cas fait exception (il réunit un fragment mésial de la couche I et un autre de la couche E). Les raccords entre un fragment proximal et un fragment mésio-distal (colonnes 1 et 2 du tableau 16) correspondent dans 8 cas sur 9 au raccord d'un fourchon sur une base fourchue. Sur l'ensemble des raccords, 5 renvoient manifestement à des fractures survenues durant l'utilisation de l'objet, les 13 autres à des fractures post-dépositionnelles voire post-fouille.

Au total, le nombre de raccords effectués demeure cependant extrêmement réduit en regard de la quantité de pointes fragmentaires présentes dans les couches. Ainsi, au sein de notre corpus d'étude, 50 % des pointes à base fourchue (soit 197 pièces) montrent des pans de fracture clairement post-dépositionnels, qui affectent la partie mésio-distale (42 cas), un fourchon (68 cas) ou les deux fourchons d'une même pointe (39 cas), les 48 dernières pièces cumulant fracture distale et fracture proximale. La situation est comparable pour les pointes à biseau double : 31 % des pièces (N = 36) ont subi des fractures post-dépositionnelles, dont 21 distales, 11 proximales et 4 pointes présentant les deux types de fractures. Le fait que ces fractures se soient produites après l'abandon des pointes sur le site implique que les fragments manquants se trouvaient obligatoirement au sein du remplissage archéologique de la grotte, et auraient donc dû être trouvés à la fouille — la bonne conservation des matières osseuses à Isturitz interdit en effet d'expliquer leur disparition par des arguments taphonomiques. L'absence de ces fragments dans les collections Passemard et Saint-Périer ne peut donc être imputée qu'à un tri effectué lors de la fouille, au détriment des éléments fragmentaires et/ou de petite taille.

Comme nous l'indiquions plus haut (I.5.4.), un tel tri a d'ailleurs manifestement affecté aussi l'industrie lithique des niveaux magdaléniens, entraînant la disparition presque complète des lamelles et outils sur lamelles dans les séries correspondantes conservées au MAN : «las piezas sobre laminillas continuando siendo bastante escasas, lo que puede explicarse por la metodología de excavaciones a uso en la época¹⁶» (Esparza et Mujika, 1996, p. 83).

Ce «tri par le bas» n'a cependant pas été systématique, puisque certains petits fragments sont bel et bien présents dans les collections du MAN, marqués par les fouilleurs avec autant de soin que les autres pièces. Tout se passe en fait comme si la récolte des fragments de petite dimension avait été assez aléatoire, parfois relativement rigoureuse et souvent beaucoup moins...

II.5.2. Comparaison entre les inventaires (ou : après la fouille, le tri par le haut)

Les pointes à base fourchue et à biseau double d'Isturitz conservées au MAN ont déjà fait l'objet de plusieurs études typologiques (Delporte et Mons, 1977, 1988a, 1988b ; Mujika, 1991 ; Bertrand, 1999) ; il est donc

¹⁶ [Dans le niveau I/F1] «les pièces sur lamelles sont toujours assez rares, ce qui peut s'expliquer par les méthodes de fouille utilisées à l'époque».

	COLLECTION PASSEMARD (MAN)										COLLECTION SAINT-PÉRIER										TOTAL							
	COLL. MASCARAUX (MHNT)					COLL. PASSEMARD (MAN)					COLL. SAINT-PÉRIER					COLL. SAINT-PÉRIER												
	F1	E	raccord F1 - E	sans couche	sans couche	F1	E	raccord F1 - E	sans couche	sans couche	Ia	MI	MAN	MB	MI	MSG	MFA	II	fac. I-II	MAN		MAN	SI	IV	MAN	MAN	MI	MI
PIÈCES À BASE FOURCHUE	pointes à base fourchue	234	8	2	7						2												1					396
	fourchons isolés	5	2					2										1										22
	préhampes entières	4																										5
	préhampes fragmentaires	20	1																									36
PIÈCES À BISEAU DOUBLE	pointes à biseau double	35	34	1							2	1						3								2		116
	outils biseautés	6	2								1							2										17
	fragments à biseau double	4	25								1							4										57
FRAGMENTS SANS PROX.	distaux et mésio-distaux	29		1							3																	78
	mésiaux	13									6									1								65
BISEAU SIMPLE DE DEUXIÈME INTENTION																												1
																												793

Tabl. 15 : ensemble des pointes considérées comme Magdalémien supérieur et retenues pour l'étude ; classées par collection, par couche, puis (pour la collection Saint-Périer) par musée. Pour les noms des musées, voir page 11.

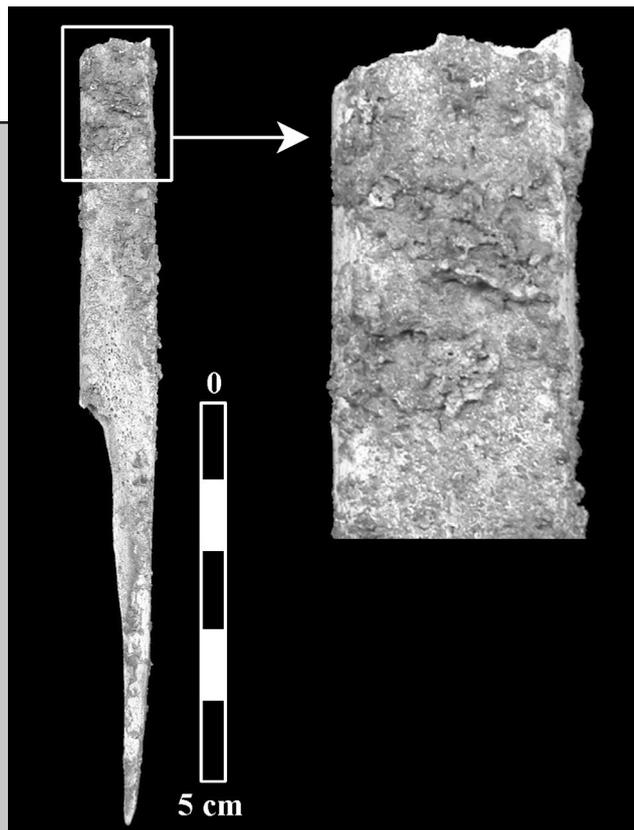


Fig. 27 : concrétionnement de la surface d'une pointe à base fourchue. N° MAN 77163G74 (coll. Passemard, couche F1).



Fig. 28 : cupules de dissolution à la surface d'une pointe à base fourchue. Coll. Saint-Périer, couche I.



Fig. 29 : délitement de la partie méso-proximale d'une pointe à base fourchue (avec tentative de restauration ancienne). Coll. Saint-Périer, couche I.

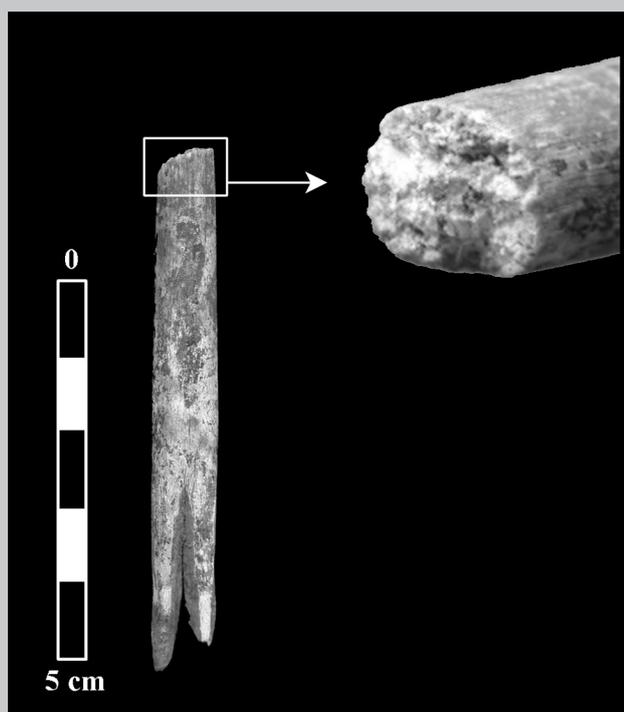


Fig. 30 : fracture postdépositionnelle de la partie méso-distale d'une pointe à base fourchue. N° MAN 77163G144 (coll. Passemard, couche F1).

possible de comparer l'inventaire de notre corpus avec les chiffres précédemment publiés pour les mêmes séries (tabl. 17). À l'exception des inventaires d'A. Bertrand qui, inexplicablement, sont toujours inférieurs de 20 à 60 % (sauf dans le cas des pointes à base fourchue de la collection Saint-Périer), on constate que les effectifs sont relativement équivalents d'un auteur à l'autre — les légères différences entre H. Delporte et L. Mons, J.A. Mujika et nous-même pouvant s'expliquer par des divergences dans l'identification typologique de certaines pièces. Cette vérification nous permet de confirmer que nos séries n'ont *a priori* pas subi de pertes depuis leur entrée au MAN. Reste cependant à savoir si des pertes n'ont pas pu avoir lieu en amont — autrement dit si, lors de leur arrivée au musée, les collections Passemard et Saint-Périer rassemblaient bien la totalité du matériel trouvé à Isturitz par les deux fouilleurs.

Il n'est pas aisé de répondre à cette question, car E. Passemard et R. de Saint-Périer ne donnent que peu d'indications chiffrées sur le nombre de vestiges découverts dans la grotte. L'une des seules disponibles concerne les pointes à base fourchue : E. Passemard dit avoir recueilli « plus de 150 pointes fourchues entières de toutes tailles et un nombre considérable de fragments » (1917, p. 121), et R. de Saint-Périer en annonce quant à lui « plus de 200, sans compter les petits fragments » (1936, p. 44). Notre corpus devrait donc regrouper théoriquement plus de 350 pointes à base fourchue entières ou quasi-entières, ainsi qu'un très grand nombre de fragments. Or nous ne disposons au total que de 459 pièces fourchues, tous musées confondus — même en y incluant les plus petits fragments de fourchon, les préhampes entières et fragmentaires — et moins de 120 d'entre elles peuvent être considérées comme entières ou quasi-entières (cf. chapitre III) !

A moins d'en conclure que les fouilleurs ont exagéré les effectifs des séries découvertes, force est donc de constater qu'une grande partie des pointes à base fourchue n'est jamais parvenue jusqu'à un musée. Ce tri post-fouille semble avoir touché préférentiellement les « belles » pièces, entières et/ou de grandes dimensions : E. Passemard et R. de Saint-Périer indiquent ainsi respectivement pour leurs plus grandes pointes à base fourchue une longueur de 200 et 195 mm, tandis que nos plus longues pièces entières n'atteignent pas 170 mm (cf. chapitre III ; voir chiffres comparables aux nôtres *in* Delporte et Mons, 1977, 1988a ; Bertrand, 1999). Indice supplémentaire, E. Passemard a publié une planche de photographies présentant entre autres un ensemble de 14 pointes à base fourchue d'Isturitz (Passemard, 1944, pl. LIII ; ici pl. III). Ces pièces sont toutes entières ou quasi-entières, et à trois exceptions près mesurent entre 120 et 175 mm de long, ce qui les place parmi les plus grandes pointes trouvées sur le site ; or, aucune d'entre elles ne se retrouve dans notre corpus. Nous avons en revanche retrouvé la quasi totalité des 30 pointes à base fourchues publiées par R. de Saint-Périer (1936, pl. III et IV ; ici pl. I et II) : il ne nous manque qu'une pièce, mesurant environ 115 mm de long. Il n'en subsiste pas moins un important décalage entre le nombre de pointes annoncé par R. de Saint-Périer (plus de 200 sans compter les fragments, cf. ci-dessus) et celui

dont nous disposons actuellement (174 pièces y compris les fragments et les préhampes, cf. tabl. 15)... Dans le même ordre d'idées, R. de Saint-Périer indique que la couche Ia a livré au total 4 pointes à base fourchue (Saint-Périer, 1936, p. 35), pointes qui ont effectivement été étudiées et publiées par G. Marsan quelques années avant l'entrée de la collection Saint-Périer au MAN (Marsan, 1979, fig. 8, n^{os} 3 à 6 ; ici pl. IV, n^{os} 7 à 10) ; or nous n'avons pu en retrouver que 2, tous musées confondus (tabl. 15).

Que sont devenues toutes ces pièces manquantes ? La question reste sans réponse, mais les pointes à base fourchue ne sont pas les seuls types d'objets à avoir été affectés : nous avons évoqué plus haut (I.4.2.) la disparition d'environ un tiers des harpons magdaléniens publiés par les fouilleurs en 1936 et 1944. Rappelons également que de nombreuses pièces prestigieuses de la collection Saint-Périer (dont les fameuses baguettes demi-rondes à décor de volutes de la couche II/E), qui ne figuraient pas parmi le matériel entré au MAN en 1981, et qui étaient considérées comme définitivement perdues, ont fini par réapparaître quelques années plus tard sur le marché des antiquités...

Il est en revanche difficile de savoir si une telle sélection a aussi touché les pointes à biseau double ; les fouilleurs n'indiquent en effet pas le nombre de pointes de ce type découvertes à Isturitz. Nous avons retrouvé la totalité des 11 pointes à biseau double publiées par R. de Saint-Périer (1936, fig. 16, n^o 4 ; fig. 22, n^{os} 2, 3, 5, 12, 13 ; fig. 43, n^o 4 ; pl. II, n^{os} 3, 4, 5, 9 ; pièces figurées ici dans les pl. VII à IX), ainsi que l'ensemble des 11 pointes à biseau double publiées par E. Passemard (1944, pl. XXI, et ici pl. IX, n^{os} 1 à 11 ; contrairement à ce qu'indique la légende de cette planche dans la publication d'origine, toutes les pointes figurées proviennent d'ailleurs de la couche F1). Ces chiffres satisfaisants sembleraient indiquer que les pointes à biseau double, vestiges peut-être considérés comme plus « communs » et moins intéressants, n'ont pas subi trop de pertes ; mais en l'absence de décomptes précis dans les publications d'origine, il est délicat de trancher.

II.5.3. Discussion sur la validité du corpus

Les pages qui précèdent dessinent l'image d'une collection relativement sinistrée, dont les manques risquent bien sûr d'être préjudiciables à notre analyse. On peut ainsi s'interroger sur la validité d'une étude portant sur la fracturation des armatures (types de fractures, taux de pièces endommagées, etc.) lorsqu'elle s'appuie sur une série amputée de nombreux fragments de petite dimension, ainsi que d'une bonne partie de ses pièces les plus complètes et les plus grandes. L'absence de ces dernières va de même inévitablement biaiser l'étude morphométrique de notre corpus, au moins dans le cas des pointes à base fourchue.

Si ces problèmes sont indéniables, reste à savoir s'ils sont suffisamment importants pour nous faire abandonner immédiatement l'analyse, ou s'ils doivent seulement être pris en compte et nous inciter à plus de prudence dans l'interprétation.

	PROXIMAL	MÉSIO-DISTAL	MÉSIO-PROX	MÉSIAL	DISTAL
INTRA-COUCHE I					
INTRA-COUCHE F1					
INTER-COUCHE I ET II					
INTER-COUCHE F1 ET E					
INTER-COUCHE I ET E					

Tabl. 16 : raccords effectués entre fragments de pointes des couches I/F1 et II/E. Aucun raccord inter-couches F1 et II n'a été trouvé, non plus qu'aucun raccord impliquant les pièces de la couche Ia/B. Les raccords intra-couche II/E n'ont pas été recherchés. Les tirets indiquent un raccord incertain.

	PIÈCES FOURCHUES		PIÈCES À BISEAU DOUBLE	
	Passemard	Saint-Périer	Passemard	Saint-Périer
Delporte et Mons, 1977, 1988a, 1988b	253	(non étudié)	97	(non étudié)
Mujika, 1991	282	157	116	77
Bertrand, 1999	197	144	48	44
ce volume	276	150	110	81

Tabl. 17 : collections du MAN uniquement - décompte des pièces fourchues et des pièces à biseau double des couches Ia/B, I/F1 et II/E.

En ce qui concerne tout d'abord l'étude morphométrique, nous disposons de quelques précieuses indications laissées par E. Passemard à propos des pointes à base fourchue : « en général, leurs dimensions lorsqu'elles ne sont pas retaillées varient entre 100 et 120 mm de long, 7 à 10 mm de large et 6 à 9 mm d'épaisseur » (Passemard, 1917, p. 122). Or ces mesures sont très proches des valeurs moyennes obtenues sur notre propre série (cf. chapitre III). On peut donc penser que celle-ci, même si elle ne constitue qu'une partie de l'ensemble originellement découvert par les fouilleurs, est donc bien représentative de la majorité des pointes à base fourchue d'Isturitz.

Quant à l'étude de la fracturation, elle reste possible. Car malgré les pertes qu'il a subi, notre corpus présente encore un effectif important, et surtout une grande variété de pièces : entières, fragmentaires, de petites ou de grandes dimensions... Cette étude aurait en revanche été irrémédiablement compromise si les tris successifs

avaient abouti à faire disparaître totalement certaines catégories de pièces — si par exemple nous n'avions plus que les pointes entières, ou au contraire seulement les plus petits fragments. Dans l'état actuel des choses, une approche fonctionnelle de cette série est donc toujours envisageable, même s'il faudra bien sûr manier avec beaucoup de prudence certains indices statistiques ; ainsi, en particulier dans le cas des pointes à base fourchue, la proportion de pièces entières aurait sans doute été nettement plus importante si les pointes les plus grandes n'avaient pas disparu, et si la fracturation post-dépositionnelle associée à la perte des fragments correspondants n'avait pas réduit une partie d'entre elles à l'état incomplet. De même, lorsque nous serons amené à constater la discrétion étonnante, au sein de notre corpus, de certains types de petits fragments (e.g. les extrémités de fourchons, chapitre X), il ne faudra pas perdre de vue que le tri auquel la série a été soumise peut constituer une des explications...

Deuxième partie. Typologie et techniques de production

III. ETUDE TYPOLOGIQUE

Nous présentons ici l'étude statistique des caractères métriques et morphologiques de notre corpus. Le but de cette analyse est d'évaluer le degré d'homogénéité typologique de chacune des catégories de pointes, et de détecter la présence d'éventuels sous-types au sein de certaines d'entre elles — nous permettant ainsi de trancher plusieurs questions laissées en suspens dans le chapitre précédent, concernant notamment le statut des outils biseautés et l'attribution des fragments à biseau double.

L'analyse typologique est également un préalable indispensable à l'étude expérimentale de la fonction des pièces. La fabrication de pointes expérimentales qui soient un reflet fidèle de leurs équivalents archéologiques, la reconstitution de leur mode d'emmanchement, la discussion du rôle des préhampes sont en effet autant d'aspects qui nécessitent d'avoir auparavant bien cerné les caractères morphométriques de notre corpus.

Comme on l'a signalé plus haut (II.5.2.), les pointes de projectile du Magdalénien supérieur d'Isturitz ont déjà fait l'objet de plusieurs analyses typologiques — d'abord par H. Delporte et L. Mons dans le cadre de la Commission de nomenclature sur l'industrie de l'os préhistorique (Delporte et Mons, 1977, 1988a, 1988b), puis par J.A. Mujika (1991, p. 850) et A. Bertrand (1999) dans leurs thèses de doctorat respectives. Les objectifs et la méthodologie de ces travaux diffèrent cependant des nôtres sur plusieurs points (composition de l'échantillon, variables mesurées, traitement statistique...),

et nous avons donc préféré construire notre propre base de données plutôt que de nous appuyer sur des travaux où ne figuraient pas toutes les informations qui nous étaient nécessaires. En revanche, pour l'étude des pointes à base fourchue, nous avons mis à profit une analyse du même corpus effectuée en DEA (Pétillon, 2000a, publiée *in* Pétillon, 2002).

III.1. Typologie des pointes à base fourchue (pl. I à V)

III.1.1. Terminologie descriptive et variables relevées

Pour décrire les pointes à base fourchue, nous emploierons les conventions d'orientation et les termes généraux préconisés par la Commission de nomenclature sur l'industrie de l'os préhistorique (Collectif, 1974) : face supérieure, face inférieure (portant les traces de tissu spongieux), bords gauche et droit, partie proximale, partie mésiale (ou fût) et partie distale. La partie mésio-distale de la pointe affecte toutefois la forme d'un fuseau très régulier, sans aucune discontinuité qui permette de distinguer clairement une partie mésiale d'une partie distale ; nous avons donc fixé arbitrairement la longueur de cette dernière à 20 mm (fig. 31).

La partie proximale de ces pièces réclame en revanche l'utilisation d'un vocabulaire descriptif spécifique. La **fourche** proprement dite est constituée de deux «branches» de matière osseuse, que nous nommerons **fourchons**.

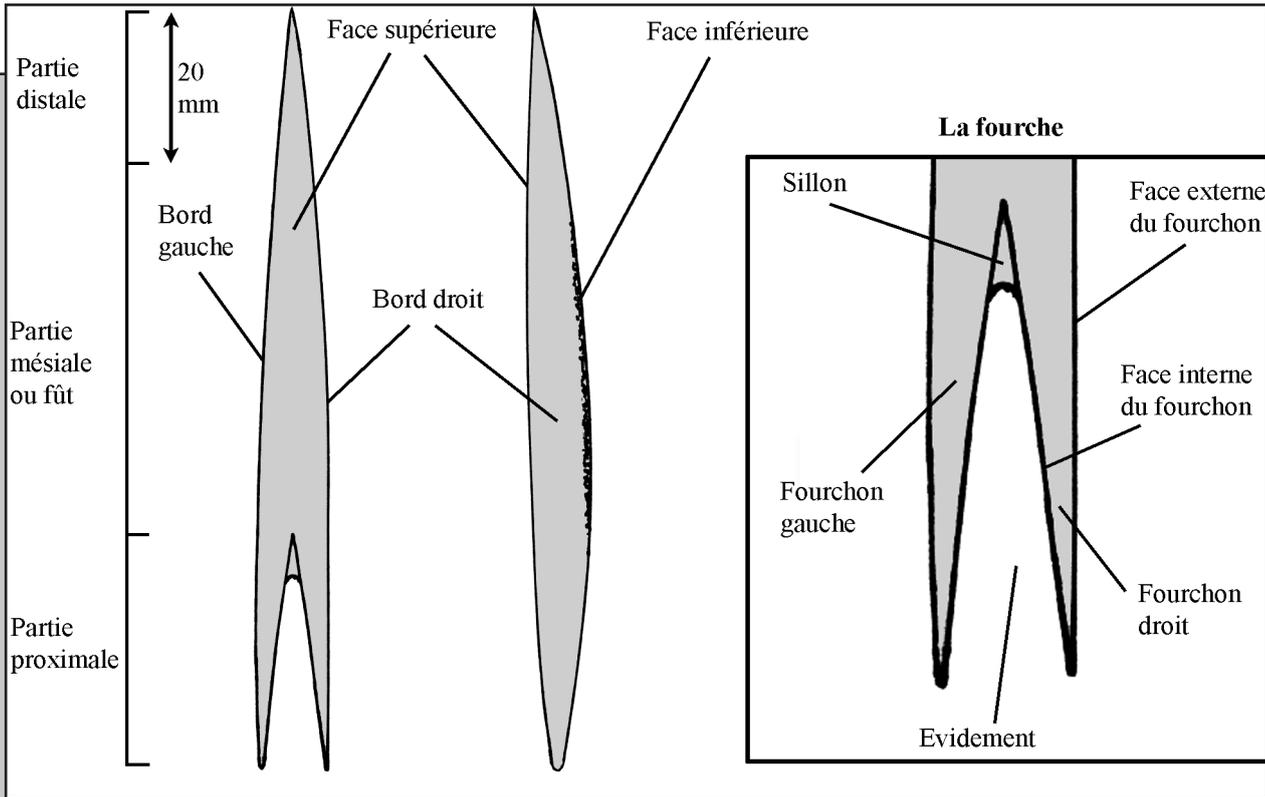


Fig. 31 : vocabulaire descriptif des pointes à base fourchue.

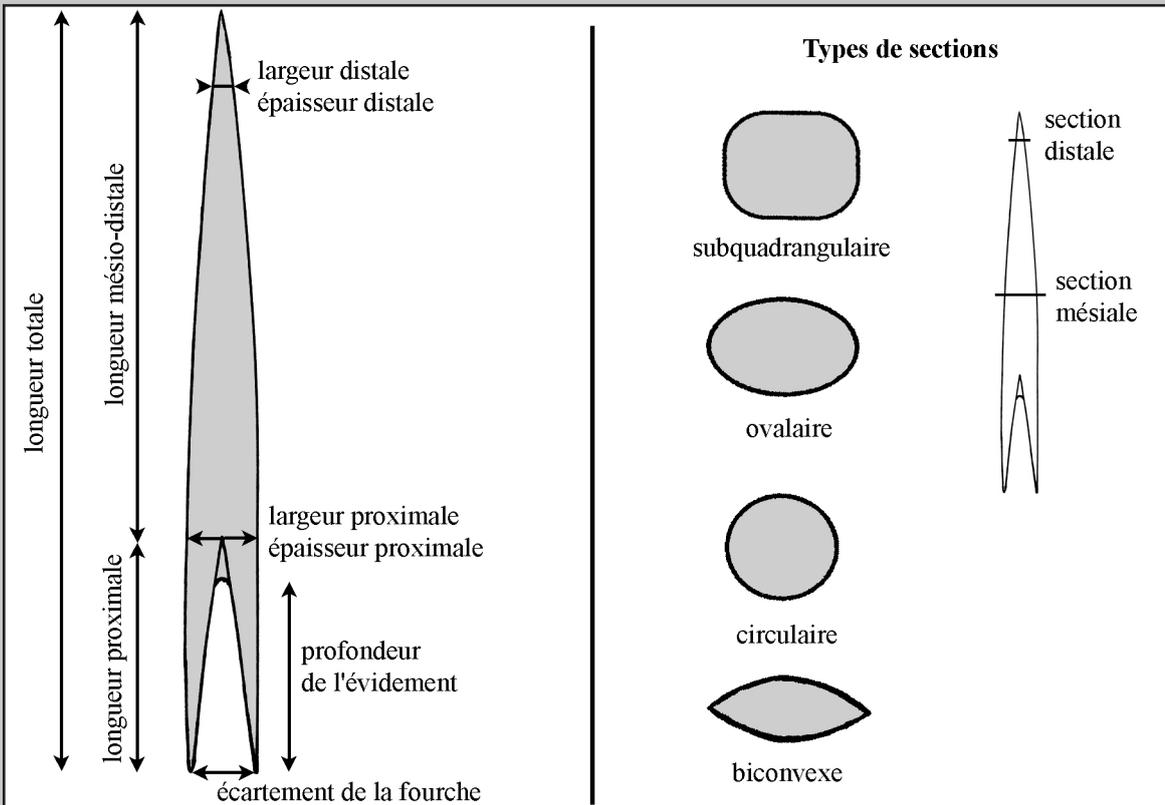


Fig. 32 : variables métriques et morphologiques relevées sur les pointes à base fourchue.

	EFFECTIF	MOYENNE	MINIMUM	MAXIMUM	ÉCART-TYPE	COEFF. VAR.	MODE	MÉDIANE
Longueur totale	71	100,3	46,6	163,5	28,1	28	112,7	103,8
Longueur proximale	210	33,7	20,4	55	6,5	19,1	27	33,1
Longueur mésio-distale	115	69,2	25	126	24	34,7	68	68,8
Largeur proximale	379	9,3	6,1	17,2	1,9	20,1	8	8,9
Épaisseur proximale	394	7,1	4,6	12	1,1	15,8	7	7
Largeur distale	137	5	2,2	9,5	1,5	29,7	6	5
Épaisseur distale	136	3,7	2	8,2	0,9	23	3	3,5
Profondeur de l'évidement	211	24,6	12	47,2	6,5	26,2	20	24
Ecartement de la fourche	114	4,3	2	7,4	1,2	26,8	5	4,4

Tabl. 18 : variables métriques relevées sur les pointes à base fourchue (mesures en mm).

	COEFF. CORRÉLATION
Longueur totale / longueur mésio-distale	0,98
Longueur proximale / profondeur de l'évidement	0,85
Largeur proximale / épaisseur proximale	0,8
Largeur proximale / longueur proximale	0,6
Largeur proximale / longueur totale	0,58
Épaisseur proximale / longueur totale	0,57
Épaisseur proximale / longueur proximale	0,55
Longueur totale / longueur proximale	0,51

Tabl. 19 : corrélations entre variables métriques des pointes à base fourchue (seuls les coefficients supérieurs ou égaux à 0,5 sont représentés).

	SUBQUADRANGULAIRES	OVALAIRES	CIRCULAIRES	BICONVEXES	TOTAL
Sections mésiales	294 (76 %)	48 (13 %)	43 (11 %)		385 (100 %)
Sections distales	75 (36 %)	39 (18 %)	39 (18 %)	58 (28 %)	211 (100 %)

Tabl. 20 : sections mésiales et distales des pointes à base fourchue.

Chaque fourchon¹⁷ possède une **face supérieure**, une **face inférieure**, une **face externe** (tournée vers l'extérieur de la fourche) et une **face interne** (tournée vers l'intérieur). Les deux faces internes délimitent un espace vide triangulaire nommé **évidement**. A l'extrémité distale de l'évidement se trouve le reliquat d'une zone rainurée, de longueur variable, qui se situe dans le prolongement des faces internes des fourchons et n'est pas entièrement évidée — il reste encore une importante épaisseur de matière osseuse joignant les deux fourchons. Présent sur la face supérieure comme sur la face inférieure, ce sillon (sensu Averbouh, 2000, p. 82) constitue l'amorce du rainurage bifacial qui a conduit à la séparation des deux fourchons (cf. chapitre IV).

Neuf variables métriques ont été relevées sur les pointes à base fourchue (fig. 32 et tabl. 18) :

- **Longueur** : la **longueur totale** de la pièce a été mesurée. La **longueur de la partie proximale** (de l'extrémité proximale de la pièce à l'extrémité distale du sillon) et la **longueur de la partie mésio-distale** (de l'extrémité distale du sillon à l'extrémité distale de la pièce) ont également été relevées séparément.
- **Largeur et épaisseur** : à la naissance des fourchons (au niveau du sillon) ont été relevées la **largeur proximale**

et l'**épaisseur proximale**. La largeur proximale correspond toujours à la largeur maximale de la pièce, les bords convergeant ensuite vers l'extrémité distale. A quelques nuances près, ce principe se vérifie également pour l'épaisseur proximale¹⁸. Enfin, la **largeur distale** et l'**épaisseur distale** ont également été relevées à mi-hauteur de la partie distale, soit 10 mm en-deçà de l'extrémité distale de la pièce.

- **Aménagement proximal** : deux variables ont été retenues, l'**écartement de la fourche** (distance entre les extrémités proximales des deux fourchons) et la **profondeur de l'évidement** (distance entre l'extrémité proximale de la pointe et l'extrémité proximale du sillon).

¹⁷ Au gré des publications, ces éléments ont pu être appelés «lèvres», «dents», «languettes», «fourches» ou «éléments de fourche». Ces termes nous paraissent tous assez inappropriés ou prêtant à confusion, nous leur avons préféré le mot «fourchon», déjà employé par S. de Saint-Mathurin (1970, p. 14) et qui signifie littéralement «dent de fourche, de fourchette» (dictionnaire Petit Robert, édition 1990).

¹⁸ Sur environ la moitié de nos pièces, la face inférieure présente un profil légèrement convexe, de telle sorte que l'épaisseur maximale de la pièce se situe en réalité vers la mi-hauteur du fût. La différence entre épaisseurs proximale et maximale est cependant en général inférieure à 1 mm, la convexité de la face inférieure étant due à l'épaisseur un peu plus importante du tissu spongieux à cet endroit.

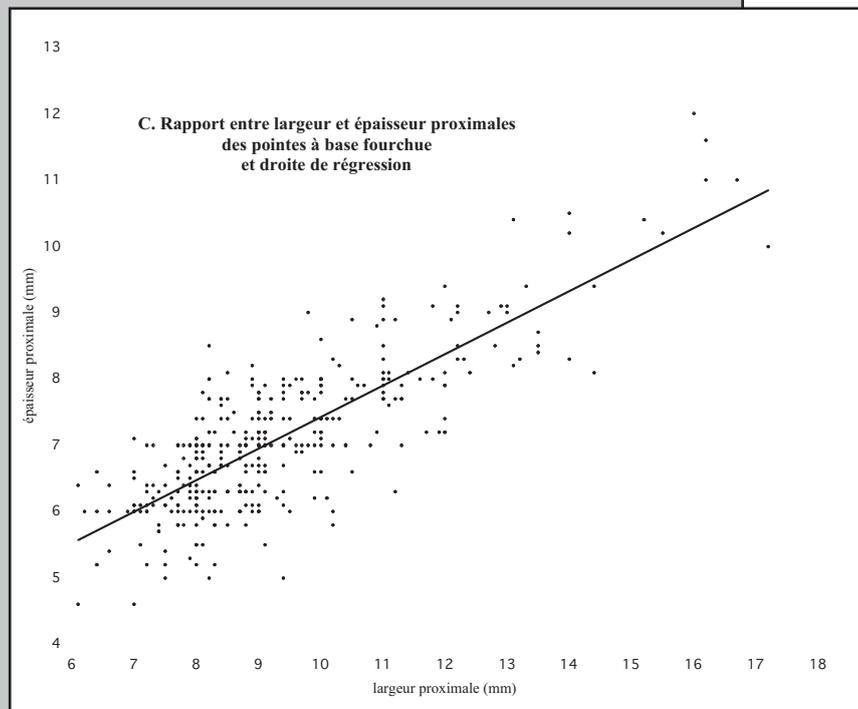
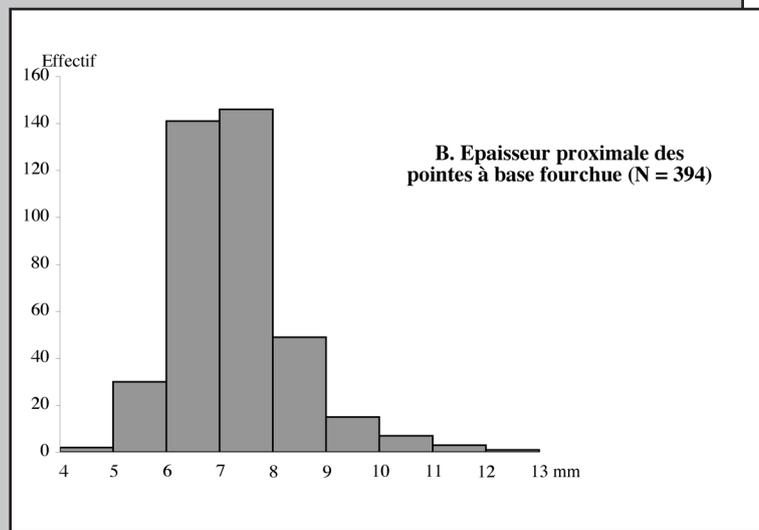
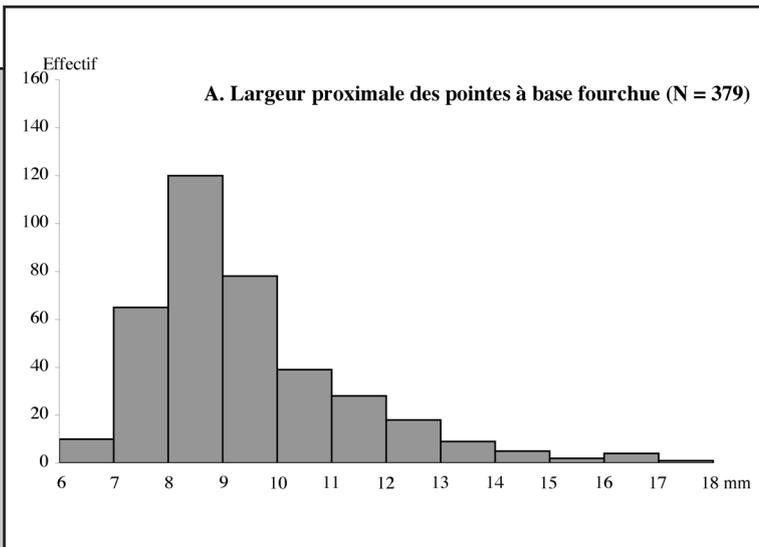


Fig. 33 : répartition des largeurs et épaisseurs proximales des pointes à base fourchue.

Certaines de ces variables (longueur de la partie proximale, épaisseur proximale, profondeur de l'évidement) ont également été relevées sur les fourchons isolés, lorsque leur état de fragmentation le permettait.

Tous les calculs de corrélation linéaire entre ces 9 variables ont été effectués ; les résultats les plus significatifs (coefficients de corrélation compris entre 0,5 et 1) sont présentés dans le tabl. 19. Précisons que la très forte corrélation entre la longueur totale et la longueur mésio-distale n'a rien de surprenant : la longueur de la partie proximale étant relativement réduite, la longueur mésio-distale représente généralement les 3/4 environ de la longueur totale de la pointe ; il est donc logique que ces deux variables soient liées. De même, la corrélation entre la longueur proximale et la profondeur de l'évidement provient du fait que les deux variables se distinguent seulement par la longueur relativement réduite du sillon (la longueur proximale est égale à la profondeur de l'évidement ajoutée à la longueur du sillon)... Les autres corrélations, plus intéressantes du point de vue interprétatif, seront commentées plus bas.

En ce qui concerne les critères morphologiques, nous avons considéré sur chaque pointe la section mésiale et la section distale (fig. 32 et tabl. 20). La première a été relevée environ à mi-hauteur du fût de la pointe, la seconde à 10 mm en-deçà de l'extrémité distale. Quatre types de section ont été reconnus : circulaire, ovale, subquadrangulaire et biconvexe — ce dernier type n'étant rencontré qu'au niveau distal.

III.1.2. Homogénéité des parties proximales

Les caractères de la partie proximale des pointes à base fourchue présentent une homogénéité typologique particulièrement marquée. Soulignons surtout deux points :

- *Calibre des pointes* : largeur et épaisseur proximales présentent des coefficients de variation peu élevés, indiquant une faible dispersion des valeurs. Les histogrammes l'illustrent (fig. 33, A et B) : la distribution unimodale est nettement marquée, 70 % des pointes ayant une largeur proximale comprise entre 7 et 10 mm, et 85 % affichant une épaisseur proximale de 6 à 9 mm (comme on l'a déjà noté, ces valeurs correspondent à celles données in Passemard, 1917). De plus, ces deux variables sont corrélées (coefficient de corrélation de 0,8) : le graphique des largeurs et épaisseurs proximales (fig. 33, C) montre ainsi un nuage de points étroitement groupé autour de la droite de régression. Enfin, les fûts des pointes présentent dans les 3/4 des cas une section subquadrangulaire, les sections ovale et circulaire se partageant à peu près équitablement le reste des pièces (tabl. 20).

Tous ces éléments tendent à montrer que le calibre des pointes à base fourchue — c'est-à-dire les caractéristiques morphométriques de la section, là où elle est la plus importante — est relativement constant.

- *Aménagement proximal* : la longueur de la partie proximale, la profondeur de l'évidement et l'écartement de la fourche montrent également une faible dispersion et une distribution unimodale, avec environ les 3/4 des valeurs comprises respectivement entre 25 et 40 mm, entre 15 et 30 mm, et entre 3 et 6 mm (fig. 34, A, B et C). Cette uniformité métrique s'accorde bien avec l'idée d'un dispositif d'emmanchement, où la base de la pointe est «standardisée» afin de s'adapter plus facilement aux hampes des projectiles.

III.1.3. Hétérogénéité des longueurs mésio-distales

La longueur totale et la longueur mésio-distale des pointes à base fourchue montrent en revanche moins d'homogénéité. Les 3 classes de longueur les mieux représentées (respectivement 90-120 et 60-90 mm, cf. fig. 35, A et B) rassemblent en effet moins de la moitié des valeurs. L'histogramme des longueurs totales n'est pas unimodal, mais montre trois pics de fréquence autour de 60-70, 100-110 et 140-150 mm ; cette répartition se retrouve sur l'histogramme des longueurs mésio-distales, où les pics sont situés à 30-40, 60-80 et 100-110 mm — c'est-à-dire décalés de 30 à 40 mm par rapport aux précédents, cet écart correspondant à la longueur moyenne de la partie proximale de la pointe (cf. fig. 34, A).

Si les pointes à base fourchue présentent une longueur totale relativement variable, cette variabilité est donc due à des changements dans la longueur mésio-distale de l'objet, la longueur de la partie proximale restant généralement stable autour de 30-40 mm. Ces variations de longueur s'organisent en trois pics de fréquence bien marqués, laissant supposer l'existence pour ce type de pointe de trois modules de longueur mésio-distale.

Il ne faut cependant pas perdre de vue les réserves formulées au chapitre précédent concernant les biais qui affectent la composition de notre série. Ainsi, la disparition de nombreuses pointes à base fourchue parmi les plus grandes, telles celles publiées par E. Passemard (1944, pl. LIII), ne peut que minorer l'importance de cette catégorie sur les histogrammes. De même, les pointes les plus longues sont également celles qui ont le plus de «chances» d'avoir été affectées par la fracturation post-dépositionnelle et post-fouille, et donc de ne pas nous être parvenues entières (cf. II.5.1.). Pour tenter de compenser ces biais, nous avons modifié l'histogramme des longueurs mésio-distales comme suit :

- Nous y avons inclus les mesures de longueur mésio-distale relevées sur les photographies grandeur nature des 15 pointes à base fourchue publiées par E. Passemard et R. de Saint-Périer et disparues depuis.

- Nous y avons également inclus les mesures de longueur mésio-distale des 45 pointes à base fourchue «presque entières» de notre corpus. Cette appellation rassemble des objets dont l'extrémité distale est certes brisée, mais dont on peut estimer que la longueur manquante est probablement inférieure à 10 mm, et qu'elle ne modifiera donc pas sensiblement la distribution des valeurs sur l'histogramme.

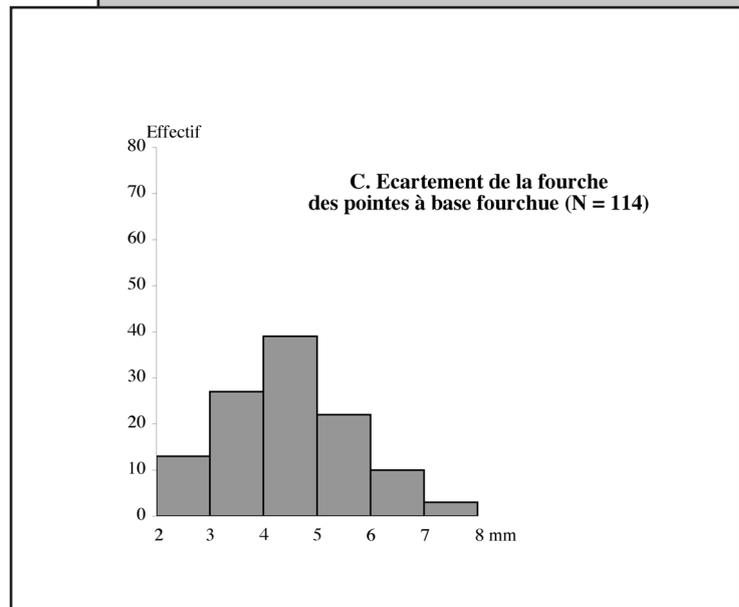
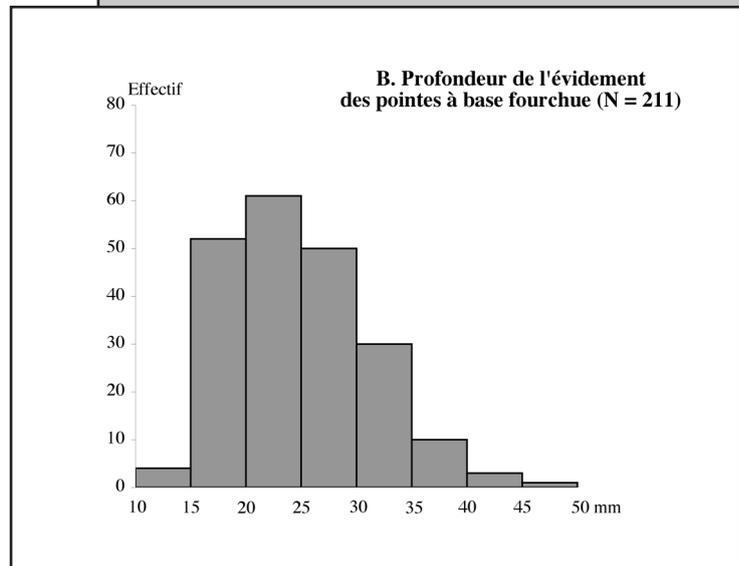
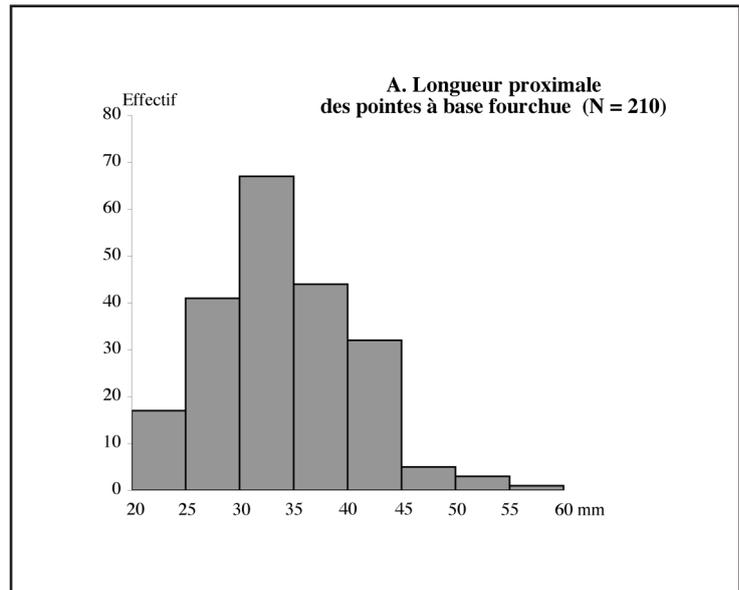


Fig. 34 : répartition des dimensions de la partie proximale des pointes à base fourchue.

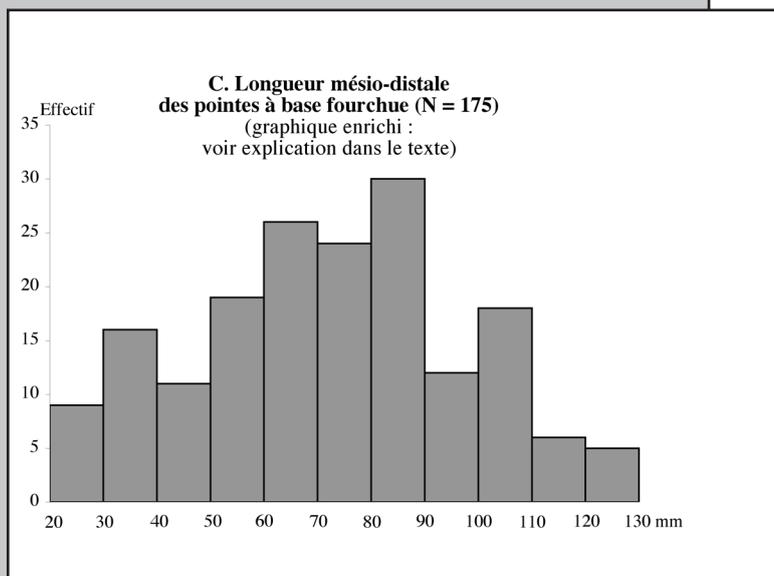
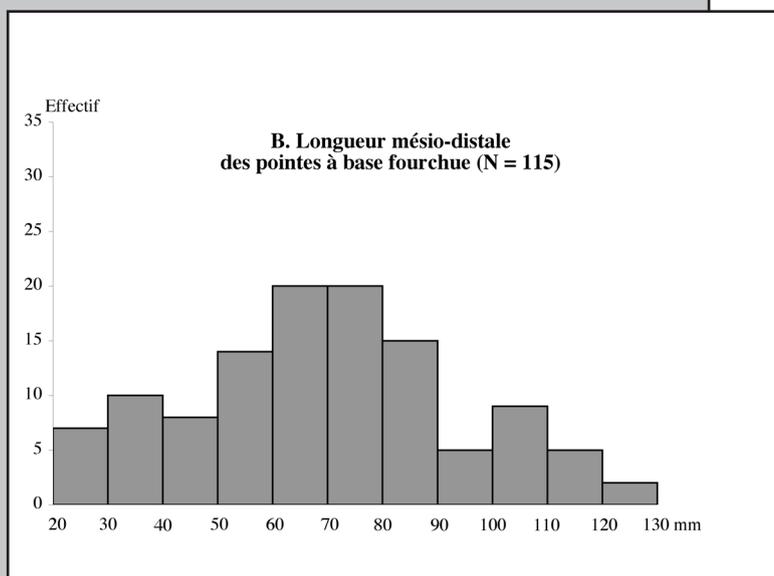
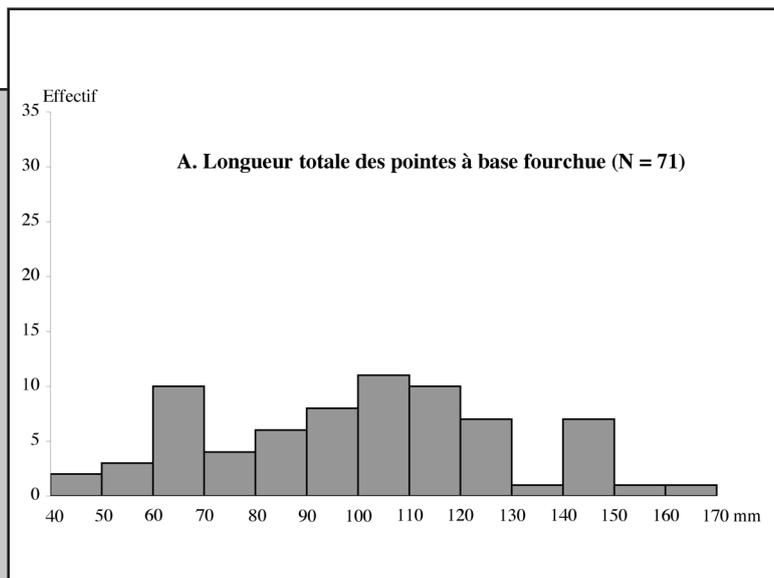


Fig. 35 : répartition des longueurs totales et méso-distales des pointes à base fourchue.

L'histogramme ainsi modifié (fig. 35, C), s'il accorde plus de poids statistique aux classes de longueur élevées, n'abolit cependant pas la distribution trimodale des valeurs. L'existence de trois modules de longueur méso-distale semble donc se confirmer.

III.1.4. Les effets du réaffûtage

Un second problème doit cependant être évoqué. Nous pouvons en effet postuler que les pointes constituant notre série ne sont pas toutes «de première facture» (Liolios, 1999, p. 205), et qu'au moins certaines d'entre elles ont subi avant leur abandon une période d'utilisation plus ou moins longue, ayant entraîné fracturation et réparation. Or ces phénomènes peuvent provoquer d'importantes variations morphologiques, comme le souligne M. Julien à propos des harpons magdaléniens : «les calculs que nous avons pu effectuer sur les longueurs totales des harpons et les proportions de tel composant par rapport à tel autre sont seulement révélateurs d'un état d'abandon plutôt que de la conception initiale de l'instrument» (Julien, 1982, p. 134). De fait, en combinant quatre variables morphométriques, elle parvient à distinguer parmi les harpons magdaléniens deux sous-populations : les pièces «à extrémité primaire», ayant conservé leurs dimensions initiales, et les pièces «à extrémité secondaire», réaffûtées après utilisation et fracturation. Plus récemment, mais dans une perspective assez proche, D. Liolios (1999, p. 204 *sqq.*) a proposé une reconstitution de la «séquence de réduction» des pointes à base fendue aurignaciennes en croisant quatre variables métriques, techniques et morphologiques. Nous pouvons de même nous demander si les trois modules de longueur méso-distale relevés sur les pointes à base fourchue d'Isturitz ne correspondent pas en réalité à différents stades de réaffûtage.

Les caractères de la partie distale des pointes fournissent quelques arguments en ce sens. En effet, si l'épaisseur distale des pièces est peu variable (fig. 36, A : entre 3 et 6 mm pour 91 % des pointes), la largeur distale est légèrement plus dispersée, avec une tendance unimodale moins marquée (fig. 36, B) et un coefficient de variation plus élevé (29,7 contre 23 : cf. tabl. 18). De plus, alors que les sections mésiales de nos pointes sont très largement dominées par le type subquadrangulaire, les sections distales montrent une répartition plus équilibrée entre les différents types, et surtout la présence d'une forme supplémentaire : la section biconvexe (tabl. 20). Or, les pointes présentant ce dernier type de section distale sont nombreuses à montrer également des stigmates techniques de réaffûtage, sous la forme de stries de raclage longitudinales affectant les faces ou les bords de la partie distale ; ces stries sont généralement plus grossières que les stries de façonnage et se superposent à elles, modifiant parfois la délimitation des bords. Ces traces deviennent plus fréquentes à mesure que la largeur distale des pointes augmente, tandis que, dans le même temps, la proportion des sections biconvexes s'accroît jusqu'à devenir très largement majoritaire (tabl. 21). C'est donc bien le réaffûtage des pointes qui est responsable d'une partie de la diversité morphométrique des parties distales : il tend

à faire évoluer la section distale vers une forme aplatie, généralement biconvexe, dont la largeur sera supérieure à celle de la partie distale de la pointe entière d'origine.

Ce réaffûtage va toutefois nécessairement entraîner aussi une réduction de la longueur méso-distale de la pointe, et donc influencer sur la distribution statistique de celle-ci. Pour tenir compte de cette variable, nous avons repris l'histogramme des longueurs méso-distales (fig. 34, A) en excluant toutes les pièces dont la partie distale montrait des traces de réaffûtage certaines ou possibles, ne conservant ainsi que les pointes dont on peut supposer qu'elles présentent toujours leur longueur méso-distale d'origine, avant fracture et réparation (fig. 37).

Bien qu'il s'appuie sur un effectif beaucoup moins important (44 pièces), cet histogramme confirme l'importance numérique des classes de longueur méso-distale de 60 à 90 mm, ainsi que l'existence d'un deuxième module de « grandes » pointes centré sur la classe 100-110 mm. En revanche, les pointes de petit module se raréfient brusquement : cette catégorie apparaît bel et bien comme essentiellement constituée de pointes réaffûtées. Toutefois, même si son importance au sein du corpus s'en trouve réduite, ce module ne disparaît pas totalement — les pointes de première facture dont la longueur méso-distale est inférieure à 50 mm rassemblent tout de même 6 pièces, soit 14 % de l'effectif de l'histogramme, ce qui est plus qu'anecdotique. Par ailleurs, comme on va le voir, ces pointes s'individualisent également par d'autres traits morphologiques.

III.1.5. Trois modules de longueur ou trois sous-types ?

Les paragraphes qui précèdent font des pointes à base fourchue des objets possédant une partie proximale très standardisée, prolongée par une partie méso-distale aux caractères plus variables, avec trois modules de longueur différents — cette image étant ensuite en partie « brouillée » par le réaffûtage de certaines pièces.

La situation est cependant un peu plus complexe. Comme indiqué plus haut (tabl. 19), il existe en effet des coefficients de corrélation relativement significatifs (de 0,5 à 0,6) entre les longueurs totale et proximale, la largeur et l'épaisseur proximales des pièces. Ces chiffres indiquent que sur nos pointes, le calibre et la longueur de la fourche tendent à augmenter en même temps que la longueur totale de la pièce. De fait, lorsqu'on considère l'ensemble des 71 pointes à base fourchue ayant conservé leur longueur totale, et qu'on les divise en trois sous-populations correspondant

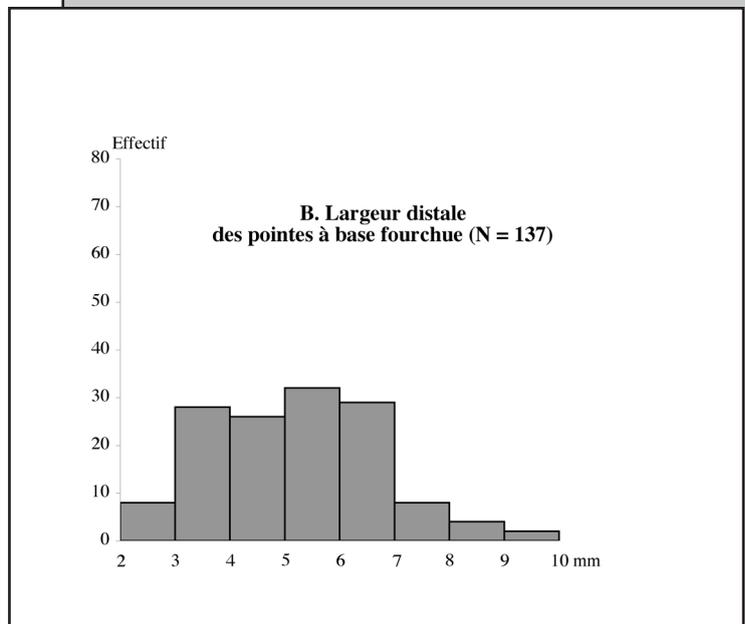
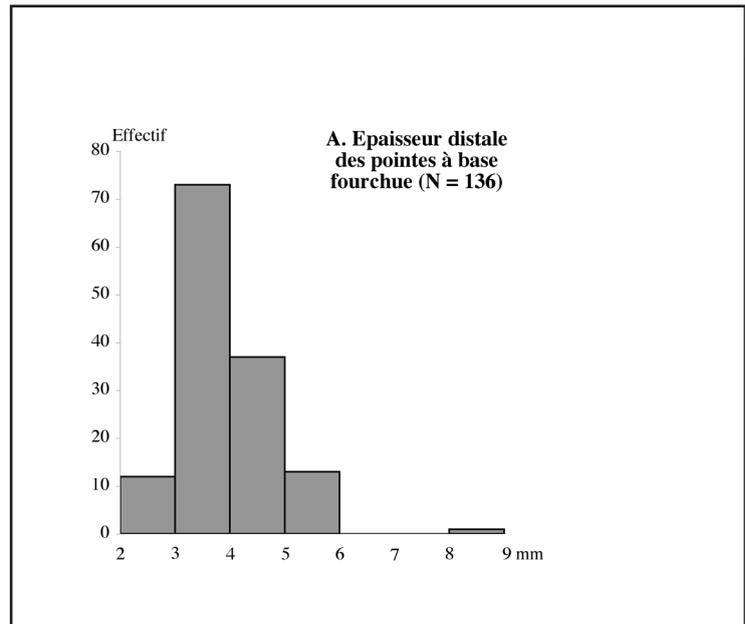


Fig. 36 : répartition des largeurs et épaisseurs distales des pointes à base fourchue.

LARGEUR DISTALE	EFFECTIF	POINTES AVEC TRACES DE RÉAFFÛTAGE CERTAINES (N ET %)	TYPE DE SECTION DISTALE (N ET %)			
			subquadrang.	ovalaire	circulaire	biconvexe
2 à 4 mm	35	2 (6 %)	14 (40 %)	8 (23 %)	11 (31 %)	2 (6 %)
4 à 6 mm	55	16 (29 %)	20 (36 %)	11 (20 %)	9 (16 %)	15 (27 %)
6 à 8 mm	37	27 (73 %)	5 (14 %)	5 (14 %)	2 (5 %)	25 (68 %)
8 à 10 mm	6	5 (83 %)	0	1 (17 %)	0	5 (83 %)

Tabl. 21 : traces de réaffûtage et type de section distale des pointes à base fourchue, en fonction de leur largeur distale.

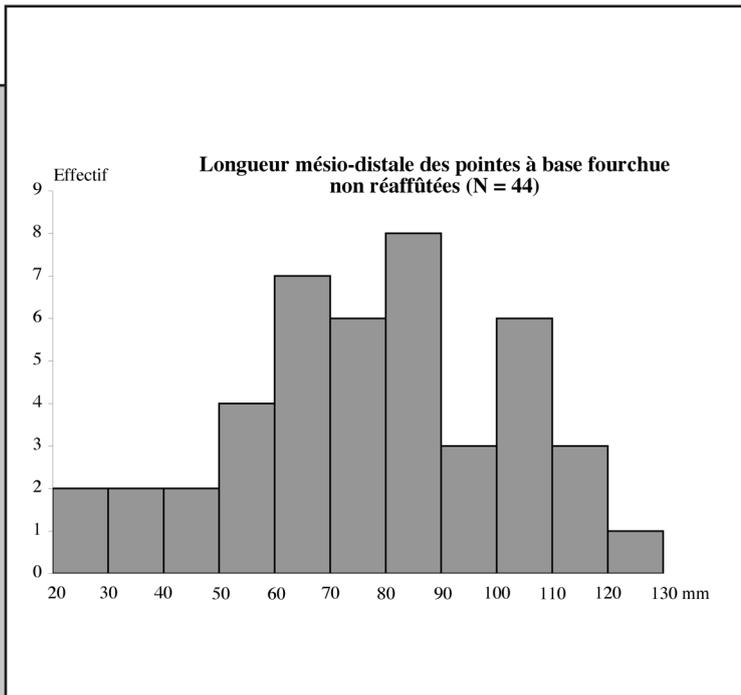


Fig. 37 : répartition des longueurs mésio-distales des pointes à base fourchue ne présentant pas de traces de réaffûtage distal.

aux trois modules de longueur (tabl. 22), on voit que les pointes les plus longues ont tendance à être également en moyenne plus larges, plus épaisses et à avoir une fourche de longueur plus importante. Les pointes de petit module (inférieur à 80 mm de longueur totale) s'individualisent de surcroît par un écartement de la fourche plus réduit, et une présence nettement plus importante des sections mésiales circulaires.

Il s'agit cependant bien ici d'une *tendance* et non d'une corrélation stricte : la liaison entre les différentes variables est relativement « lâche » (beaucoup de pointes ne s'y conforment pas), et les dimensions de la partie proximale restent beaucoup moins dispersées que les longueurs totale et mésio-distale. Si des différences existent entre les pièces, elles ne sont pas suffisantes pour diviser l'ensemble des pointes à base fourchue en trois sous-types clairement distincts — rien de comparable avec la situation que nous décrirons plus bas dans le cas des pointes à biseau double. La population des pointes à base fourchue peut donc être considérée comme homogène typologiquement.

III.1.6. De rares aménagements de surface

Six pointes à base fourchue présentent des séries de 3 à 8 incisions parallèles, obliques par rapport à l'axe longitudinal de la pièce, et toujours orientées dans le sens descendant (*cf.* description des orientations *in* III.3.1.). Ces incisions se trouvent sur les faces supérieures et inférieures des fourchons (exceptionnellement sur les faces externes), ou sur la face supérieure de la partie proximale du fût, juste en avant de la fourche (tabl. 23 ; pl. II, n° 4 ; pl. V, n° 5).

Sur les pointes à biseau simple ou biseau double, ce type d'aménagement est considéré comme ayant un rôle fonctionnel : consolider l'emmanchement de la pointe en améliorant

l'adhérence de sa base à la hampe du projectile (Allain et Rigaud, 1986, 1989 ; voir aussi Julien, 1999). Ici, la grande rareté de ces incisions — elles sont présentes sur moins de 2 % des pointes — montre que, dans la quasi-totalité des cas, la forme de l'emmanchement utilisé pour les bases fourchues garantissait à elle seule une cohésion telle qu'il n'était pas nécessaire de la renforcer par ce type d'aménagement...

Onze autres pointes présentent une ou deux rainure(s) longitudinale(s) sur leur partie mésiale (tabl. 24 ; pl. II, n° 5 ; pl. V, n° 2). Lorsque la rainure est unique, elle est toujours située au centre de la face supérieure, dans le prolongement du sillon ; dans la moitié des cas, une seconde rainure, symétrique, se trouve sur la face inférieure (une seule pièce fait exception : ses deux rainures sont disposées sur les bords latéraux). Sur les exemplaires entiers, la rainure occupe entre la moitié et la totalité de la longueur de la partie mésiale, débutant au niveau du sillon et s'arrêtant à quelques centimètres de l'extrémité distale, soit une longueur de 23 à 63 mm ; quatre exemplaires montrent toutefois une rainure qui, bien qu'interrompue par une fracture, mesure déjà de 70 à 90 mm. La profondeur maximale de la rainure varie de 0,5 à 2 mm, pour une largeur maximale de 2 à 4 mm. Seules les rainures situées sur les bords latéraux sont plus étroites (1 à 1,5 mm de large).

Ce type d'aménagement est lui aussi considéré comme fonctionnel, permettant de fixer le long du fût de la pointe des lamelles en silex collées dans la rainure à l'aide d'une substance adhésive, ce qui augmente les dommages infligés par le projectile (voir Allain et Rigaud, 1986 ; Julien, 1999 pour un exposé détaillé de cette question). Si cette interprétation paraît peu plausible pour les rainures particulièrement courtes, étroites et peu profondes situées sur les faces latérales de l'une de nos pointes, elle peut en revanche être retenue dans les autres cas. Force est toutefois de constater à nouveau la grande rareté de ces aménagements, présents sur environ 3 % des pièces...

L'évocation de ces aménagements de surface nous renvoie donc directement au problème des modalités d'utilisation des pointes à base fourchues, question qui sera discutée en détail dans les chapitres V et VI.

III.2. Typologie des préhampes

Les préhampes, ou « éléments intermédiaires de hampe de projectile », sont des objets allongés en bois de Cervidé présentant un dispositif d'emmanchement à chaque extrémité ; elles seraient destinées à s'intercaler entre la pointe proprement dite et la hampe d'un projectile, dans le cadre d'un système d'armature composite (Cattelain, 1993). Le Magdalénien supérieur d'Isturitz a livré 5 pièces entières ou presque entières de ce type ; l'une d'elles présente deux

LONGUEUR TOTALE (MM)	EFFECTIF	AUTRES DIMENSIONS (MOYENNES EN MM)					SECTION MÉSIALE (EFFECTIF ET %)		
		longueur proximale	largeur proximale	épaisseur proximale	profond. évidement	écart. fourche	subquad.	ovalaire	circulaire
inférieure à 80	19	28,8	8,1	6,3	20,6	3,7	11 (58 %)	4 (21 %)	4 (21 %)
de 80 à 120	35	33,2	9,2	7,2	23,6	4,7	28 (80 %)	6 (17 %)	1 (3 %)
supérieure à 120	17	36,8	10,4	7,6	27,2	4,8	15 (88 %)	1 (6 %)	1 (6 %)

Tabl. 22 : dimensions et section mésiale des pointes à base fourchue, en fonction de leur longueur totale.

EFFECTIF	PARTIE PROX. DU FÛT, FACE SUP.	FOURCHON GAUCHE			FOURCHON DROIT		
		face sup	face inf	face ext	face sup	face inf	face ext
3	+						
1		+	+			+	
1		+	+		+		
1		+	+	+	+	+	+

Tabl. 23 : emplacement des incisions présentes sur 6 pointes à base fourchue.

	EFFECTIF
Rainures sur faces supérieure et inférieure	6
Rainure sur face supérieure uniquement	4
Rainures sur bords latéraux	1

Tabl. 24 : emplacement des rainures longitudinales présentes sur 11 pointes à base fourchue.

extrémités fourchues, les autres une extrémité fourchue et une extrémité à biseau double (pl. VI, nos 2 à 4)¹⁹.

III.2.1. Description morphométrique des préhampes entières et presque entières

La préhampe à deux extrémités fourchues est une pièce entière, de 79,3 mm de long, présentant une section subquadrangulaire (largeur : 9,8 mm ; épaisseur : 7,4 mm). L'une de ses fourches mesure 32 mm de long, pour une profondeur d'évidement de 20 mm — ce qui est tout à fait compatible avec la moyenne des dimensions mesurées ci-dessus sur les pointes à base fourchue (tabl. 18). En revanche, la fourche située à l'autre extrémité de la préhampe, tout en étant relativement longue (41,3 mm), présente une profondeur d'évidement beaucoup plus réduite (9,2 mm), inférieure au minimum relevé sur les pointes à base fourchue ; tout se passe comme si le rainurage de la fourche était resté inachevé, une languette osseuse subsistant entre les deux fourchons sur la plus grande partie de leur longueur.

Parmi les 4 autres préhampes, à fourche et biseau double, 3 sont morphométriquement très homogènes : il s'agit de pièces longues, mesurant respectivement 136, 171 et 172 mm (seule la première est entière, les autres montrent des extrémités ébréchées et étaient donc à l'origine légèrement plus grandes) ; elles présentent une section circulaire, leurs largeur et épaisseur maximales se situant vers le milieu du fût et variant de 9 à 11 mm. La dernière préhampe, presque entière, se distingue par une longueur plus modeste (60 mm), une section ovale et un calibre légèrement plus petit (9,8 x 8 mm). Sur les 4 pièces, l'extrémité biseautée, lorsqu'elle est entière, présente une longueur de 29,2 à 34,1 mm et une section de

forme plate ou concave ; les pans du biseau double portent dans 3 cas sur 4 des stries d'adhérence orientées dans le sens descendant (voir terminologie fig. 40). L'extrémité fourchue n'est entière que sur une pièce : elle mesure 31 mm de long, pour une profondeur d'évidement de 6,2 mm seulement — ce qui est à nouveau très en-deçà des profondeurs d'évidement minimales relevées sur les pointes à base fourchue. Les fourches des 3 autres préhampes, d'après ce qu'on peut en reconstituer, présentaient très probablement à l'origine des dimensions du même ordre.

L'interprétation fonctionnelle de ces pièces, et la question de leur association probable avec les pointes à base fourchue, seront développées dans le chapitre V.

III.2.2. Identification des fragments de préhampes

Parmi les pièces fourchues d'Isturitz, nous avons isolé 36 fragments qui partageaient les caractères suivants :

- Tous possèdent une extrémité fourchue, dont la longueur entière varie de 21,2 à 41,7 mm (moyenne : 31) — ce qui les place exactement dans les mêmes valeurs que les longueurs proximales des pointes à base fourchue (cf. tabl. 18). Cependant, la profondeur de l'évidement est ici beaucoup plus réduite, puisqu'elle oscille entre 5,6 et 15 mm (moyenne : 10,9), contre 24,7 mm en moyenne pour les pointes à base fourchue.

¹⁹ Comme nous l'avons expliqué ailleurs (Pétillon, 2000a, 2000b), les pièces que nous avons identifiées comme préhampes à fourche et biseau double ne correspondent pas à celles qui avaient été publiées comme telles par R. de Saint-Périer (1936, pl. IV) et citées par P. Cattelain (1993). L'examen direct de ces derniers objets nous a en effet permis de requalifier la plupart d'entre eux comme de «simples» pointes à base fourchue présentant une section distale aplatée, et non un aménagement en double biseau.

• L'autre extrémité de l'objet est fracturée ou sectionnée, et présente dans la majorité des cas une section ovale ou circulaire (18 cas sur 30 déterminables). La largeur, mesurée au niveau de la fracture, varie de 7,2 à 12,6 mm ; il s'agit de la largeur maximale de la pièce.

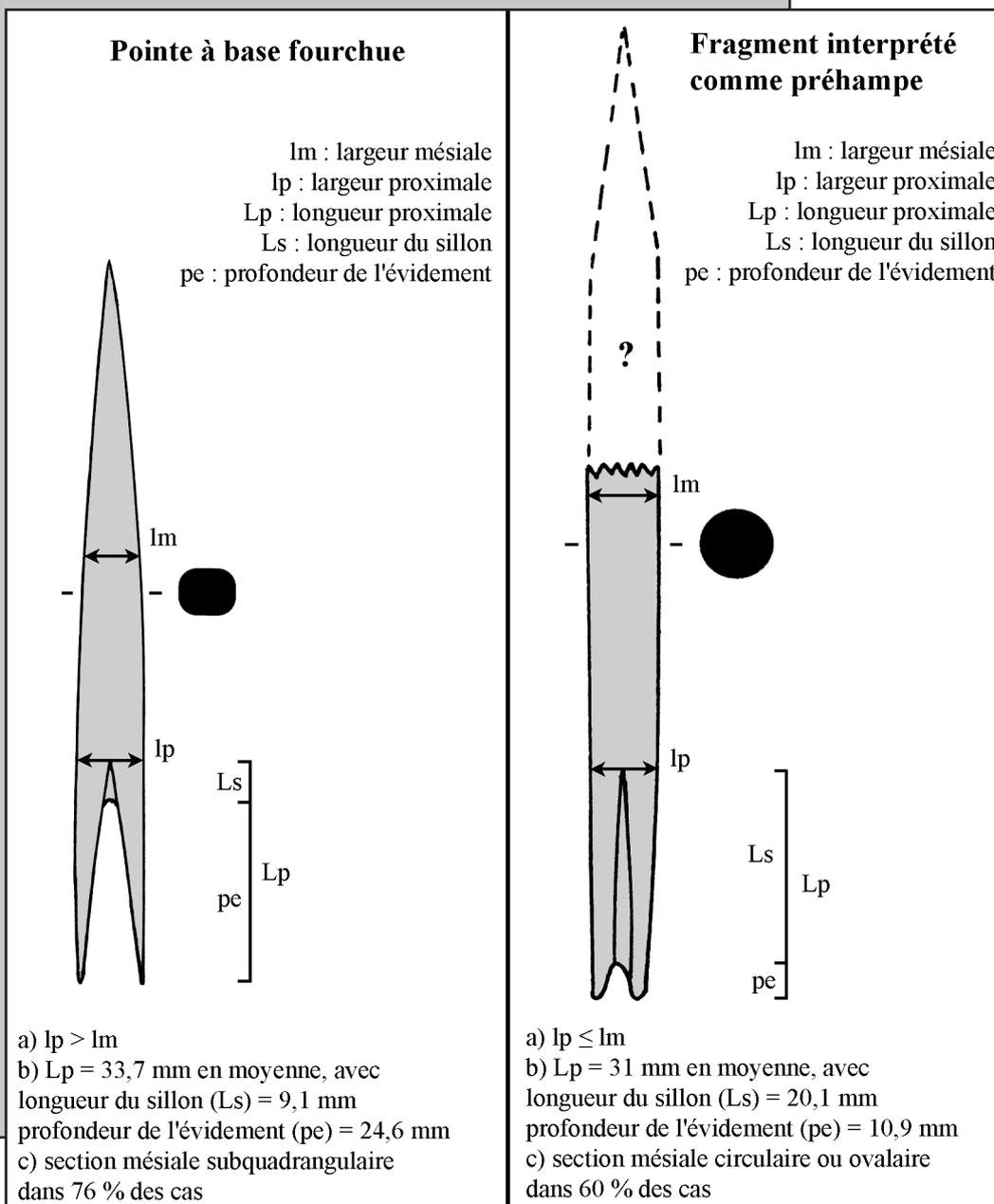
Ces objets possèdent donc plusieurs caractéristiques qui les distinguent des pointes à base fourchue «classiques» (fig. 38) : leur section mésiale est majoritairement circulaire ou ovale (alors qu'elle est subquadrangulaire sur les 3/4 des pointes classiques), leur fourche est beaucoup moins profonde, et leur largeur maximum se trouve vers le milieu du fût — alors que sur toutes les pointes à base fourchue, la largeur maximum est au niveau de la racine des fourchons (cf. III.1.1. et fig. 32).

Les caractères de ces 36 fragments se retrouvent en revanche sur les préhampes entières et presque entières décrites ci-dessus. On peut donc en conclure que les fragments en

question ne sont pas des pointes à base fourchue «atypiques», mais bien des fragments de préhampes ; cette interprétation avait d'ailleurs déjà été suggérée, pour certaines de ces pièces, par J.A. Mujika (1991, p. 850-851 et p. 1082). Par analogie avec les pièces entières, on peut supposer que leur extrémité manquante devait être constituée d'une seconde fourche ou d'un biseau double... Si ces fragments mesurent généralement de 6 à 12 cm de long, l'un d'eux atteint 18,7 cm, témoignant ainsi de l'existence de préhampes particulièrement longues dont nous ne possédons aucun exemplaire entier.

Signalons pour finir que 2 de ces fragments présentent des aménagements de surface : le premier porte 4 incisions obliques sur la face supérieure de l'un de ses fourchons (cet aménagement rappelle les « incisions d'adhérence» décrites ci-dessus sur quelques bases fourchues) ; le second

Fig. 38 : différences morphométriques entre les pointes à base fourchue et les fragments interprétés comme préhampes.



porte, sur ses bords latéraux, un motif que R. de Saint-Périer décrivait comme «des chevrons superposés en traits doubles» (Saint-Périer, 1936, fig. 21, n° 3), et qui rappelle certains aménagements observés sur les outils biseautés de la même couche (voir ci-dessous III.4.).

III.3. Typologie des pointes à biseau double

L'étude typologique des pointes à base fourchue n'a pas permis de diviser l'ensemble des pièces en plusieurs sous-types clairement différenciés. La situation est toute autre pour les 116 pointes à biseau double : une simple observation des pièces suffit à distinguer 3 sous-types présentant des différences morphométriques perceptibles. La répartition des pointes entre ces sous-types a donc été effectuée «à l'œil» dès le début de l'étude, avant d'être confirmée et affinée par l'analyse statistique.

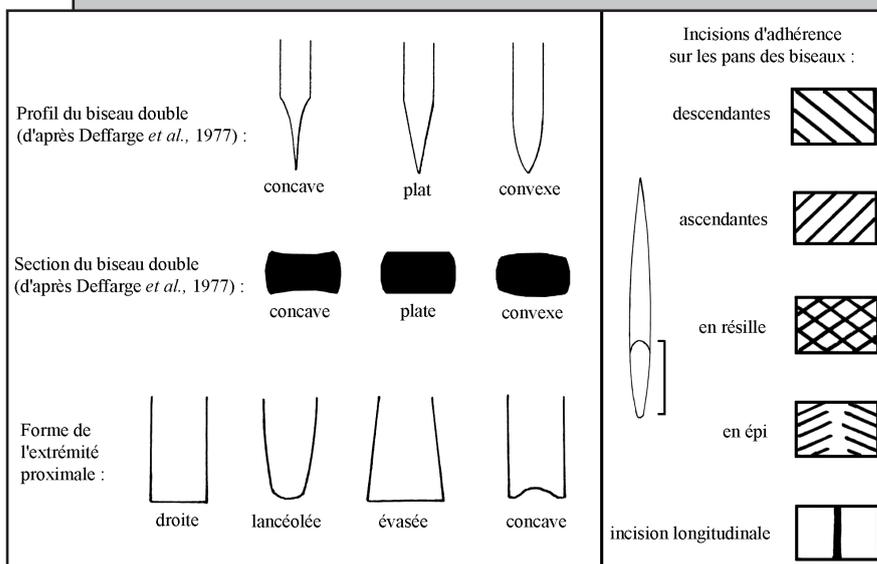
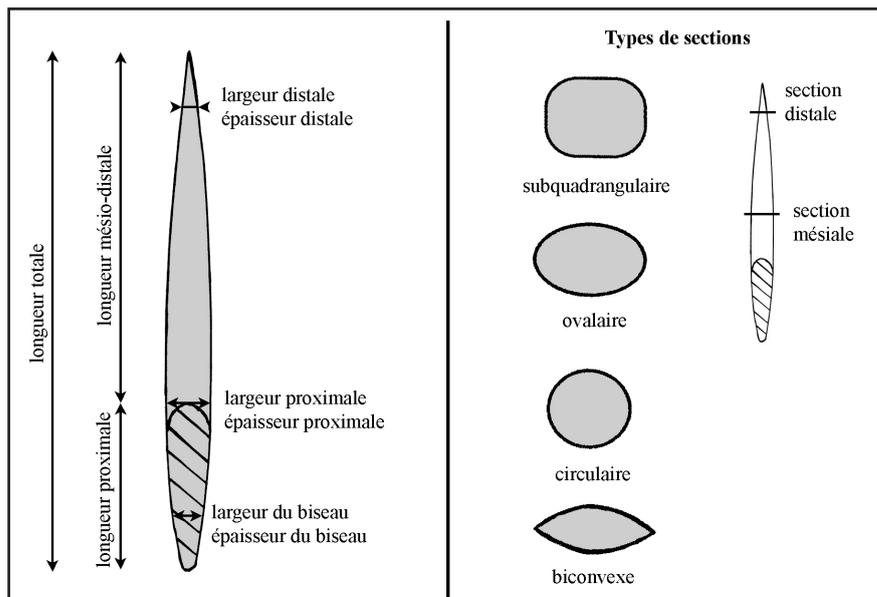
Ces 3 sous-types présentent des effectifs très inégaux : l'un est largement majoritaire, avec 95 pointes (soit 82 % de l'ensemble), le deuxième réunit 19 objets et le dernier est réduit à 2 pièces. Les sous-types sont présentés ci-dessous par ordre décroissant d'effectifs.

III.3.1. Terminologie descriptive et variables relevées

La terminologie générale (faces, bords, etc.) employée pour les pointes à biseau double est la même que celle utilisée pour les pointes à base fourchue. Le biseau double est constitué de deux pans, situés sur les faces supérieure et inférieure de la pièce, et dénommés par extension **pan inférieur** (du côté du tissu spongieux) et **pan supérieur**.

Neuf variables métriques ont été retenues (fig. 39) :

- **Longueur** : comme pour les pointes à base fourchue, la **longueur totale** de la pièce a été mesurée, la **longueur de la partie proximale** et la **longueur de la partie méso-distale** étant également relevées séparément.
- **Largeur et épaisseur** : à la limite entre le fût et la partie biseautée ont été mesurées la **largeur proximale** et l'**épaisseur proximale**. Ici encore (voir III.1.1.), la largeur proximale correspond toujours à la largeur maximale de la pièce, ce principe se vérifiant à quelques nuances près pour l'épaisseur proximale. La **largeur distale** et l'**épaisseur distale** ont également été relevées, à 10 mm en-deçà de l'extrémité distale de la pièce, selon la convention utilisée pour les pointes à base fourchue. Enfin, la largeur et l'épaisseur du biseau double ont été mesurées sur la partie biseautée, à 10 mm de l'extrémité proximale de la pièce.



De haut en bas.
 Fig. 39 : variables métriques et morphologiques relevées sur les pointes à biseau double.
 Fig. 40 : vocabulaire descriptif de la partie proximale des pointes à biseau double.

Tous les calculs de corrélation linéaire entre ces 9 variables ont été effectués. Seuls les résultats les plus significatifs ont été exploités (coefficients de corrélation compris entre 0,5 et 1), lorsqu'ils avaient été obtenus sur des séries d'effectif suffisant (nous avons fixé la limite à 30 pièces, ce qui restreint d'emblée l'intérêt des calculs de corrélation au seul sous-type majoritaire).

Les variables morphologiques comprennent en premier lieu la **section mésiale** et la **section distale** de la pièce ; ces sections ont été relevées aux mêmes emplacements que sur les pointes à base fourchue, et les types de formes reconnus sont les mêmes (fig. 39).

Plusieurs critères morphologiques spécifiques ont en revanche été utilisés pour la description de la partie biseautée (fig. 40). Le **profil et la section du biseau double** ont été déterminés selon une nomenclature définie par Deffarge *et al.* (1977), qui distingue les formes concave, plate et convexe. Nous y avons ajouté un troisième critère, la forme de

	EFFECTIF	MOYENNE	MINIMUM	MAXIMUM	ÉCART-TYPE	COEFF. VAR.	MODE	MÉDIANE
Longueur totale	14	91,8	64,1	112,3	14,6	15,9	N/A	92,9
Longueur proximale	59	29,9	20	41,8	5	16,7	28	29,2
Longueur mésio-distale	23	60,6	16,4	84	17	28,1	N/A	66,7
Largeur proximale	93	7,9	6	9,5	0,8	10,3	8	8
Épaisseur proximale	95	7	5	8,4	0,7	9,7	7	7
Largeur distale	24	5	3,3	7,7	1,3	25	4	4,75
Épaisseur distale	24	4,1	2,7	6	1	23,2	4,1	4,1
Largeur du biseau	56	6,9	5	10	1	14	7	6,9
Épaisseur du biseau	57	2,8	1,4	4	0,6	19,9	3	2,9

Tabl. 25 : variables métriques relevées sur les pointes à biseau double «typiques» (mesures en mm).

	COEFF. CORRÉLATION
Largeur proximale / largeur du biseau	0,76
Longueur proximale / épaisseur proximale	0,5

Tabl. 26 : corrélations entre variables métriques des pointes à biseau double «typiques» (seuls sont représentés les coefficients supérieurs ou égaux à 0,5 calculés sur au moins 30 pièces).

		SECTION DU BISEAU			
		CONCAVE	PLATE	CONVEXE	TOTAL
PROFIL DU BISEAU	concave	0	2	0	2
	plat	6	74	5	85
	convexe	0	0	0	0
	TOTAL	6	76	5	87

Tabl. 27 : sections mésiales et distales des pointes à biseau double «typiques».

	SUBQUADRANGULAIRES	OVAIAIRES	CIRCULAIRES	BICONVEXES	TOTAL
Sections mésiales	47 (51 %)	30 (33 %)	15 (16 %)		92 (100 %)
Sections distales	23 (41 %)	20 (35 %)	7 (12 %)	7 (12 %)	57 (100 %)

Tabl. 28 : profil et section du biseau sur les pointes à biseau double «typiques».

	EFFECTIF
Lancéolée	24
Droite	12

Tabl. 29 : forme de l'extrémité proximale sur les pointes à biseau double «typiques».

l'extrémité proximale, qui peut être droite, lancéolée, évasée ou concave.

Enfin, de par leur fréquence et leur variabilité, les **incisions** présentes sur les pans de la majorité des biseaux doubles nécessitent un vocabulaire descriptif particulier (fig. 40). Suivant leur orientation, on distinguera ainsi les incisions «ascendantes» et «descendantes» — le sens ascendant ou descendant se lit de gauche à droite, la pièce étant considérée partie distale vers le haut. Lorsque les incisions des deux orientations sont présentes sur un même pan de biseau et

s'entrecroisent, on parlera d'incisions «en résille». Lorsque les deux orientations coexistent mais sans se chevaucher, chaque série d'incisions se situant sur l'une des deux moitiés gauche et droite du pan de biseau, on évoquera une disposition «en épi». Les pans de biseau sans incisions seront dénommés «lisses». Par ailleurs, quelques biseaux présentent sur toute leur longueur une incision bien marquée, centrée et orientée dans l'axe de la pièce, qui peut être l'unique aménagement présent sur le biseau ou se superposer à une série d'incisions obliques. Ce type d'aménagement sera nommé «incision longitudinale».

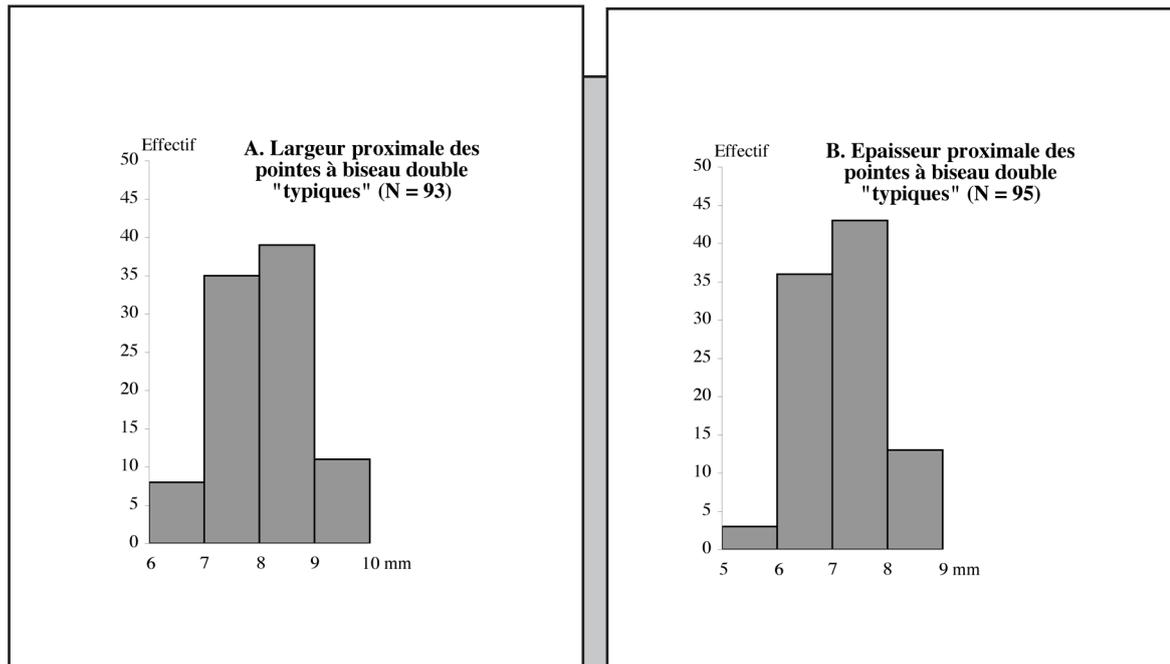


Fig. 41 : répartition des largeurs et épaisseurs proximales des pointes à biseau double «typiques».

III.3.2. Le sous-type dominant : les pointes à biseau double «typiques» (pl. VII et VIII)

Les caractères morphométriques de ces 95 pointes sont donnés dans les tableaux 25 à 30.

Ces pièces se signalent avant tout par l'extrême stabilité de leur largeur proximale (comprise entre 7 et 9 mm pour 80 % de la série) et de leur épaisseur proximale (de 6 à 8 mm dans 83 % des cas). Ces deux variables ne sont pas corrélées, mais leur très faible dispersion permet à elle seule de caractériser un calibre homogène — calibre par ailleurs très proche de celui observé sur la moyenne des pointes à base fourchue (comparer les fig. 33 et 41 : les pointes à biseau double sont en moyenne légèrement moins larges que les pointes à base fourchue, et d'une épaisseur équivalente). Les sections mésiales sont également peu diversifiées, la forme subquadrangulaire représentant la moitié de la série, la forme ovalaire le tiers, tandis que les sections circulaires rassemblent les pièces restantes.

Le deuxième aspect marquant de ce sous-type est la faible variabilité morphométrique de l'aménagement proximal. La longueur du biseau double se situe dans 71 % des cas entre 25 et 35 mm, tandis que sa largeur et son épaisseur sont très majoritairement comprises, respectivement, entre 6 et 8 mm et entre 2 et 4 mm (fig. 42). La largeur du biseau est d'ailleurs liée à la largeur proximale de la pièce (coefficient de corrélation : 0,76), tandis qu'un coefficient de corrélation de 0,5 semble indiquer que les pointes dont l'épaisseur proximale est la plus importante ont tendance à avoir un biseau double plus long (tabl. 26). Morphologiquement parlant, la partie biseauté est presque toujours plate, en profil comme en section ; seuls deux types d'extrémité proximale sont représentés, la forme lancéolée (2/3 des cas déterminables) et la forme droite (1/3 des cas). La majorité des pans des biseaux doubles porte des incisions descendantes, les autres étant généralement lisses : les incisions longitudinales, ascendantes ou en épi sont très rares, les incisions en résille totalement absentes.

Enfin, la longueur totale de ces pointes est également assez homogène : parmi les 13 pièces sur lesquelles elle est mesurable, 9 affichent des valeurs comprises entre 80 et 110 mm (fig. 43, A). Cette répartition se retrouve sur l'histogramme des longueurs mésio-distales (fig. 43, B), où 16 pièces sur 23 figurent dans la fourchette 50-80 mm — le décalage de 30 mm entre les deux histogrammes correspondant à la longueur moyenne de la partie proximale. Ces mesures font de ce sous-type de pointe à biseau double une catégorie d'armature légèrement plus courte que le module «moyen» mesuré ci-dessus pour les pointes à base fourchue (et qui se situait plutôt vers 90-120 mm).

Toutefois, les réserves exprimées à propos de la répartition des longueurs totale et mésio-distale des pointes à base fourchue (disparition de certaines grandes pièces, importance de la fracturation postdépositionnelle, influence du réaffûtage : cf. III.1.3. et III.1.4.) ne peuvent être écartées *a priori* pour les pointes à biseau double. Nous avons cependant vu que pour ces dernières, le phénomène de disparition des grandes pièces avant leur entrée au musée avait sans doute eu une ampleur plus limitée (cf. II.5.2.). Par ailleurs, à propos de la fracturation postdépositionnelle, on constate que l'ajout des pièces «presque entières» à l'histogramme des longueurs mésio-distales ne modifie pas sensiblement la répartition (même s'il renforce les classes de longueur les plus élevées : fig. 43, C). En particulier, il semble bien exister pour ces pointes une limite supérieure de longueur vers 120 mm, puisque seule une pièce, presque entière, dépasse légèrement cette taille avec 122,2 mm de longueur totale.

Quant au réaffûtage, il est indéniablement présent sur une partie des pointes à biseau double : sur 50 pièces à partie distale observable, 19 en présentent les stigmates, tandis que 19 en sont dépourvus (les 12 pièces restantes montrent des traces dont l'interprétation comme stigmates de réaffûtage reste incertaine). Cette opération a influé sur la section distale des pièces, puisque les pointes réaffûtées

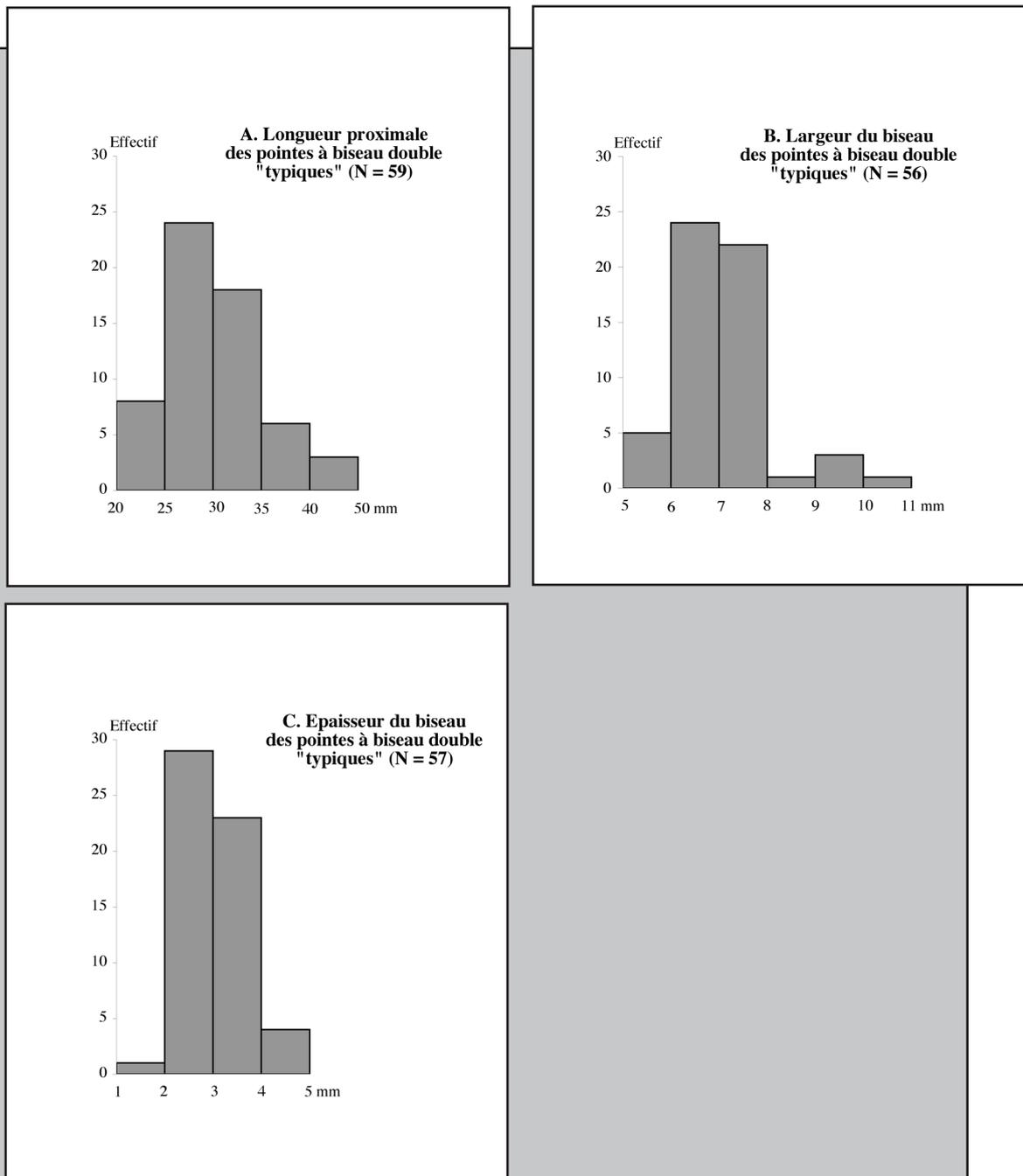


Fig. 42 : répartition des dimensions de la partie proximale des pointes à biseau double «typiques».

présentent une section distale subquadrangulaire (7 cas), biconvexe (7 cas) ou ovale (5 cas) mais jamais circulaire, tandis que sur les pointes non réaffûtées la section est subquadrangulaire (7 cas), ovale (6 cas) ou circulaire (5 cas) mais jamais biconvexe.

En revanche, si les largeurs et épaisseurs distales se situent dans des fourchettes comparables à celles relevées sur les pointes à base fourchue (*cf.* tabl. 25), la corrélation entre le réaffûtage et les variations de la largeur distale ne peut cette fois-ci être effectuée en raison du nombre trop restreint de pièces sur lesquelles cette dernière variable est mesurable. Pour la même raison, la corrélation entre la présence de traces de réaffûtage et l'évolution de la longueur méso-distale ne livre pas de résultats exploitables. Tout au plus peut-on signaler que, parmi les 5 pointes à partie méso-distale entière et dépourvues de traces de réaffûtage,

4 se trouvent dans le haut de la fourchette des longueurs méso-distales (entre 70 et 80 mm). On peut donc suggérer que, sans la distorsion introduite par le réaffûtage, ce sous-type de pointe à biseau double aurait peut-être présenté des longueurs totales encore plus homogènes autour de 100-110 mm.

Au sein de ce sous-type extrêmement standardisé, 3 pièces introduisent une touche de variété grâce à des aménagements particuliers :

- La première de ces pièces avait été publiée par E. Passermard comme «pointe de sagaie à fourche réduite» (1917, fig. 1 ; 1924a, fig. 110, n° 1 ; ici pl. VII, n° 5). Il s'agit en fait d'une pointe à biseau double parfaitement typique, si l'on excepte la présence sur son extrémité proximale biseautée d'une «encoche» longitudinale de 6 mm de profondeur et 2 mm d'écartement, qui ressemble effectivement à une sorte de fourche miniature.

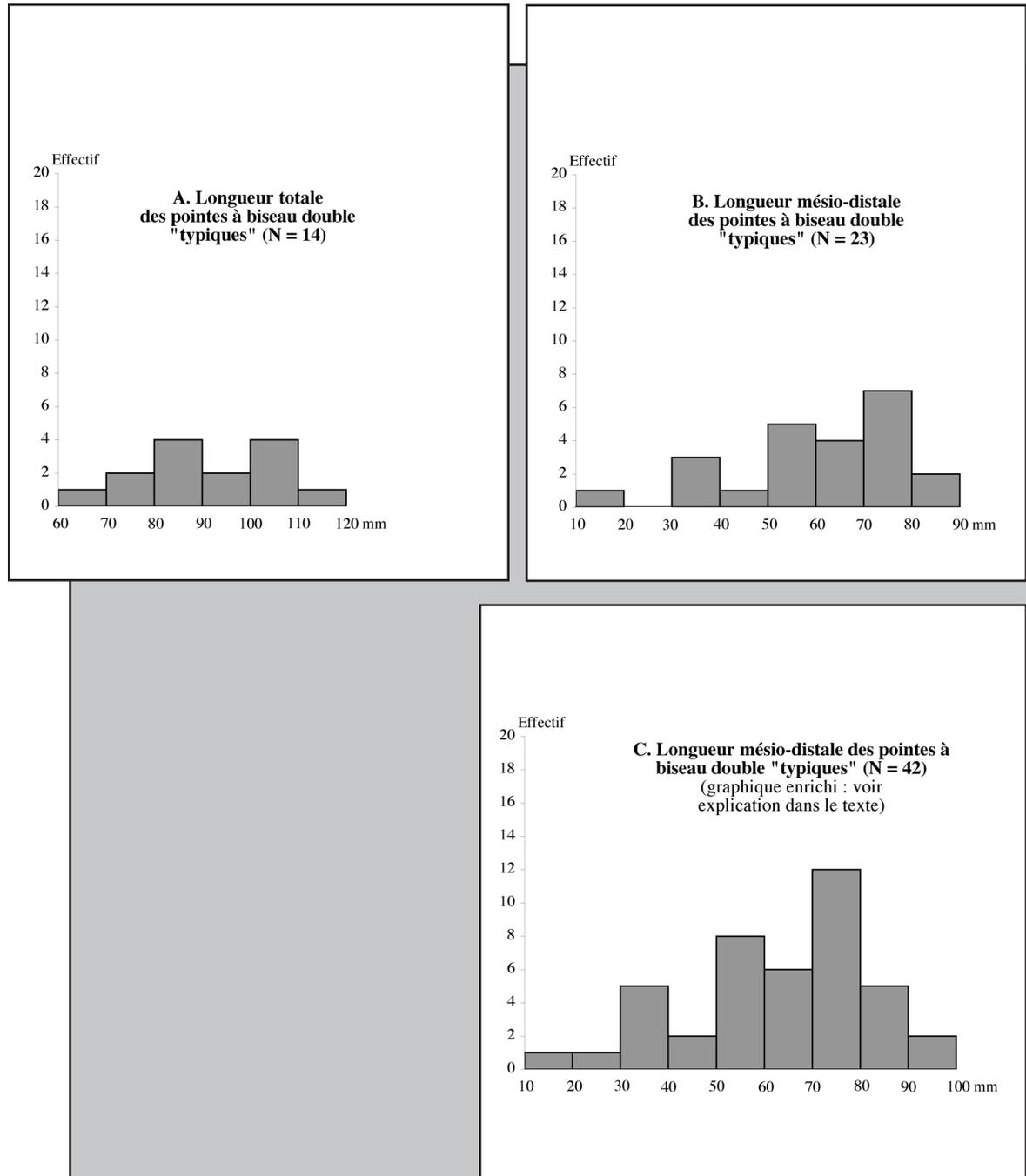


Fig. 43 : répartition des longueurs totales et méso-distales des pointes à biseau double «typiques».

- La deuxième pièce (pl. VII, n° 6) a la particularité de présenter un épaulement très marqué à la jonction entre le biseau et la partie méso-distale. Cet aménagement introduit une discontinuité dans la silhouette de la pointe et, de fait, semble plutôt la fragiliser... La pièce avait été publiée par E. Passemard comme «sagaie à décoration très spéciale» (1944, fig. 49, n° 2), voire comme «pendeloque» (*ibid.*, pl. XXII). Signalons l'existence d'une pièce morphologiquement proche dans le Magdalénien supérieur de La Paloma (González Sainz, 1989, p. 26 et fig. 3, n° 3).
- Enfin, une pièce publiée par R. de Saint-Périer (1936, fig. 22, n° 13 ; ici pl. VII, n° 7) porte sur le bord gauche deux incisions longitudinales parallèles, longues d'environ 25 mm et espacées d'1 mm. Tout comme les rainures présentes sur les bords latéraux de l'une des pointes

à base fourchue (*cf.* III.I.6.), celles-ci semblent trop étroites pour avoir servi à l'insertion d'éléments lithiques. Force est de constater que, sans autre élément de comparaison, la fonction de ces trois aménagements (si rôle fonctionnel il y a !) reste mystérieuse...

III.3.3. Le sous-type minoritaire : les «grosses» pointes à biseau double (pl. IX, nos 1 et 2)
Les données métriques de ces 19 pièces figurent dans le tabl. 31 ; les données morphologiques seront évoquées au fil du texte. C'est tout d'abord par le calibre des pointes que ce sous-type se distingue du précédent. En effet, elles sont en moyenne plus épaisses (8,6 mm, contre 7 précédemment), et surtout, elles sont généralement plus larges : à 3 exceptions près, leur largeur proximale est supérieure à 10 mm (maximum : 14,4), tandis que le maximum enregistré pour l'autre sous-type était de 9,5.

	EFFECTIF
biseaux à 2 pans lisses	29
biseaux à 1 pan lisse + 1 pan à incisions descendantes	5
biseaux à 1 pan lisse + 1 pan à incision longitudinale	1
biseaux à 2 pans avec incisions descendantes	45
biseaux à 1 pan avec incisions descendantes + 1 pan avec incisions descendantes et incision longitudinale	4
biseaux à 2 pans avec incisions en épi	4
biseaux à 2 pans avec incisions ascendantes	1
TOTAL	89

Tabl. 30 : aménagement des biseaux sur les pointes à biseau double «typiques».

Quant aux sections mésiales, elles sont plus encore dominées par la forme subquadrangulaire (12 cas, s'ajoutant à 4 circulaires et 3 ovalaires).

La deuxième différence concerne certains caractères de la partie proximale. Certes, d'un sous-type à l'autre, la longueur du biseau double est comparable (tabl. 25 et 31), et on retrouve dans le sous-type minoritaire la présence prépondérante des biseaux plats, en profil et en section (12 cas sur 17 déterminables). En revanche, ces biseaux sont nettement plus larges et plus épais : respectivement 11,4 et 4,7 mm en moyenne, contre 6,9 et 2,9 mm précédemment. Par ailleurs, l'extrémité proximale du biseau montre une forme généralement évasée ou concave (respectivement 7 et 3 cas sur 16 déterminables), tandis que les formes droite et lancéolée, seules à être observées sur le sous-type dominant, sont ici beaucoup plus discrètes (3 cas chacune). Enfin, les pans des biseaux sont presque tous lisses — seules 5 pièces sur 19 présentent des incisions descendantes, comparables à celles relevées sur la majorité des pointes de l'autre sous-type.

Mais la différence la plus frappante réside dans la longueur totale des pièces. Alors que nous avons déterminé une limite supérieure de longueur à 120 mm pour le sous-type précédent, ici les 3 pointes entières sont toutes d'une longueur égale ou supérieure (120,3 mm, 130 mm et 149,7 mm). Même parmi les 16 pièces fragmentaires, la moitié dépasse les 120, voire les 150 mm ; une pointe incomplète atteint 190 mm.

En revanche, on retrouve ici aussi la grande rareté et la sobriété des aménagements de surface, présents sur 2 pointes uniquement : l'une porte une étroite rainure longitudinale sur le bord gauche (60 mm de long, interrompue par une fracture distale), l'autre montre sur le bord droit 3 courtes incisions obliques profondément gravées.

En résumé, les 19 pièces que nous venons de décrire se distinguent des pointes à biseau double «typiques» par un aspect plus massif (longueur, largeur et épaisseur nettement supérieures) et un double biseau de morphologie différente (plus large, plus épais, généralement dépourvu de stries d'adhérence, présentant le plus souvent une extrémité évasée ou concave). Il s'agit donc bien d'un sous-type à part entière.

III.3.4. Le sous-type anecdotique : les pointes à biseau double «fines» (pl. IX, n^{os} 3 et 4)

Plus que d'un sous-type, il s'agit ici de deux pièces atypiques, que nous avons rapprochées parce qu'elles présentent un calibre inférieur à celui de toutes les autres pointes à biseau double.

La première pièce, publiée par R. de Saint-Périer (1936, fig. 22, n^o 2 ; ici pl. IX, n^o 3), est à la fois la plus longue pointe entière de toute notre série (197 mm) et l'une des plus fines (largeur et épaisseur proximales : 5,6 x 5 mm). De section circulaire, elle a conservé ou pris avec le temps une courbure prononcée. Son biseau double est court (20,5 mm), fin (largeur et épaisseur du biseau : 4,8 x 2,4 mm), de profil concave et de section plate, sans incisions.

La seconde pièce, fragmentaire, mesure 93 mm de long ; elle présente elle aussi un calibre très réduit (5,2 x 6,5 mm), un biseau court et fin (longueur : 21 mm ; largeur et épaisseur : 5,1 x 2,4 mm) au profil concave et à la section plate, qui est l'unique biseau double de notre corpus dont les pans présentent des incisions en résille. Mais cette pièce s'individualise surtout par son décor figuratif, interrompu par la fracture distale et qui représente deux files de chevaux, une sur chaque bord (Saint-Périer, 1936, fig. 43, n^o 4 ; ici pl. IX, n^o 4). Ce motif figure également sur un fragment de diaphyse osseuse issu du Magdalénien d'Isturitz et publié par E. Passemard (1924b, pièce non retrouvée au MAN) ; par ailleurs, sa récurrence dans l'art mobilier magdalénien a plusieurs fois été signalée, déjà *in* Saint-Périer, 1936, p. 4. Reprenant un inventaire établi par R. Deffarge *et al.* (1975), on peut ainsi souligner la ressemblance thématique de ce décor avec celui de plusieurs objets du Mas d'Azil (Ariège), de l'abri Morin (Gironde), de La Madeleine, Laugerie-Basse, Le Soucy et Jolivet (Dordogne), auxquels on peut peut-être ajouter la grotte des Harpons (Haute-Garonne ; *cf.* Saint-Périer, 1920), El Valle (Santander ; *cf.* Breuil et Obermaier, 1912), Raymonden et Limeuil (Apellaniz, 1990, p. 116 et 121). Nous aurons l'occasion de revenir plus longuement sur cette question dans le chapitre XIII.

L'ensemble des pointes et préhampes du Magdalénien supérieur d'Isturitz ayant été présenté, reste à discuter des pièces dont le statut au sein de notre corpus est plus problématique : fragments à biseau double, fragments mésiaux, fragments distaux et outils biseautés.

III.4. Le problème des outils biseautés

Comme expliqué plus haut (II.2.2.), nous avons classé comme «outils biseautés» 17 pièces présentant une extrémité en biseau double, des bords latéraux parallèles et une seconde extrémité plane, marquée par des traces d'écrasement des fibres. Dans le cadre de l'étude des armatures de projectile du Magdalénien supérieur d'Isturitz, la question est de savoir si ces pièces sont des outils de première intention, ou des pointes à biseau double recyclées en pièces intermédiaires après fracture de

	EFFECTIF	MOYENNE	MINIMUM	MAXIMUM	ÉCART-TYPE	COEFF. VAR.	MODE	MÉDIANE
Longueur totale	3	133,3	120,3	149,7	12,2	9,17	N/A	130
Longueur proximale	12	31,7	20,9	46,5	7,4	23,5	N/A	29,9
Longueur mésio-distale	3	97,2	89,1	110,2	9,25	9,5	N/A	92,5
Largeur proximale	19	11,3	9	14,4	1,7	14,9	10	10,5
Épaisseur proximale	19	8,4	6,1	10,7	1,1	13,6	8	8,2
Largeur distale	3	5,8	3,2	7,1	1,8	31,5	N/A	7
Épaisseur distale	3	4,4	3,1	5	0,9	20,5	5	5
Largeur du biseau	17	11,4	8	14	1,8	15,5	10,8	11
Épaisseur du biseau	17	4,7	2,7	6,4	0,8	17,3	4,4	4,5

Tabl. 31 : variables métriques relevées sur les «grosses» pointes à biseau double (mesures en mm).

	EFFECTIF	MOYENNE	MINIMUM	MAXIMUM	ÉCART-TYPE	COEFF. VAR.	MODE	MÉDIANE
Longueur totale	15	125,3	70	164	23,2	18,6	N/A	122,8
Longueur de la partie biseautée	15	28,7	19	36,3	3,9	13,6	31	29,1
Longueur du fût	16	100,3	44	151,9	25,8	25,7	N/A	94
Largeur à la limite fût / biseau	16	11,9	10	17,7	1,8	15,2	11,1	11,3
Épaisseur limite fût / biseau	15	10,5	9	12,7	1,1	10,5	10	10,5
Largeur du biseau	14	11,6	9	16,8	1,8	15,8	11	11
Épaisseur du biseau	14	5,9	4	7,7	1	17	7	5,7

Tabl. 32 : variables métriques relevées sur les outils biseautés (mesures en mm).

la partie distale — un problème déjà discuté pour ce type d'outil (Deffarge *et al.*, 1977 ; Provenzano, 1998c ; Legrand, 2000). Rappelons également que plusieurs préhampes d'Isturitz présentent elles aussi une extrémité à double biseau : leur réutilisation en outil biseauté est donc *a priori* possible.

Nous avons d'emblée écarté de la série des outils biseautés une pièce très particulière, que R. de Saint-Périer avait publiée comme «protoharpon» (1936, fig. 38, n° 4) : mesurant 159 x 11,6 x 10 mm, elle semble bien avoir été employée comme outil intermédiaire, mais les traces de martèlement se trouvent ici sur l'extrémité biseautée, c'est-à-dire orientées dans le sens inverse de tous les autres outils de ce type. L'extrémité opposée a quant à elle été sectionnée par un rainurage bifacial, oblique par rapport à l'axe de l'objet. Cette pièce présente par ailleurs sur le bord droit un décor composé de 4 crans très marqués et d'incisions obliques évoquant un empennage ; à notre connaissance, le seul autre exemplaire de ce motif figure sur une pièce fragmentaire découverte dans le Magdalénien supérieur de Fontalès, Tarn-et-Garonne (Darasse et Guffroy, 1960, fig. 12, n° 1 ; Welté, 2000, fig. 6, c). Si l'utilisation de la pièce d'Isturitz en outil intermédiaire paraît bien relever d'un recyclage, la pièce d'origine ne peut donc pas pour autant être rapprochée des pointes à biseau double décrites précédemment, et demeure un cas unique dans notre corpus.

Les 16 autres outils biseautés ont été étudiés selon la grille d'analyse typologique utilisée pour les préhampes et pointes à biseau double, afin de mettre en lumière d'éventuelles ressemblances ou divergences morphométriques. Les caractères métriques des pièces figurent dans le tabl. 32, certaines données morphologiques étant évoquées ci-dessous.

À 3 exceptions près, les outils biseautés mesurent entre 110 et 170 mm de long. Ces chiffres sont supérieurs à ceux relevés sur les pointes à biseau double «typiques» (sous-type majoritaire),

dont un seul exemplaire entier dépasse légèrement les 110 mm. En revanche, les longueurs des outils biseautés pourraient correspondre à celles des «grosses» pointes à biseau double, ainsi qu'à celles des préhampes (dont 3 exemplaires sur 4 mesurent entre 130 et 180 mm).

La largeur des outils biseautés, relevée à la limite entre le biseau double et le fût de la pièce, varie de 10 à 14 mm (une seule pièce présente une largeur de 17,7 mm) ; mesurée au même emplacement, l'épaisseur varie de 9 à 12,7 mm. Ces valeurs semblent à nouveau se situer dans une fourchette au moins partiellement compatible avec les préhampes et les «grosses» pointes à biseau double, mais leur représentation graphique permet de nuancer cette idée (fig. 44). On constate en effet que, à largeur égale, les outils biseautés sont toujours plus épais que les préhampes et les pointes²⁰. Seule une préhampe fait exception, avec une épaisseur de 9,3 mm.

La morphologie du biseau double est également un critère discriminant : sa section est en effet convexe sur la majorité des outils biseautés (10 cas sur 16, les autres étant de section plate), tandis que cette forme ne se retrouve ni sur les préhampes ni sur les «grosses» pointes.

Enfin, les aménagements de surface présents sur 10 des 16 outils biseautés constituent un argument supplémentaire en faveur de leur statut d'outils de première intention. Ces aménagements prennent la forme de stries obliques s'étendant sur toute la longueur de la face supérieure de la pièce (4 cas),

²⁰ Le graphique de la fig. 14 semble par ailleurs indiquer que le sous-type des «grosses» pointes à biseau double se subdivise en 2 sous-populations en fonction de la largeur proximale (inférieure à 11 ou supérieure à 13 mm). Ces 2 groupes ne se distinguant cependant par aucun autre critère métrique ou morphologique, nous n'avons pas jugé utile d'en faire des «sous-sous-types» lors de la description de ces pièces...

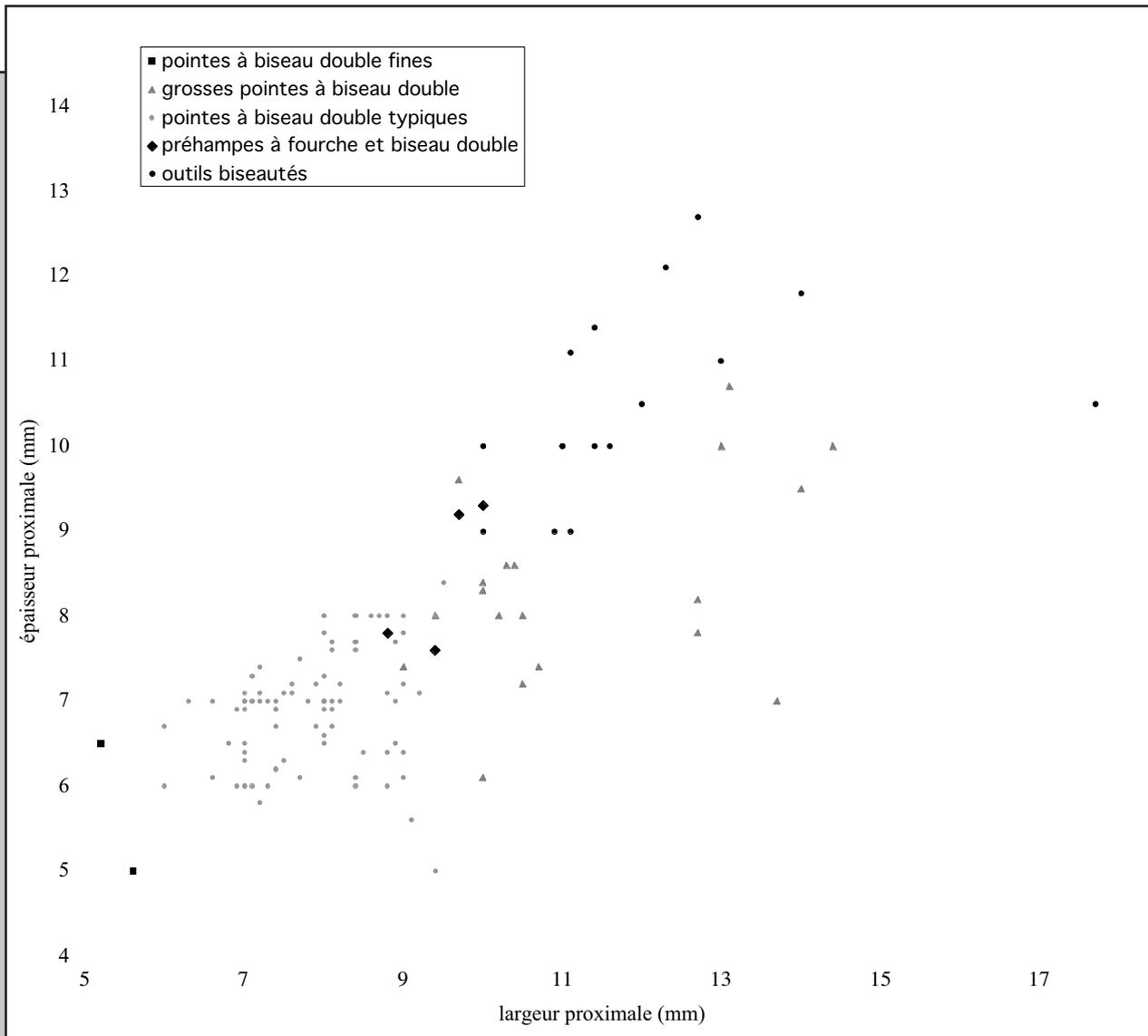


Fig. 44 : comparaison des largeurs et épaisseurs des pointes à biseau double, des préhampes et des outils biseautés (mesures prises à la limite entre le biseau et le fût de la pièce).

et/ou d'incisions transversales, de motifs en chevrons, en croissillons ou en zig-zag gravés sur un des bords latéraux (3 cas) ou sur les deux bords (6 cas). Si ces aménagements sont absents des pointes et des préhampes²¹, nous avons en revanche déjà signalé leur ressemblance avec certains de ceux figurant sur les outils biseautés de l'Abri Morin (Deffarge *et al.*, 1977). Sur 5 de nos pièces, ces aménagements montrent des traces d'ocre rouge à l'intérieur des sillons. Une pièce présente par ailleurs 3 protubérances latérales qui l'avaient fait déterminer comme «protoharpon» par R. de Saint-Périer (1936, fig. 38, n° 3). Rappelons à ce propos l'hypothèse de J. Allain et A. Rigaud selon laquelle le décor présent sur le fût des outils biseautés pouvait avoir un rôle fonctionnel, en permettant une meilleure prise en main de l'objet (Allain et Rigaud, 1986, p. 722). Les protubérances présentes sur l'une des pièces d'Isturitz pourraient de même être interprétées comme un dispositif «ergonomique» empêchant le glissement des doigts le long du fût ; la présence d'ocre sur les bords de certaines pièces, si elle a peut-être un but strictement décoratif, peut également s'expliquer dans une perspective utilitaire (l'ocre joue le rôle d'un dessiccant et facilite l'adhérence de

la main). Mentionnons également l'état d'usure prononcée de certains aménagements de surface, qui semble résulter d'un long frottement.

Quoi qu'il en soit, il apparaît clairement que les 17 outils considérés ici se distinguent morphométriquement des pointes et préhampes précédemment décrites, ce qui invalide l'hypothèse d'une modalité de recyclage des armatures biseautées ; ils doivent par conséquent être écartés de notre corpus. Le seul argument contraire est la présence d'incisions descendantes sur les pans des biseaux de 2 pièces, aménagement décrit comme caractéristique des pointes recyclées (Deffarge *et al.*, 1977 ; Allain et Rigaud, 1986). En l'occurrence, les objets concernés appartiennent sans ambiguïté à la catégorie des outils de première intention, l'un à cause de son calibre très épais (12,7 x 12,7 mm), l'autre par la richesse de son décor mésial ;

²¹ Nous avons signalé une préhampe fragmentaire portant un décor de chevrons (cf. III.2.2.), mais cette pièce est par ailleurs d'un calibre beaucoup trop réduit (largeur et épaisseur maximales : 7,2 x 6,2 mm) pour être rapprochée des outils biseautés.

la présence d'incisions sur le biseau de ces 2 outils reste pour nous inexploitable.

L'exclusion des outils biseautés n'empêche pas que, par ailleurs, des armatures et fragments d'armatures aient pu être réutilisés comme outils intermédiaires : nous le verrons dans le chapitre X. Mais ces dernières pièces, relativement rares, avaient d'emblée été identifiées comme des pointes recyclées, parce qu'elles étaient facilement reconnaissables comme telles — en particulier en raison de la convergence marquée de leurs bords vers l'extrémité distale. Elles ont donc été incluses parmi les pointes dont l'analyse typologique a été présentée plus haut.

III.5. Attribution des fragments

III.5.1. Fragments à biseau double

57 pièces à biseau double de notre corpus n'avaient pas pu être attribuées en première analyse à une catégorie précise d'objet fini, en raison de leur état de fragmentation (II.2.2.). Nous avons réexaminé ces fragments à la lumière des résultats de l'étude typologique, en nous appuyant sur les quelques variables morphométriques qu'il était malgré tout possible de relever (dimensions et morphologie du biseau double, certains aménagements de surface...). La moitié des pièces a ainsi pu recevoir une attribution :

- 20 pièces ont été identifiées comme des fragments d'outils biseautés. Leurs largeurs et épaisseurs, mesurées à la limite entre biseau et fût, sont compatibles avec le calibre de ces derniers outils (largeur supérieure ou égale à 10 mm, épaisseur supérieure ou égale à 9 mm — seules 3 pièces sont légèrement plus fines, avec une épaisseur de 8 à 8,8 mm) ; de plus, elles possèdent un biseau de section convexe, et/ou des aménagements de surface caractéristiques des outils biseautés. Signalons qu'une de ces pièces présente des incisions descendantes sur les deux pans de son biseau. Une autre, fracturée juste au-dessus du biseau, a subi un début de transformation en objet de parure : le pan de fracture présente une ébauche de perforation bifaciale, et des incisions descendantes ont été réalisées sur les deux pans du biseau, postérieurement à la fracture. Ces 20 pièces n'étant pas des fragments d'armatures de projectiles, elles ont été écartées de notre corpus.

- 5 fragments ont été attribués à de «grosses» pointes à biseau double. Trois présentent en effet une extrémité proximale de forme évasée ou concave, spécifique à ce sous-type, et un calibre compatible avec celui des pointes entières ; les 2 autres, dont l'extrémité proximale est de forme droite ou indéterminable, présentent un calibre à la fois trop important pour les pointes à biseau double «typiques» et trop réduit pour les outils biseautés (largeur supérieure à 9,5 mm, épaisseur inférieure à 9 mm). Une seule de ces 5 pièces présente des incisions descendantes, sur un des pans du biseau.

- 2 pièces ont été identifiées comme des fragments de préhampes. Ces objets présentent en effet un fût préservé sur une certaine longueur (respectivement 54 et 218 mm au-delà du biseau, la pièce la plus longue ayant été reconstituée à partir de 2 fragments raccordés) ; or ce fût montre

un élargissement progressif à partir de l'extrémité biseautée, de telle sorte que la largeur maximale de la pièce ne se situe pas au niveau du biseau mais au niveau de l'extrémité opposée. Ces pièces ne peuvent donc pas être des fragments de pointes à biseau double, puisque sur toutes les pointes de ce type, la largeur maximale se situe à la limite entre le biseau et le fût (*cf.* III.3.1. ; ce raisonnement avait déjà été utilisé *in* III.2.2. pour individualiser les fragments fourchus de préhampe). Par ailleurs, l'une de ces pièces possède un biseau trop fin (9 x 8 mm) pour être un outil biseauté, et la seconde semble beaucoup trop longue par rapport à l'ensemble des outils biseautés reconnus jusqu'ici — incomplète, elle affiche 250 mm de longueur totale, et mesurerait sans doute à l'origine plus de 30 cm... Par élimination, il ne peut donc s'agir que de 2 fragments de préhampe (la morphométrie de leur biseau est d'ailleurs compatible avec celle des préhampes entières) ; par comparaison avec les pièces entières, on peut supposer que leur seconde extrémité, manquante, était fourchue. Notons que la seconde pièce, si elle est plus longue que les outils biseautés, est également plus longue que toutes nos préhampes entières ; ce type de préhampe de grandes dimensions n'est cependant pas totalement inédit, un exemplaire fragmentaire de 34,4 cm de long ayant été découvert dans la grotte du Tuc d'Audoubert, associé à une pointe à base fourchue (Pétillon et Cattelain, 2004). A Isturitz même, l'une des pièces reconnues comme fragments fourchus de préhampe mesure près de 19 cm (*cf.* III.2.2.).

- Enfin, 1 pièce présente des dimensions (largeur et épaisseur proximales : 9 mm et 6 mm) qui permettent de l'identifier comme un fragment de pointe à biseau double «typique», du sous-type dominant.

Les 29 autres pièces n'ont pas pu recevoir d'attribution — soit parce qu'elles étaient trop fragmentaires pour qu'on puisse mesurer suffisamment de variables ; soit parce que leurs caractères morphométriques «passe-partout» ne permettaient pas de trancher entre outils biseautés, préhampes et «grosses» pointes ; soit enfin parce qu'elles présentaient des combinaisons d'attributs qui ne se retrouvent pas sur les pièces entières. Signalons en particulier la présence de 10 pièces d'un calibre important (mesurées à la limite entre biseau et fût, les largeurs varient de 9 à 15,6 mm et les épaisseurs de 10 à 14 mm), dont les bords sont parallèles ou divergents à partir de l'extrémité biseautée ; ces caractères en feraient plutôt des fragments d'outil biseauté, mais leurs biseaux doubles présentent une section concave particulièrement marquée, jamais observée sur les outils biseautés entiers. Il n'est pas impossible qu'il s'agisse là de fragments de préhampes (d'autant que 2 d'entre eux sont particulièrement longs : 174 et 179 mm), mais ce seraient alors des préhampes d'un calibre nettement supérieur à celui de tous les exemplaires entiers ou fragmentaires que nous avons décrits jusqu'ici à Isturitz.

Nous maintiendrons donc ces pièces ambiguës en marge de notre corpus, nous réservant d'y faire allusion à certaines étapes de l'analyse.

III.5.2. Fragments mésiaux

Parmi les 65 fragments mésiaux des couches I/F1 et Ia/B, 18 ont été identifiés comme appartenant à des outils biseautés.

Ils présentent en effet des bords parallèles, une longueur parfois importante (de 120 à 160 mm pour 6 d'entre eux) et un calibre compatible avec celui des outils biseautés (largeur de 10 à 14 mm, épaisseur généralement comprise entre 9 et 12 mm) ; 12 présentent par ailleurs des traces d'écrasement des fibres à une de leurs extrémités, et 13 portent sur les bords et/ou sur la face supérieure des aménagements de surface du même type que ceux observés sur les outils biseautés entiers. Ces 18 pièces ont donc été exclues du corpus.

Trois autres fragments présentent un calibre encore plus important (largeur de 13 à 14 mm, épaisseur de 12 à 14 mm) et une section circulaire. Ces pièces, qui ne portent aucun aménagement de surface, ne semblent pas provenir d'outils biseautés ; elles sont peut-être à rapprocher des 10 épais fragments à biseau double concave décrits ci-dessus (III.5.1.). Quoi qu'il en soit, nous avons également écarté ces 3 pièces de notre corpus.

Les 43 fragments restants présentent des caractères morphométriques compatibles avec ceux de la partie mésiale des pointes à base fourchue et des pointes à biseau double : une section majoritairement subquadrangulaire (25 cas, contre 15 ovalaires et 4 circulaires), une largeur maximale de 5 à 13 mm, une épaisseur maximale de 5 à 10 mm, et une absence presque totale d'aménagements de surface — seul un fragment porte une rainure longitudinale peu profonde sur la face supérieure, et une seconde pièce une étroite rainure longitudinale sur un de ses bords.

III.5.3. Fragments distaux et mésio-distaux

Les 78 fragments distaux et mésio-distaux des couches I/F1 et Ia/B présentent des caractères morphométriques compatibles avec ceux des pointes à base fourchue et des pointes à biseau double. Leur largeur distale varie de 2 à 7,6 mm (moyenne : 4,4), leur épaisseur distale de 1,5 à 6 mm (moyenne : 3,6). La section distale est le plus souvent subquadrangulaire (24 cas), puis viennent les pièces à section ovale (17 cas), biconvexe (15 cas) et circulaire (12 cas), 10 pièces restant indéterminées. De même, sur les 44 fragments où elle a pu être observée, la section mésiale est généralement subquadrangulaire (35 cas), rarement ovale (7 cas), exceptionnellement circulaire (2 cas). Au sein de la série, 11 fragments particulièrement longs et/ou de gros calibre ont pu appartenir à de «grosses» pointes à biseau double, ou à des pointes à base fourchue de grand module.

Les aménagements de surface se limitent à 4 pièces : la première présente des extrémités de rainures longitudinales sur les faces supérieure et inférieure ; les 2 suivantes montrent une rainure longitudinale sur le bord droit ; la dernière, publiée par R. de Saint-Périer, porte sur le bord droit un motif gravé en forme de fuseau (Saint-Périer, 1936, pl. II, n° 10).

III.6. Bilan de l'étude typologique

L'étude détaillée des caractères morphométriques de nos pièces a donc permis d'exclure du corpus un total de 55 objets, reconnus comme des outils biseautés de première intention, entiers ou fragmentaires. 33 autres fragments ont également été écartés, cette fois en raison de leur attribution problématique.

Ces ajustements renforcent encore le poids des pointes à base fourchue au sein de la série. Les 705 pièces entières ou fragmentaires subsistant dans notre corpus se répartissent en effet en 419 pointes à base fourchue (y compris les fourchons isolés), 43 préhampes, 122 pointes à biseau double et 121 fragments sans partie proximale (mésiaux, distaux et mésio-distaux). Les pointes à base fourchue sont donc 3,4 fois plus nombreuses que les pointes à biseau double, et s'imposent décidément comme le type de pointe le plus fréquemment utilisé par les occupants d'Isturitz au Magdalénien supérieur.

Cet ensemble d'armatures de projectile nous offre par ailleurs le visage d'un équipement standardisé, dont les différents produits baignent dans une «ambiance» typologique commune. Nous avons déjà souligné l'homogénéité morphométrique interne à chaque type et sous-type ; mais certains caractères se retrouvent même d'une catégorie de pièces à l'autre. La grande rareté et la sobriété des décors et aménagements de surface se vérifie ainsi sur la totalité de notre série. La préférence marquée pour les sections mésiales subquadrangulaires est également une constante (sauf pour les préhampes). Enfin, on ne peut qu'être frappé par la ressemblance morphométrique entre les deux types largement majoritaires, les pointes à base fourchue et les pointes à biseau double «typiques» : d'une catégorie de pointe à l'autre, la longueur totale et surtout les largeur et épaisseur proximales présentent des répartitions et des valeurs moyennes assez comparables (tabl. 18 et 25).

IV. DONNEES SUR LES TECHNIQUES DE PRODUCTION DES ARMATURES

L'étude typologique a été menée dans la perspective de l'analyse fonctionnelle des pièces : elle avait entre autres buts de définir les caractères morphométriques des pointes archéologiques, dans l'objectif d'élaborer une série d'armatures expérimentales qui leur soient «ressemblantes».

Mais au-delà des attributs typologiques, la réalisation des pointes expérimentales demande également que l'on étudie les modalités de fabrication des pointes archéologiques, afin de pouvoir ensuite les reproduire. C'est l'objet de ce chapitre : nous y exposons les observations techniques que nous avons effectuées sur le matériel d'Isturitz, et qui ont ensuite orienté et conditionné le choix des techniques de fabrication des armatures expérimentales.

Toutefois, si les pages qui suivent présentent un certain nombre d'éléments concernant les techniques de production des pointes de notre corpus, nous nous sommes concentré sur les informations qui étaient indispensables dans l'optique de l'expérimentation : identification de la matière première et du type de support utilisé ; description des techniques et procédés de façonnage permettant de transformer le support en objet fini.

On ne trouvera donc pas ici une reconstitution exhaustive du schéma opératoire de production des pointes (même si nous évoquerons brièvement certains déchets de débitage et supports bruts) ; encore moins une analyse économique de l'exploitation du bois de Cervidé dans le Magdalénien supérieur d'Isturitz. Cette dernière approche — incluant la

question de la productivité du débitage, du caractère local ou allochtone de la production, etc. — sera menée ultérieurement (chap. XI).

L'analyse présentée ici s'inscrit dans le cadre terminologique et méthodologique exposé par A. Averbouh (Averbouh, 2000 ; Averbouh et Provenzano, 1998-99). Nous nous sommes également appuyé sur les travaux de N. Goutas (2002, 2003, 2004), et, de manière générale, sur les études de technologie osseuse développées au sein de la Commission de nomenclature sur l'industrie de l'os préhistorique (Ramseyer, 2004).

IV.1. Matière première et supports

Les caractères de la matière première — grain, texture, aspect du tissu spongieux — permettent d'affirmer que la quasi-totalité des pièces est en bois de Cervidé (une seule semble être en os). Les pointes ont été façonnées dans le tissu compact du bois, même si leur face inférieure porte encore souvent des traces de tissu spongieux. Cette *spongiosa* est organisée en alvéoles étroits et serrés, caractéristiques du bois de Renne.

Caractéristique du Renne aussi, l'épaisseur importante du tissu compact, qui fournit par ailleurs un indice d'identification de l'origine sexuelle des bois. En effet :

«l'épaisseur du tissu compact et le rapport proportionnel des deux tissus peuvent être des indices relativement fiables pour déterminer l'origine sexuelle de la matière. Par exemple, un objet fini,

	P. À BASE FOURCHUE	P. À BISEAU DOUBLE	TOTAL (ET %)
4-5	12	4	16 (3 %)
5-6	59	23	82 (17 %)
6-7	151	47	198 (40 %)
7-8	116	35	151 (30 %)
8-9	34	8	42 (8 %)
9-10	5	0	5 (1 %)
10-11	5	0	5 (1 %)
TOTAL	381	117	498 (100 %)

Tabl. 33 : épaisseurs de tissu compact relevées sur les pointes de projectile du Magdalénien supérieur d'Isturitz (en mm). Quelques pointes trop fragmentaires ont été exclues, ainsi que les fourchons isolés et l'unique pointe probablement en os.

constitué uniquement de tissu compact et dont l'épaisseur est égale à 5 mm, en dépit d'un façonnage total qui a éliminé la surface anatomique d'origine, a une forte probabilité d'être issu d'un bois de mâle adulte et probablement de la perche» (Averbouh, 2000, p. 99).

Si l'identification de l'origine sexuelle des bois sur la base de ce seul critère reste délicate, on peut cependant retenir que, de fait, des épaisseurs importantes de *compacta* suggèrent l'utilisation de bois de mâles adultes (cf. discussion in XI.2.2.).

Or, 87 % des pointes à base fourchue et à biseau double d'Isturitz présentent une épaisseur de tissu compact comprise entre 5 et 8 mm (tabl. 33). Les pièces restantes sont légèrement en-dessous de cette fourchette (de 4 à 5 mm dans 3 % des cas) ou légèrement au-dessus (de 8 à 9 mm pour

8 % des pièces). Une dizaine de pointes à base fourchue montrent même un tissu compact épais de 9 à 11 mm. A l'exception possible de la classe 4-5 mm, ces valeurs signalent manifestement des objets pris sur la perche de bois de Renne mâle adulte (cf. Averbouh, *ibid.*, p. 94-100 ; Goutas, 2002, p. 20-23). La localisation du support sur la perche est en revanche délicate ; tout au plus peut-on supposer que les pièces au tissu compact le plus épais — supérieur à 8 mm — proviennent plus probablement de la perche A.

Les pointes sont façonnées sur des supports plats, de type baguette. Les sections mésiales des objets finis, majoritairement subquadrangulaires, ainsi que les valeurs assez similaires obtenues pour la largeur et l'épaisseur proximales (cf. fig. 33 et 41), permettent de penser que les supports eux-mêmes devaient être relativement épais et de section quadrangulaire — ce qu'A. Averbouh décrit comme des «baguettes en tasseau» (*ibid.*, p. 160).

La relation entre objets finis, supports et déchets de débitage en bois de Renne sera discutée dans le chap. XI, mais on peut d'ores et déjà signaler que l'écrasante majorité des déchets et supports bruts de la couche I/F1 relève d'une exploitation de la perche des bois de Renne par extraction de baguettes — baguettes dont les caractères (calibre et épaisseur de tissu compact) sont par ailleurs cohérents avec ceux de nos pointes, ce qui suggère l'idée d'une production locale d'au moins une partie des pièces.

Les 43 préhampes entières et fragmentaires sont également en bois de Renne, et ont elles aussi été façonnées dans des baguettes à peu près aussi larges qu'épaisses. Elles présentent par ailleurs des épaisseurs de tissu compact comparables à celles des pointes : de 5 à 8 mm pour les deux tiers des pièces. Il faut cependant noter une proportion plus importante — 12 pièces, soit 28 % — d'objets à la *compacta* très épaisse, de 8 à 11,6 mm. Les 6 préhampes les plus massives (épaisseur de 9,2 à 11,6 mm) offrent de plus un aspect particulier : elles sont entièrement constituées de tissu compact, mais celui-ci présente une trame moins serrée que sur les autres pièces, avec des pores visibles en section et en surface. Au sein de notre corpus, ces caractères se retrouvent sur les 10 fragments à biseau double concave ainsi que sur les 3 fragments mésiaux de gros calibre décrits plus haut (III.5.1. et III.5.2.) — toutes pièces très épaisses. On aurait donc affaire ici à un bois de Renne aux caractéristiques inhabituelles, autorisant



Fig. 45 : déchet de débitage sur partie basilaire de bois de renne montrant un négatif d'extraction de baguette par rainurage longitudinal convergent (face externe, côté postérieur). N° MAN 77161A5 (coll. Passemar, couche F1).

la fabrication de pièces plus épaisses et à la trame homogène, au prix d'une moindre compacité.

IV.2. Le façonnage des pointes

IV.2.1. La mise en forme du support

La transformation des supports en objets finis débute par la mise en forme du support-baguette au moyen d'un raclage longitudinal, dont nos pièces portent les stigmates caractéristiques sous la forme de fines stries longitudinales parallèles, qui s'étendent sur la totalité des faces et bords de l'objet (seule la face supérieure est quelquefois laissée brute). Ce raclage a pour but de réduire la largeur et l'épaisseur de la baguette afin de l'amener approximativement au calibre souhaité pour la future pointe, et de supprimer le tissu spongieux présent sur la face inférieure (sur les objets finis, cette *spongiosa* peut être totalement absente, ou subsister sur une épaisseur de quelques dixièmes de mm à 2 mm). Expérimentalement, un chanfrein de burin ou un tranchant de lame retouchée sont des outils tout-à-fait adaptés à ce travail, et laissent des traces comparables à celles observées archéologiquement (Rigaud, 1972 ; Newcomer, 1974 ; et ici chap. VI).

Reste l'aménagement des deux extrémités proximale et distale de l'objet, pour lesquelles il est difficile d'établir une chronologie relative. L'ordre de succession dans le façonnage de ces deux parties semble en fait varier suivant la position de l'ébauche le long de la baguette-support (*cf.* ci-dessous).

IV.2.2. Le façonnage de la partie distale

L'appointement de l'extrémité distale peut être obtenu dès la phase d'extraction de la baguette : plusieurs déchets de débitage de la couche I/F1 montrent ainsi les traces d'une extraction par rainurage longitudinal convergent, permettant de donner à la baguette une extrémité pointue qui peut constituer la partie distale d'une future armature (fig. 45).

Cette situation n'est cependant pas systématique. La fig. 46 présente ainsi une baguette de 27 cm de long (reconstituée à partir de 2 fragments), ayant déjà subi une mise en forme poussée des bords et de la face inférieure, et dont une des extrémités est aménagée en biseau double. Il s'agit bien là d'une armature en cours de fabrication ; mais cette baguette est en revanche manifestement trop longue pour constituer l'ébauche d'une pointe unique. Il est donc probable qu'elle aurait ensuite été sectionnée à la hauteur de la future extrémité distale de la pointe. Les 7 ébauches de pointes à base fourchue dont nous disposons présentent d'ailleurs sur la partie distale les stigmates d'un tel tronçonnage, effectué par un «raclage en diabololo» conduit sur les bords latéraux et la face inférieure de la pièce (Rigaud, 1972 ; Le Dosseur, 2004 ; Chauvière et Rigaud, 2005 ; ici fig. 47). Ce procédé permet de séparer l'ébauche du reste de la baguette, tout en donnant à son extrémité une forme grossièrement appointée.

Notons que le raclage en diabololo présente également l'intérêt d'aménager simultanément une pointe symétrique à l'extrémité de l'autre tronçon de baguette : cette deuxième pointe peut à son tour être utilisée comme ébauche de partie distale pour la fabrication d'une seconde armature. En

effet, les baguettes extraites de la perche A ou C d'un bois de Renne mâle adulte atteignent des longueurs de 25 à 30 cm ; or, les pointes à base fourchue et à biseau double mesurant en moyenne environ 10 cm de long (*cf.* tabl. 18 et 25), il paraît possible de fabriquer 2 à 3 pointes «à la file» sur une même baguette. Il est donc intéressant de disposer d'un procédé qui permet, tout en façonnant l'extrémité distale d'une pointe, d'ébaucher déjà celle de la pointe suivante. Ce type de procédé a également pu être utilisé dans l'aménagement de la partie proximale.

IV.2.3. Le façonnage de la partie proximale

La base fourchue est façonnée au moyen d'un rainurage bifacial, effectué à partir des faces supérieure et inférieure de la pièce (Delporte et Mons, 1988, p. 9). Sur les pointes finies, la face interne des fourchons montre clairement les stries partant des deux faces et convergeant vers l'intérieur, créant ainsi un relief en «V» à la racine des deux fourchons (fig. 48). Le «V» est parfois dissymétrique, décalé vers la face inférieure ou supérieure, indiquant que le rainurage des deux faces ne s'est pas déroulé au même rythme et que l'une des rainures a été plus profondément creusée que l'autre. En se rejoignant, les deux rainures créent un évidement qui peut ensuite être élargi jusqu'à atteindre les dimensions adéquates pour l'emmanchement. L'outil morphologiquement le plus adapté au façonnage des bases fourchues est le burin dièdre ; la particularité de l'angle burinant étant «de creuser et d'élargir simultanément le sillon» (Averbouh et Provenzano, 1998-99), la largeur de l'évidement sera plus importante au niveau des faces que vers l'intérieur, donnant ainsi à la face interne des fourchons un contour convexe. Sur cette convexité subsiste généralement une «fine arête» indiquant «le point de contact entre les [rainures] supérieure et inférieure» (Delporte et Mons, *ibid.*).

Quant aux bases en biseau double, elles sont façonnées au moyen d'un raclage longitudinal conduit sur les faces supérieure et inférieure, dont les stries se superposent aux stigmates de mise en forme du fût.

Ces deux types de base, et les techniques utilisées pour les façonner, se prêtent particulièrement bien à une fabrication 2 par 2, «tête-bêche» sur la même baguette, selon un procédé identique à celui décrit ci-dessus pour les parties distales. Sur une baguette de 20 cm de long, appointée aux deux extrémités, on peut ainsi effectuer un rainurage bifacial sur une longueur de 7 cm à mi-hauteur de la pièce ; une fois l'évidement créé, le procédé de raclage en diabololo permet ensuite de sectionner la baguette en 2 moitiés, dégageant ainsi 2 pointes à base fourchue de 10 cm de long, présentant chacune une fourche de 3,5 cm (fig. 49, A). Le même système peut être appliqué à la fabrication des bases en biseau double : le façonnage prend alors la forme d'un raclage en diabololo conduit sur les faces supérieure et inférieure de la baguette, jusqu'à ce que les 2 tronçons se détachent, formant 2 biseaux doubles opposés (fig. 49, B).

Précisons qu'il s'agit là d'une méthode que nous avons mise au point lors de la production des pointes expérimentales, car elle permettrait de diminuer de moitié le temps

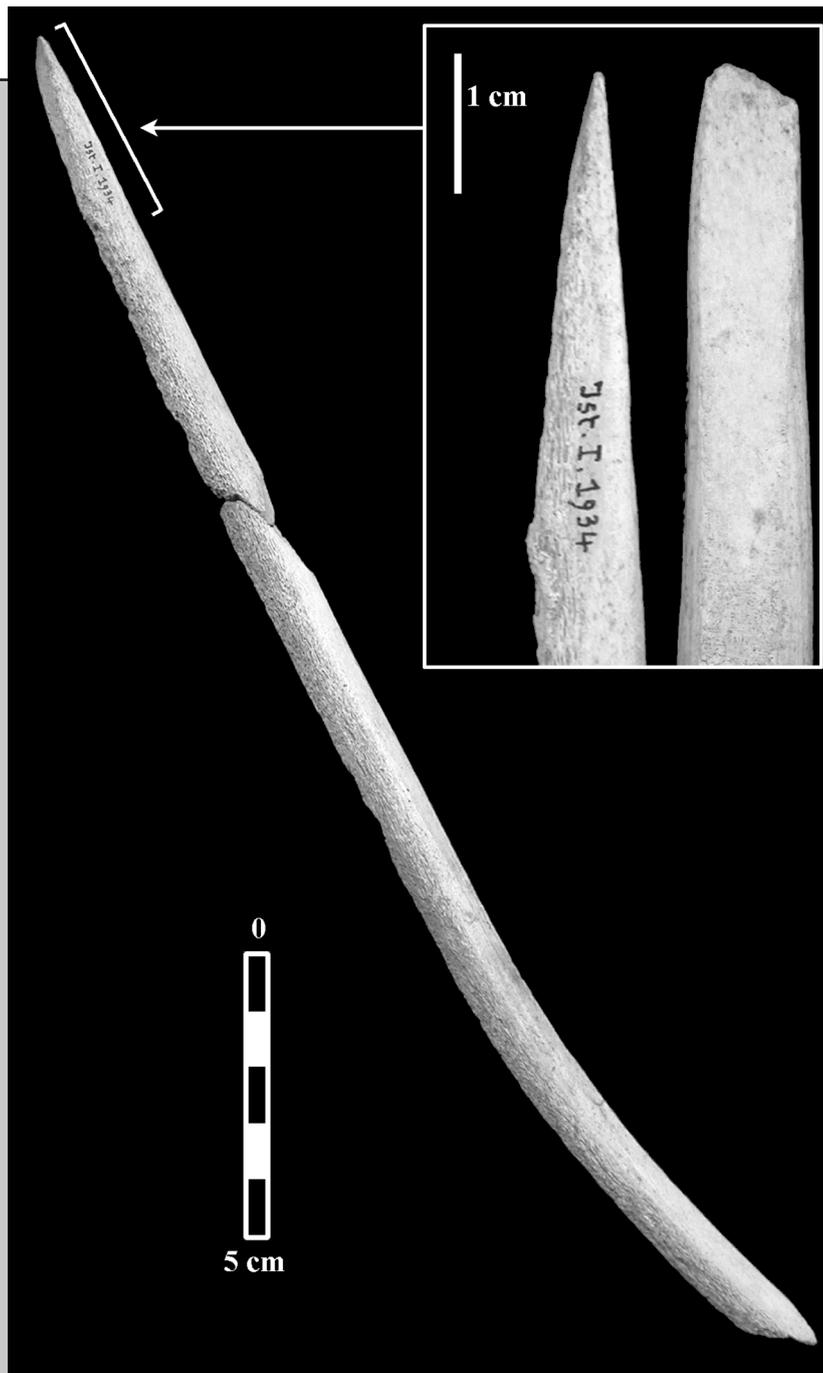


Fig. 46 : vue latérale d'une baguette en bois de Renne (longueur : 27 cm environ) avec extrémité aménagée en biseau double (cf. détail). Coll. Saint-Périer, couche I.

de fabrication des bases et d'éviter certains problèmes rencontrés lors du façonnage des fourchons (cf. chap. VI et VIII). Nous ignorions alors que J.A. Mujika avait proposé, douze ans auparavant, la même hypothèse pour expliquer le mode de fabrication des pointes à base fourchue d'Isturitz (Mujika, 1991, p. 1207-1208). La couche I/F1 d'Isturitz n'a cependant livré aucune ébauche témoignant explicitement de l'utilisation de cette méthode²². Mais il faut rappeler que les ébauches sont des pièces toujours rares dans les ensembles d'industrie osseuse paléolithiques (cf. par exemple à Enlène : Averbouh, 2000, p. 195) ; de plus, le façonnage de 2 pointes tête-bêche ne laisse, une fois les pointes séparées, aucun déchet caractéristique.

Le seul indice indirect est la présence, sur une vingtaine de pointes à base fourchue, de stries de raclage longitudinal particulièrement marquées affectant la moitié proximale de la face externe des fourchons. Ces stries se superposent aux stries de façonnage des bords, et modifient le contour de la face externe des fourchons en y aménageant une sorte d'« épaulement » (fig. 50). On peut supposer que ces traces résultent du détachement de 2 pointes tête-bêche par raclage en diablo (cf. fig. 49, A). L'utilisation de cette modalité de fabrication est donc vraisemblable, à défaut d'être directement attestée.

IV.2.4. La finition

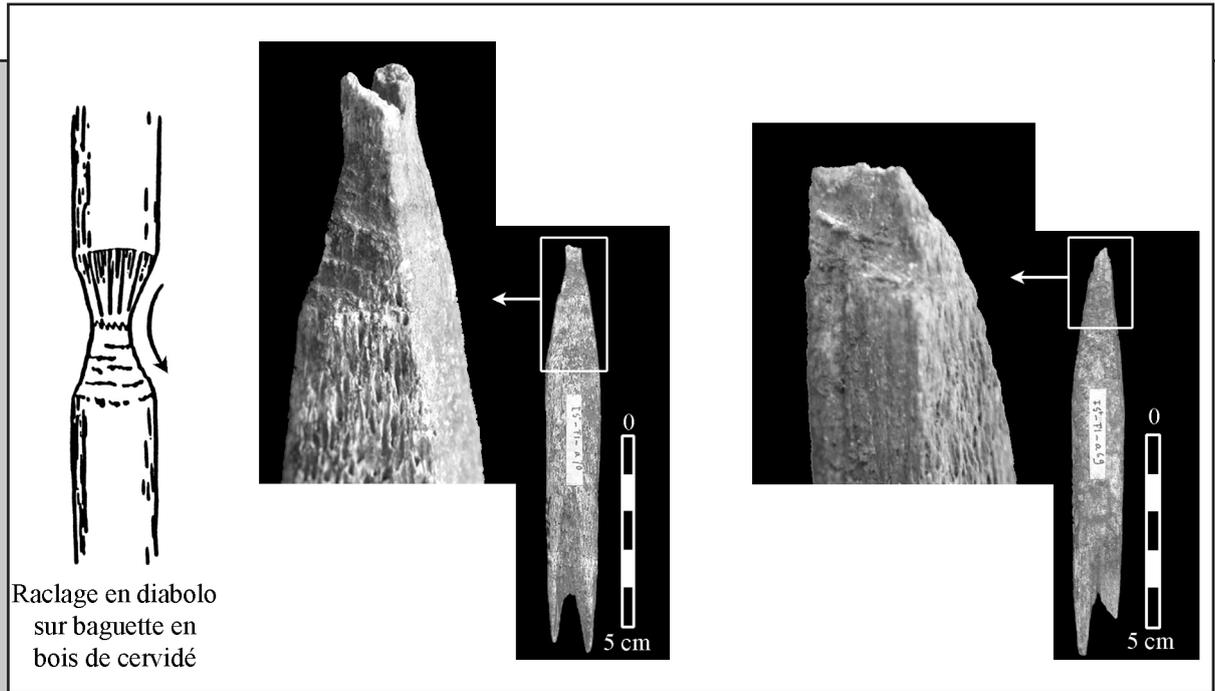
Sur les pointes finies, les stries de raclage s'étendent de façon continue sur toute la longueur de la partie mésio-distale (seule la face supérieure du fût est parfois dépourvue de stries au niveau de son tiers proximal, immédiatement au-dessus de la base). Ces pièces ont donc bénéficié d'une ultime phase de raclage qui a permis d'effacer les traces de façonnage de l'extrémité distale, de donner à celle-ci sa forme pénétrante achevée, et de placer la partie distale dans la continuité morphologique de la partie mésiale.

Par ailleurs, sur une vingtaine de pointes à base fourchue, la face interne des fourchons a été régularisée afin de supprimer la convexité évoquée ci-dessus (IV.2.3.) et de lui donner un contour rectiligne. H. Delporte et L. Mons (1988, p. 9) attribuent cette transformation à un « polissage final » ou à un « polissage d'utilisation ». L'examen des faces internes montre cependant l'existence de fines stries longitudinales — également mentionnées par P. Laurent sur une pointe à base fourchue de La Madeleine (Laurent, 1977, et ici fig. 51) — qui évoquent le travail d'un tranchant de silex. Cette régularisation aurait donc été effectuée par raclage à l'aide d'un outil lithique suffisamment fin pour être inséré entre les fourchons (lamelle, chute de burin ?).

C'est également lors de la phase de finition que sont réalisées les incisions d'adhérence présentes sur la base de certaines pointes à biseau double (et de quelques rares pointes à base fourchue). Expérimentalement, ces incisions peuvent être aisément reproduites en utilisant comme partie active le trièdre d'un burin (cf. chap. VIII).

L'étape de finition comprend enfin la mise en place des autres aménagements de surface évoqués dans le chapitre précédent, mais qui ne concernent qu'un petit nombre de pièces : il s'agit essentiellement de rainures longitudinales sur une ou deux faces, effectuées au moyen d'un rainurage peu profond.

²² A notre connaissance, l'unique pièce que l'on peut interpréter comme une pointe à base fourchue en cours de façonnage selon une méthode proche de celle proposée ici provient de Laugerie-Basse (Girod et Massénat, 1900, pl. LXXV, n° 11 ; pas d'attribution stratigraphique). Cet objet nous a été signalé par C. Houmard, que nous remercions.



Raclage en diabolo
sur baguette en
bois de cervidé

Fig. 47 : représentation schématique du procédé de raclage en diabolo (d'après Rigaud, 1972, modifié) ; traces caractéristiques de ce procédé observées sur l'extrémité distale de deux ébauches de pointes à base fourchue (respectivement n° MAN 77163G62 et 77163G65, coll. Passemard, couche F1).

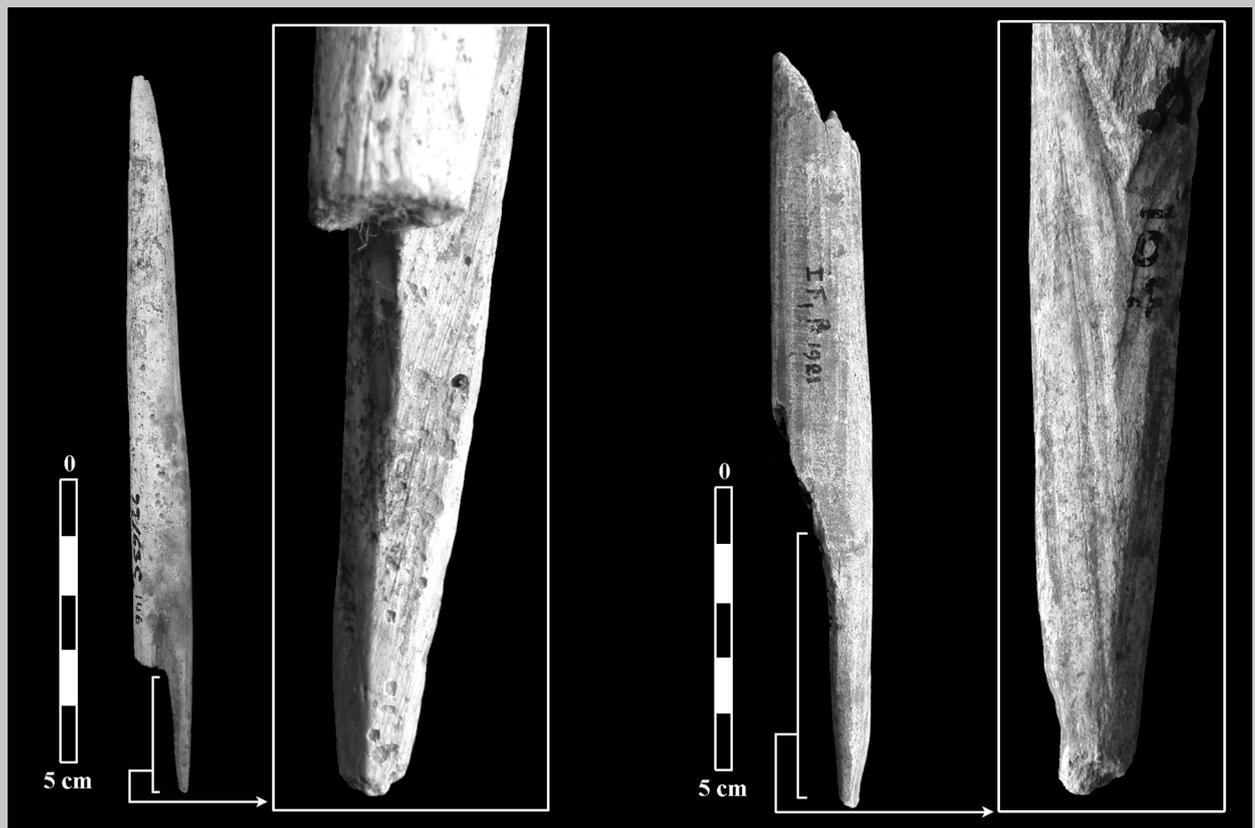
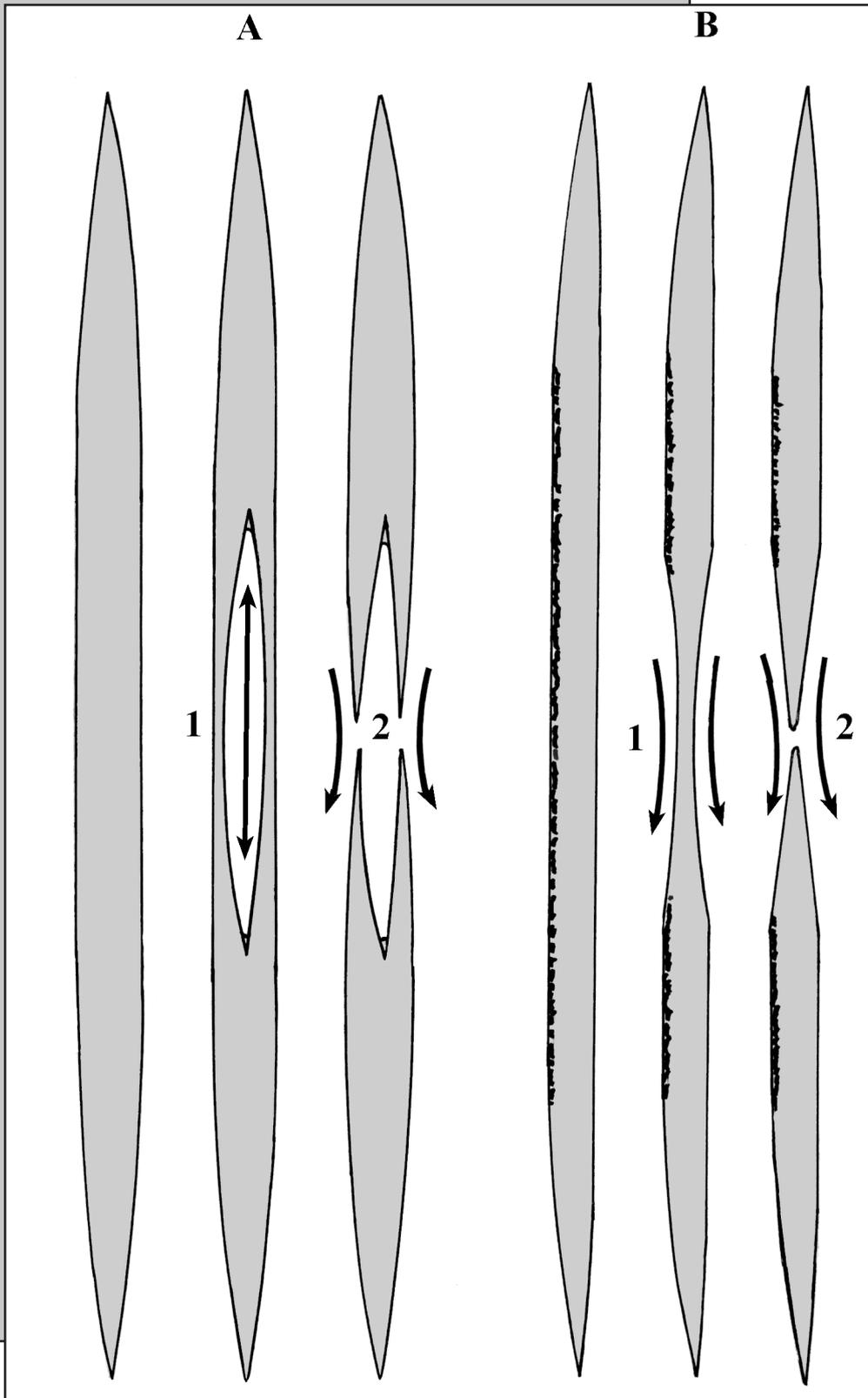


Fig. 48 : façonnage des bases fourchues - traces visibles sur la face interne des fourchons. A gauche, arête centrale (à la limite entre les rainures supérieure et inférieure) et stries de rainurage longitudinales ; à droite, stries de rainurage longitudinales et relief en «V» à la base du fourchon (respectivement n° MAN 77163G146 et 7716G164, coll. Passemard, couche F1).

Fig. 49 : schéma hypothétique de façonnage de deux pointes à base fourchue (A, vue supérieure) ou deux pointes à biseau double (B, vue latérale) tête-bêche, à partir d'une baguette appointée aux deux extrémités.
 A1 : mise en place de l'évidement central par rainurage bifacial.
 A2 : détachement des deux fourches par raclage en diablo.
 B1 : façonnage des biseaux par raclage en diablo. B2 : poursuite du raclage jusqu'à achèvement des biseaux et détachement des pointes.



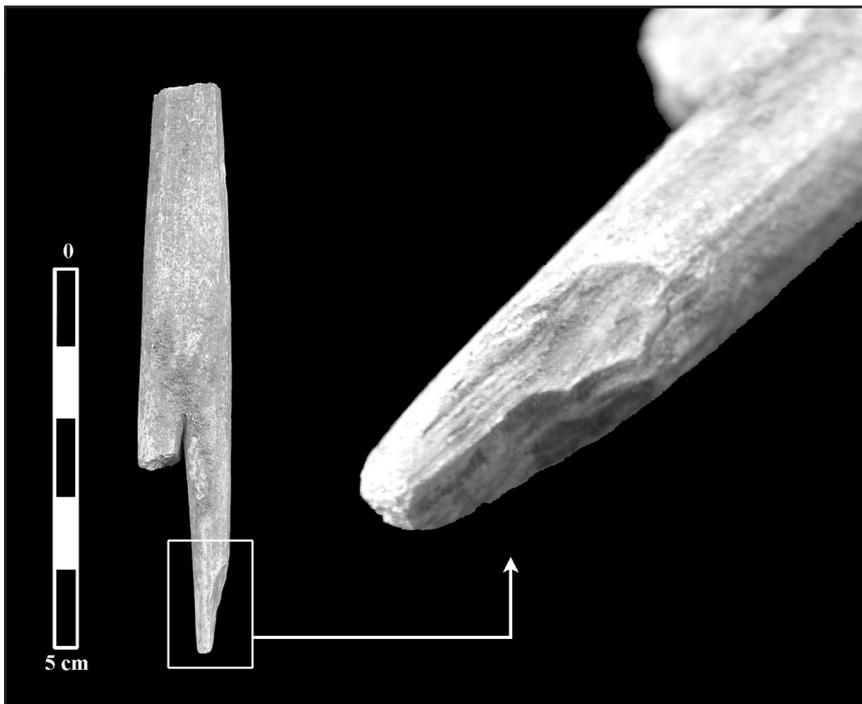


Fig. 50 : traces de raclage sur la partie proximale de la face externe du fourchon droit d'une pointe à base fourchue, résultant vraisemblablement du détachement de la fourche lors du façonnage (voir texte). N° MAN 77163G72 (coll. Passemard, couche F1).

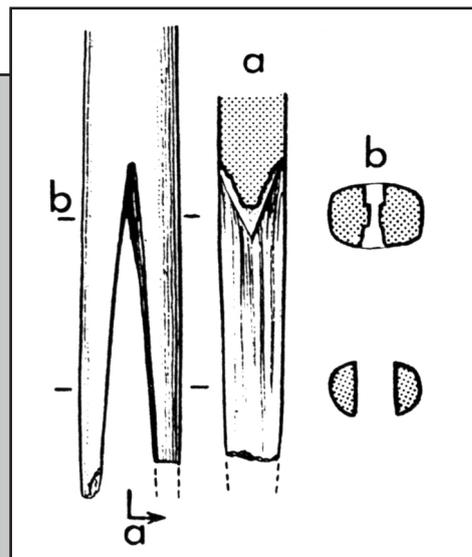


Fig. 51 : stries de finition sur la face interne du fourchon droit d'une pointe à base fourchue de La Madeleine. D'après Laurent, 1977.

IV.3. Le façonnage des préhampes

Les techniques utilisées pour le façonnage des préhampes ne se distinguent pas de celles employées pour les pointes. Les fûts des préhampes présentent des traces de régularisation par raclage longitudinal ; les extrémités à biseau double ont été façonnées par raclage sur les faces supérieure et inférieure, et les extrémités fourchues par rainurage bifacial. Comme expliqué plus haut, le rainurage n'a toutefois pas ici été poursuivi jusqu'à évider entièrement l'espace entre les deux fourchons, formant ainsi une fourche peu profonde, prolongée par un sillon (cf. III.2.1.). Par ailleurs, la longueur moyenne plus importante des préhampes (*ibid.*) rend *a priori* difficile l'utilisation pour ces pièces du procédé de fabrication «tête-bêche» évoqué pour les pointes.

Au terme de ce chapitre, et de l'étude typologique qui le précède, nous disposons d'une image détaillée de la façon dont les occupants d'Isturitz au Magdalénien supérieur concevaient leurs armatures — cette conception englobant la représentation mentale de l'objet (forme, calibre et dimensions souhaités), mais aussi le choix et l'agencement des techniques utilisées pour le fabriquer.

Ces armatures ne sont cependant elles-mêmes que des pièces détachées, destinées à être assemblées avec d'autres pour constituer un projectile, lui-même inclus au sein d'un système d'armement dont il est indissociable. La reconstitution de ce système, objectif de notre étude, ne peut être envisagée qu'à travers l'analyse fonctionnelle des pointes et des préhampes qui en représentent les ultimes vestiges. C'est cette démarche que nous allons à présent entamer.

Troisième partie. Etude fonctionnelle

V. PREMIERE APPROCHE FONCTIONNELLE

Les études expérimentales portant sur la fonction des pointes de projectile préhistoriques se développent depuis maintenant plus de vingt ans. Avant d'aborder notre propre expérimentation, il nous a donc semblé utile de présenter un rapide bilan méthodologique, portant aussi bien sur les armatures lithiques que sur les pointes en matières osseuses. Nous exposerons ensuite les résultats de plusieurs recherches consacrées plus spécifiquement aux armatures en os et bois de Cervidé, dont les résultats nous ont servi de «guide» dans la construction de notre programme expérimental.

V.1. Rappels méthodologiques sur le tir expérimental

Le tir expérimental peut être défini comme l'utilisation de répliques de projectiles préhistoriques, dans des conditions de contrôle et d'enregistrement systématiques, et suivant un protocole préalablement établi. Ce type d'expérimentation s'est développé surtout à partir du début des années 1980, d'abord aux Etats-Unis, en Grande-Bretagne et au Danemark, puis un peu plus tard — à la fin des années 1980 et au début des années 1990 — en France, Belgique, Allemagne, Espagne et Italie (*cf.* inventaire bibliographique en Annexe 1).

A l'heure actuelle, plusieurs dizaines de publications sur le tir expérimental sont donc disponibles. Cette abondante production a permis de montrer l'intérêt qu'il présente pour l'interprétation des pointes de projectile préhistoriques ; mais elle a également

mis en lumière certains problèmes récurrents (complexité du protocole expérimental, multiplicité des paramètres mis en jeu, imprécision de certaines publications...), sur lesquels nous souhaitons revenir ici. Les pages qui suivent sont le produit d'une réflexion que nous avons menée avec P. Cattelain.

V.1.1. A l'origine de l'expérimentation : le questionnement archéologique

Rappelons tout d'abord que le tir expérimental n'est pas, à proprement parler, l'étude expérimentale de la chasse préhistorique. Car si l'on accepte la possible existence de conflits armés au Paléolithique (*cf.* Clastres, 1980 ; Cordier, 1990 ; Roper, 1969), il faut admettre que les armes préhistoriques peuvent aussi bien être des armes de chasse que des armes de guerre. Par ailleurs, la chasse elle-même comprend de nombreux aspects qui ne sont pas envisagés lors des tirs expérimentaux : la traque, le rabattage, l'affût, l'approche du gibier sont des étapes essentielles de l'activité cynégétique (Testart, 1984) ; pour le chasseur, elles revêtent autant ou plus d'importance que le tir lui-même... La question de l'armement préhistorique ne doit pas être confondue avec le problème plus large des stratégies de chasse au cours de la Préhistoire, même si les deux sont évidemment liés.

Le tir expérimental a donc un but plus modeste, celui de répondre à une ou plusieurs questions concernant l'interprétation d'un ensemble de pointes archéologiques. Les questions à l'origine de l'expérimentation sont généralement les suivantes :

1) Les pointes considérées ont-elles réellement été utilisées comme armatures de projectile ? En effet, si cette fonction

s'impose d'emblée pour certains types de pointes (pointes à pédoncule et ailerons...), elle est controversée pour plusieurs autres (pointes Levallois, cf. Plisson et Beyries, 1998 ; pointes à base raccourcie, cf. Chauvière et Rigaud, 2005 ; sagaies d'Isturitz, cf. Sonnevile-Bordes, 1988 et Goutas, 2004...).

2) Quel était le mode d'emmanchement des pointes sur le projectile (forme de l'emmanchement, type de colle et/ou de ligature utilisées pour la fixation, présence éventuelle d'une préhampe...)?

3) Enfin, pour le Paléolithique, s'ajoute la question du mode de lancer : les pointes étaient-elles fixées sur des projectiles lancés à la main, lancés au propulseur ou tirés à l'arc ?

De fait, les tirs expérimentaux sont susceptibles d'apporter sinon des conclusions définitives, du moins des indices et des éléments de réponse sur ces trois questions. Cette démarche passe obligatoirement par la constitution d'un corpus expérimental de stigmates d'utilisation : l'objectif des tirs est d'obtenir sur les pointes expérimentales une série de stigmates microscopiques (stries, polis) et macroscopiques (fractures), caractéristiques de l'utilisation comme armature de projectile, voire typiques d'une forme d'emmanchement ou d'un mode de lancer particuliers.

Les études menées sur les pointes à cran solutréennes ont, par exemple, montré que les fractures situées au niveau de la soie ou quelques millimètres au dessus du cran sur les pièces archéologiques ne pouvaient s'expliquer que par un système d'emmanchement où l'armature est ligaturée à la hampe sur toute la hauteur de la soie (Plisson, Geneste, 1989). De même, l'analyse de la longueur des fragments basaux et de l'orientation des fractures sur les microgravettes du site de Rabier (Dordogne) a permis de suggérer pour ces pointes un emmanchement de type «axial ligaturé», par comparaison avec les fractures obtenues lors de tirs expérimentaux (Soriano, 1998).

Ces deux exemples appellent plusieurs commentaires.

Ils montrent tout d'abord l'importance essentielle de la démarche tracéologique, ce qui nous offre l'occasion de soulever *a contrario* un problème méthodologique que l'on pourrait appeler «le mirage de l'efficacité». En effet, dans certaines publications relatant des tirs expérimentaux, le fait que les pointes testées «fonctionnent très bien» comme armatures de projectile (elles donnent de bons résultats en termes de pénétration, de solidité, etc.) est parfois présenté comme un argument suffisant pour les interpréter comme telles. Or cet élément ne saurait à lui seul être satisfaisant : de fait, de nombreux outils appointés en os, ainsi que de nombreux produits en silex (pour peu qu'ils soient tranchants et/ou appointés), sont morphologiquement bien adaptés à une utilisation comme armature de projectile, sans pour autant avoir été employés de cette manière (absence de stigmates d'utilisation diagnostiques). L'«efficacité» d'une pointe n'est pas en soi un argument d'interprétation fonctionnelle, si elle ne s'accompagne pas d'une validation par l'étude des stigmates d'impact.

D'autre part, pour qu'une trace d'impact puisse être considérée comme diagnostique de l'utilisation en pointe de

projectile, il ne faut pas qu'elle puisse avoir été causée par d'autres facteurs. Ce problème se pose essentiellement pour les pointes lithiques : plus fragiles que leurs équivalents en matières osseuses, elles sont susceptibles de se briser avant leur utilisation (fracture lors du façonnage) ou après leur utilisation et leur abandon (fractures de piétinement, fractures postdépositionnelles). Ces différents types de dommages doivent donc également faire l'objet d'études, afin d'éviter toute confusion avec de possibles stigmates d'utilisation comme armatures²³.

Enfin, les études que nous avons citées en exemple montrent la nécessité d'organiser pour chaque type de pointe, et pour chaque contexte archéologique particulier, une expérimentation spécifique. Il est certes exact que plusieurs catégories de traces d'impact se retrouvent indifféremment sur de nombreux types d'armatures, quels que soient leurs paramètres de fonctionnement ; au fil des expérimentations s'est ainsi élaboré une sorte de «catalogue universel» des traces diagnostiques de l'utilisation comme pointe de projectile²⁴. Cependant, comme on l'a vu, les traces les plus intéressantes du point de vue interprétatif sont bien souvent spécifiques à une forme de pointe particulière, et à une modalité précise d'utilisation ; elles ne peuvent donc être repérées que dans le cadre d'une expérimentation adaptée... Ce qui nous amène à notre deuxième problème : l'élaboration du protocole expérimental.

V.1.2. L'élaboration du protocole expérimental

La mise en œuvre de l'expérimentation passe par la reconstitution du *système de tir* préhistorique. Ce dernier peut être défini comme la combinaison de cinq éléments :

- Un *tireur* ;
- Un *lanceur*, c'est-à-dire un instrument permettant de lancer le projectile (arc, propulseur, etc. ; lorsque le projectile est propulsé directement à la main, le lanceur est inexistant) ;
- Un *projectile*, c'est-à-dire un objet susceptible d'être propulsé sur une certaine distance et de causer des dommages à la cible ;
- Une *solution de tir*, c'est-à-dire une trajectoire reliant le tireur à la cible ;
- Une *cible*.

Chacun de ces éléments est susceptible de multiples variations (fig. 52) ; le lanceur peut par exemple prendre la forme d'un propulseur (souple ou rigide, mâle, androgyne ou femelle...), d'un arc (simple ou composite, droit ou réfléchi...), ou encore être totalement absent. De plus, une variation de l'un des éléments entraîne souvent des changements chez

²³ Pour plus de détails sur l'étude des fractures de façonnage et de piétinement des pointes lithiques, voir Fischer et al., 1984 ; Geneste et Plisson, 1990 ; Plisson et Geneste, 1989 ; O'Farrell, 1996 ; Cattelain et Perpère, 1993 ; Soriano, 1995, 1998. De façon plus anecdotique, certaines sources ethnographiques mentionnent également la possibilité de «fractures de transport» : les pointes de projectile lithiques se briseraient parfois en s'entrechoquant à l'intérieur de leur carquois (Ellis, 1997, p. 58). Quant aux pointes en matières osseuses, elles présentent également des fractures post-dépositionnelles, mais comme on l'a déjà souligné, celles-ci sont relativement faciles à distinguer des fractures d'utilisation (cf. Arndt et Newcomer, 1986, p. 167 ; Liolios, 1999, p. 87 ; ici même, II.4.).

²⁴ Pour la description des traces d'impact sur les pointes lithiques, voir en particulier les travaux cités au début de la note (23) ci-dessus. Pour les traces d'impact sur les pointes en matières osseuses, voir ci-dessous V.2.

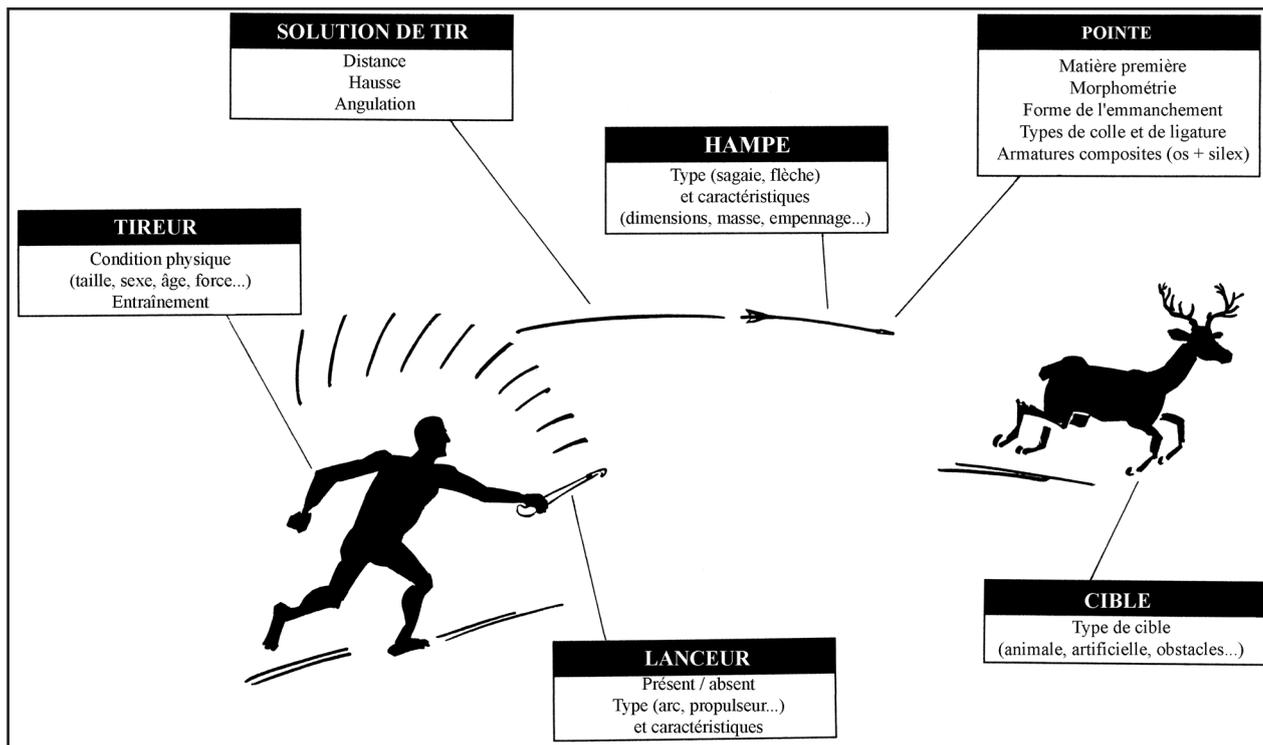


Fig. 52 : les cinq éléments du système de tir et leurs principaux paramètres de variation (pour plus de clarté, l'élément «projectile» a été décomposé en «hampe» et «pointe»). Dessin R. Pétilion.

un ou plusieurs autres — un changement de lanceur peut ainsi impliquer une modification de la taille et de la masse des projectiles.

Or, dans un contexte archéologique «habituel» pour la Préhistoire — c'est-à-dire sans conservation des matières organiques non osseuses — seule une fraction du système de tir est généralement préservée : une partie du projectile (pointe en pierre ou en matières osseuses, éventuelle préhampe en matières osseuses), une partie de la cible (squelette des animaux chassés) et éventuellement une partie du lanceur — partie distale de propulseur en matières osseuses, éléments lithiques interprétés comme des contrepoids de propulseur (Knecht, 1997a, p. 4), plus rarement poignée d'arc ou de propulseur en matières osseuses (*ibid.*). Seules des conditions de conservation exceptionnelles permettent de retrouver des éléments tels que des arcs entiers, des hampes de projectile, ou encore les colles et ligatures utilisées pour l'emmanchement²⁵.

La plupart du temps, il n'est donc pas possible de reconstituer le système de tir «tel qu'il était» aux temps préhistoriques, encore moins de tester toutes les variantes théoriquement possibles... Lors de l'expérimentation, on peut en effet faire varier un ou deux paramètres de manière systématique et contrôlée (par exemple le type de lanceur ou la forme de l'emmanchement), mais certainement pas tous les paramètres — sinon, le nombre de combinaisons est virtuellement infini ! Lors de la mise en place du protocole expérimental se posent donc toujours les problèmes suivants : comment choisir les paramètres variants et ceux qui seront «figés», maintenus invariants tout au long de l'expérimentation ? Comment sélectionner les «valeurs» de ceux que l'on fixe, et l'échelle de variation des autres ?

Avouons tout de suite que, dans ce domaine, les choix opérés comportent toujours une part d'arbitraire, impossible à éliminer, présente dans toute tentative de reconstitution d'événements passés. Plusieurs sources d'information permettent toutefois d'orienter la réflexion et d'éviter certaines erreurs. La première est le contexte archéologique de référence : nous avons vu que, même lacunaire, il peut offrir plusieurs éléments aidant à la reconstitution du système de tir. La deuxième source est l'ethnographie comparée, qui fournit entre autres des données indispensables sur les conditions d'utilisation de l'arc et du propulseur chez les chasseurs-collecteurs traditionnels (Cattelain, 1994, 1997) : distances de tir, caractéristiques des projectiles, etc.

La dernière source d'information est évidemment l'ensemble des tirs expérimentaux déjà effectués, qui représentent une somme d'expérience et de réflexions accumulées depuis plus de vingt ans. Cette catégorie comprend bien sûr les expérimentations «classiques», orientées vers l'analyse d'une série de pointes archéologiques. Mais il faut également signaler l'existence d'un autre type d'expérimentation, qu'on pourrait appeler «de paramétrage» : elles n'ont pas de finalité immédiate en termes d'interprétation archéologique, mais tentent d'explorer systématiquement les variations de l'un des paramètres de tir, et ses répercussions sur l'ensemble du système. Plus développées pour l'arc que pour le propulseur, ces expérimentations concernent par exemple l'étude des propriétés balistiques de tel ou tel type de projectile, le problème de l'équilibrage des sagaies et l'influence de l'empennage, etc.

²⁵ En Europe, la plupart des trouvailles de ce type relèvent de contextes lacustres ou de tourbières, et sont d'âge méso- ou néolithique. Voir inventaires in Junkmanns, 2001 ; Cattelain et Bellier, 2002. Cf. aussi Ramseyer, 2000 ; Gramsch, 2000.

(cf. Carrère, 1990 ; Carrère, Lepetz, 1988 ; Rozoy, 1992a *inter alii* ; voir aussi références in Knecht, 1997a, p. 13-14). Dans le même ordre d'idées, il faut aussi mentionner l'apport indéniable des concours de tir à l'arc et au propulseur préhistoriques, qui se tiennent régulièrement en Europe et aux États-Unis depuis une quinzaine d'années. Bien qu'elles ne se déroulent pas selon des protocoles scientifiquement contrôlés — tel n'est pas leur objectif ! — ces compétitions ont permis à ceux qui y participent assidûment d'acquérir une excellente maîtrise de tir, ainsi qu'un savoir-faire et une grande expérience pratique concernant les techniques d'emmanchement, de fabrication des projectiles, etc.

Nous avons mis à contribution l'ensemble de ces sources d'information dans l'élaboration de notre propre expérimentation (cf. chapitre VI), prêtant bien sûr une attention toute particulière aux publications traitant de l'analyse expérimentale de pointes de projectile en matières osseuses. Les principaux résultats de ces études sont présentés ci-dessous.

V.2. Tir expérimental de pointes en os et bois de Cervidé : les référentiels existants

L'inventaire bibliographique (Annexe 1) montre que les armatures en matières osseuses ont fait l'objet de moins d'études expérimentales que leurs équivalents lithiques : on compte une petite vingtaine d'auteurs, pour à peu près autant de publications. Surtout, seules certaines d'entre elles traitent en détail de la question des stigmates d'utilisation, les autres se concentrant surtout sur le problème de la forme de l'emmanchement des pointes (e.g. Knecht, 1991a, 1993a à propos des pointes à base fendue).

Ainsi, les micro-traces d'utilisation des armatures en matières osseuses n'ont bénéficié que d'une première approche expérimentale, menée par A. Bertrand ; ses expériences n'ont pas fourni de résultats concluants, la lecture de la surface des pièces archéologiques s'étant révélée particulièrement difficile (Bertrand, 1999, p. 111-112).

Les macro-traces ont suscité un peu plus d'attention, puisqu'on dénombre quatre études expérimentales où figurent des descriptions de la morphologie des fractures d'utilisation sur des pointes en matières osseuses : Tyzzer, 1936 ; Arndt et Newcomer, 1986 ; Bergman, 1987 ; Stodiek, 1993 (repris in Stodiek, 2000). Ayant déjà présenté ailleurs une synthèse de ces résultats (Pétillon, 1999, 2000a, 2000b), nous en reprenons ici les points essentiels.

V.2.1. Protocoles expérimentaux adoptés

La rareté des expérimentations consacrées aux fractures d'utilisation des armatures en os et bois de Cervidé provient peut-être du fait que de ces fractures sont assez difficiles à obtenir. A la différence des armatures lithiques, les pointes en matières osseuses sont en effet particulièrement solides, et la plupart des auteurs signalent une absence presque complète de fractures sur leurs pointes expérimentales : «lors de nos lancers, aucune fracture bien caractéristique n'a été obtenue»

(Bertrand, 1999, p. 110) ; «when a point was projected into bone, its penetration was halted, but the point and haft usually remained intact» (Knecht, 1993b, p. 37) ; «in each case, damage to the point was only a minor fragment off the tip» (Pokines et Krupa, 1997, p. 255)²⁶...

Pour fracturer leurs pointes, les auteurs des quatre études sus-citées ont donc dû élaborer des protocoles expérimentaux particuliers, manifestement conçus dans le but d'infliger aux pointes un maximum de dommages. Ainsi :

- E.E. Tyzzer (1936) fabriqua 6 flèches de bois léger, non empennées, et les arma de répliques de «pointes simples» algonkiennes, fabriquées à partir d'un os de bœuf. Il commença par tirer à l'aide d'un arc (puissance : 45 livres) dans un sol rocailleux situé à 37 m. Devant le peu de résultats obtenus, il prépara 3 autres flèches (plus lourdes et empennées), réduisit sa distance de tir à 8 pas et prit pour cible un banc de gravier grossier et anguleux. Les 3 pointes furent soumises à ce traitement pendant un total de 15 tirs ; 2 se fracturèrent.

- S. Arndt et M. Newcomer (1986) utilisèrent 16 répliques de pointes magdaléniennes à biseau double de Bruniquel et 4 doubles pointes inspirées de pièces mésolithiques syriennes, en os, bois de Cervidé et ivoire. Ils employèrent comme lanceur un arc réflexe composite de chasse (puissance : 49 livres). Leurs 10 premiers tirs furent effectués à 5 m sur une carcasse de brebis fraîche, mais : «The ewe carcass was not satisfactory, both because of problems in hitting a bone consistently and because the arrowshafts split too easily, allowing the points to absorb some of the shock of impact without breaking» (p. 166)²⁷. Ils construisirent donc une cible artificielle, composée d'une pièce de viande épaisse de 10 cm soutenue par quatre épaisseurs d'os (1 scapula d'agneau + 2 scapulas et 1 pelvis de bœuf). 18 tirs furent effectués à une distance de 7 m, la plupart des pointes se fracturant au premier impact. Comme les auteurs le font remarquer : «Given the close range of our shooting, the power of the bow and our intention to break the points by deliberately hitting bones, it is likely that the breaks we obtained were more frequent than those that might be seen on a random sample of [...] prehistoric points» (*ibid.*)²⁸.

- C.A. Bergman (1987) utilisa une réplique d'arc simple mésolithique (puissance : 40 livres à une allonge de 26 pouces) pour tirer des flèches dans une cible artificielle du même type — une pièce de viande épaisse de 15 cm placée devant 2 scapulas de vache. Les flèches étaient

²⁶ «Quand une pointe était projetée contre un os, sa pénétration était stoppée, mais pointe et hampe restaient généralement intactes» (Knecht) ; «dans chacun des cas, le seul dommage subi par la pointe fut le détachement d'un menu fragment de l'extrémité distale» (Pokines et Krupa).

²⁷ «La carcasse de brebis n'était pas une solution satisfaisante, parce que nous ne parvenions pas à toucher régulièrement les os et parce que les hampes de flèche se fendaient trop facilement, ce qui permettait aux pointes d'absorber une partie du choc de l'impact sans se briser».

²⁸ «Etant donné notre courte distance de tir, la puissance de notre arc et notre intention de fracturer les pointes en touchant délibérément les os, il est probable que les fractures obtenues sont plus fréquentes que celles qui pourraient être relevées sur un échantillon de pointes préhistoriques prises au hasard».

armées de pointes de Ksar Akil (Liban) en os et bois de Cervidé. La distance de tir varia de 5-8 m (flèches non empennées) à 15 m (flèches empennées) ; selon l'auteur, «for a bow of this draw-weight these distances are point-blank range and place the arrow under maximum stress on impact» (p. 118). Et de fait : «the points almost always broke on impact due to the close range and nature of the target» (p. 123)²⁹.

- U. Stodiek (1993, 2000) adopta un protocole relativement différent, a priori moins destructeur pour les pointes. Il fabriqua une trentaine de répliques de pointes magdaléniennes en bois de Renne, à biseau simple ou double, et les monta sur des sagaies d'environ 165 cm de long pesant en moyenne 81 g. Puis il les tira à 15 m dans une carcasse de daim fraîche éviscérée, en utilisant une arbalète calibrée supposée reproduire la vitesse d'un tir au propulseur (30 m/s en début de trajectoire). Lors de ces tirs, de nombreuses fractures furent obtenues. Toutefois, un autre type d'expérience fut également tenté : «Zur Demonstration des Auswirkung eines harten Aufpralls ohne Abbremsung, wie er beispielsweise bei einem Fehlwurf vorkommen kann (Aufprall auf Steine), wurden zusätzlich einige Schüsse auf ein frisch entfleischtes Rinderschulterblatt abgegeben, das in Vergleich zu jenen des Damhirsches als sehr massiv angesehen werden kann» (1993, p. 204)³⁰. Les tirs eurent lieu à 10 m de distance, et provoquèrent sur certaines pointes des dommages massifs (cf. ci-dessous).

Si l'on excepte l'expérimentation d'U. Stodiek sur la carcasse de daim, les conditions de tir utilisées ici sont donc particulièrement «extrêmes», associant le plus souvent un lanceur puissant, une distance de tir réduite et une cible particulièrement solide. Ph. Morel (1993, p. 56) rappelle par ailleurs que dans une chasse réelle, la peau de l'animal touché constitue un «obstacle critique» capable de freiner considérablement le projectile, et donc de diminuer la puissance de l'impact ; or les cibles artificielles décrites ici se composent uniquement de viande et/ou d'os directement exposés, sans aucune protection.

Reste à savoir si ces conditions influent sur la fracturation de manière seulement quantitative (les fractures sont plus fréquentes que dans des conditions «réelles»), ou si les modifications sont d'ordre qualitatif (fractures plus étendues, de morphologie différente, etc.) — ce qui invaliderait la plupart des résultats obtenus.

Il semble cependant que les fractures survenues durant les expérimentations se retrouvent bien sur les pièces archéologiques utilisées en référence. De plus, dans des conditions d'expérimentation plus «clémentes», U. Stodiek est parvenu à produire des types de fractures identiques à ceux de ses prédécesseurs. Ces résultats expérimentaux paraissent donc suffisamment fiables pour être retenus et présentés en détail.

V.2.2. Fractures distales

Tous les expérimentateurs s'accordent à dire que la grande majorité des fractures affecte l'extrémité distale des pièces ;

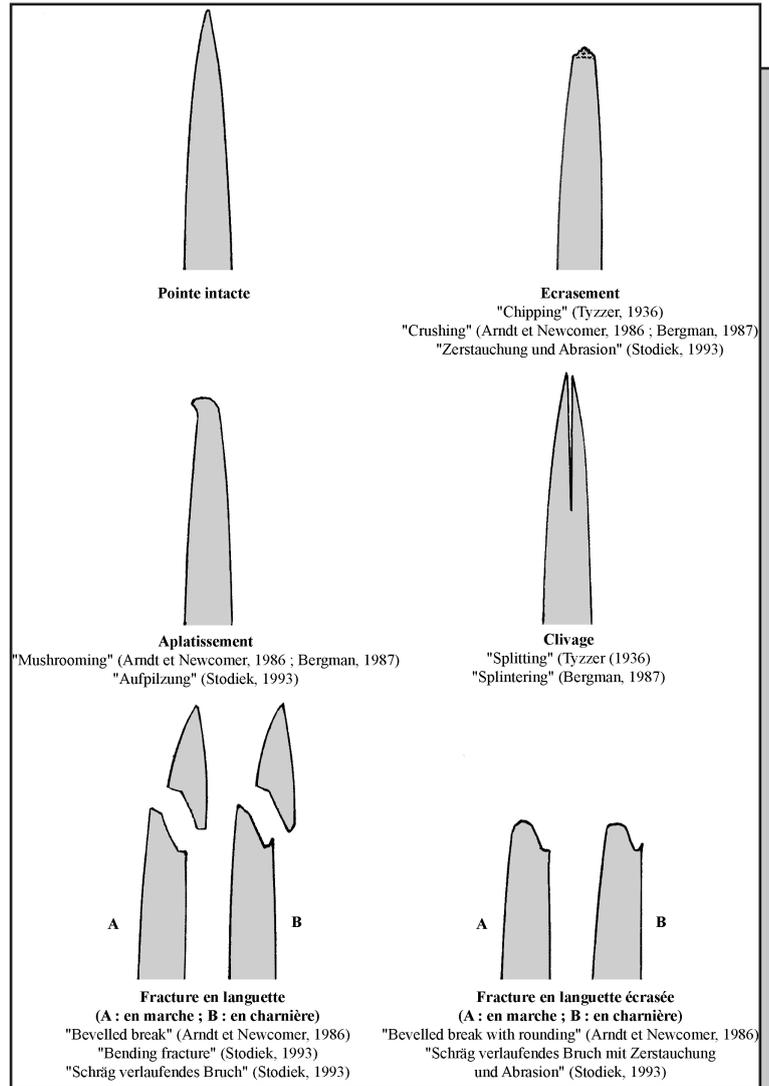


Fig. 53 : synthèse des fractures distales expérimentales sur pointes de projectile en matières osseuses.

elles se produisent uniquement lorsque la pointe percute un corps particulièrement dur (rocher ou os épais). Cinq types de fracture ont été relevés (fig. 53) :

- Ecrasement : il s'agit d'un enlèvement de petits éclats de matière, qui donne à l'extrémité distale un aspect arrondi et esquillé. Ce type de dommage, décrit par tous les auteurs, est d'étendue limitée et n'affecte que les derniers millimètres de la partie distale.

- Aplatissement : l'extrémité distale se déforme sous l'impact et prend un aspect aplati, «en champignon». Ce phénomène est signalé par C.A. Bergman et U. Stodiek ; ce dernier précise que les aplatissements ne se sont produits que lors des tirs à 10 m sur la scapula de bœuf, c'est-à-dire a priori les impacts les plus vio-

²⁹ «Pour un arc de cette puissance, ces distances correspondent à un tir à bout portant, qui soumet la flèche à une contrainte maximale au moment de l'impact». Et de fait «les pointes se fracturaient presque toujours à l'impact, à cause de la faible distance de tir et de la nature de la cible».

³⁰ «Afin de démontrer l'effet provoqué par un impact violent sans freinage, comme celui qui peut se produire par exemple lors d'un tir raté (impact sur un rocher), quelques tirs supplémentaires ont été effectués sur une scapula de bœuf fraîchement décharnée, qui peut être considérée comme très massive par rapport à celle du daim.»

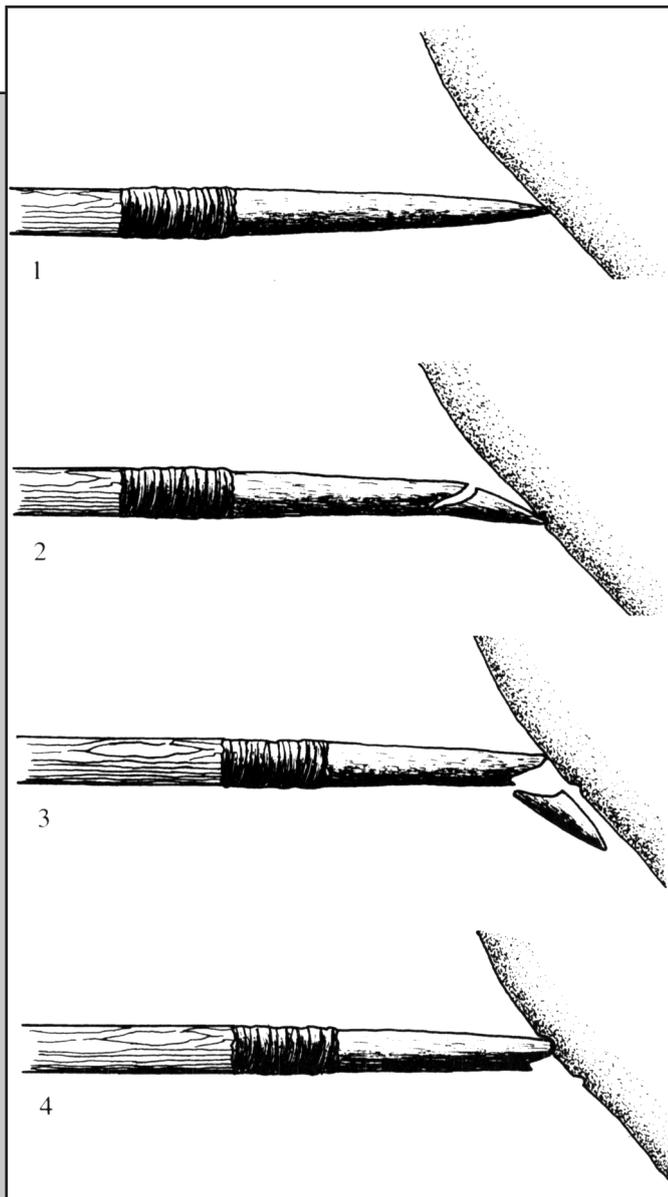


Fig. 54 : représentation schématique de la formation d'une fracture en languette écrasée sur une pointe en bois de cervidé (d'après Stodiek, 1993, fig. 200). 1 : le projectile heurte à angle aigu une partie squelettique massive. 2 : la force de l'impact provoque une flexion puis une fracture de la partie distale. 3 : l'arête formée par le pan de fracture heurte à son tour l'os. 4 : cela provoque un écrasement de cette arête, plus ou moins important selon l'intensité du choc.

lents. S. Arndt et M. Newcomer ont obtenu ce type de dommage en comprimant progressivement une de leurs pointes contre une surface osseuse à l'aide d'un étau. Enfin, selon C.A. Bergman, les aplatissements ne se produisent que sur les pointes en bois de Cervidé — les pointes en os ne disposent pas d'une élasticité suffisante pour se déformer de cette manière, et ont plutôt tendance à éclater par clivage³¹.

- Clivage : fracture longitudinale, ayant l'extrémité distale pour origine et divisant la partie distale en deux moitiés. Ce type de fracture a été constaté par E.E. Tyzzer et C.A. Bergman, et ne s'est produit que

sur les pointes en os. Une pointe endommagée de cette façon est généralement irréparable ; lorsque le choc est particulièrement violent, le clivage peut se prolonger jusqu'à la base, séparant la pièce en deux parties (Bergman, 1987, fig. 1, n° 4).

- Fracture en languette : fracture oblique débutant non loin de l'extrémité distale et se terminant en marche ou en charnière. Cette fracture provoque le détachement d'un éclat de matière qui emporte généralement l'extrémité distale de la pointe. La fracture en languette est décrite par S. Arndt, M. Newcomer et U. Stodiek ; C.A. Bergman et E.E. Tyzzer ne la mentionnent pas explicitement, mais présentent plusieurs pièces expérimentales montrant des stigmates très proches (Bergman, 1987, fig. 1, n° 2 et 5 ; Tyzzer, 1936, pl. 19 b, n° 1). U. Stodiek rappelle que les fractures en languette surviennent également sur les pointes lithiques utilisées en tir expérimental.

- Fracture en languette écrasée : il s'agit d'une fracture en languette dont l'extrémité distale présente un aspect esquillé — aspect qui s'étend parfois à une partie du pan de fracture. S. Arndt, M. Newcomer et U. Stodiek expliquent ce phénomène de la manière suivante (fig. 54) : la pointe percute tout d'abord un os, ce qui provoque une fracture en languette. Ce premier choc ne suffit toutefois pas à stopper le projectile, qui poursuit sa trajectoire ; l'extrémité brisée vient donc frapper l'os à son tour, ce qui entraîne son écrasement.

Peu d'indications sont fournies sur la fréquence respective de ces différentes fractures. Selon C.A. Bergman, l'écrasement est le type de dommage le plus courant pour les pointes en bois de Cervidé. Pour U. Stodiek — qui n'a testé que des pointes en bois de Cervidé — la fracture en languette écrasée est relativement fréquente, et résulte d'un choc sur un os massif ; l'écrasement et la fracture en languette «simple» se produisent en cas d'impact sur un os plus petit, ou bien lorsque le projectile a été freiné par une peau particulièrement épaisse. L'aplatissement, lui, ne se produirait qu'en cas de choc contre un matériau très dur et non protégé (gros os décharné, rocher, etc.).

V.2.3. Fractures mésiales

Les dommages affectant la partie mésiale des pointes prennent la forme de fractures obliques ou transversales. Selon C.A. Bergman, ces fractures peuvent être confondues avec des fractures postdépositionnelles ; mais S. Arndt et M. Newcomer rappellent que les fractures d'utilisation ont un aspect «dentelé» ou «en dents de scie» (*jagged*), alors que les postdépositionnelles présentent des pans plus lisses.

³¹ Cette indication de C.A. Bergman est l'une des seules données expérimentales dont nous disposons concernant les différences de comportement entre armatures lors de l'impact, en fonction du type de matière osseuse utilisée pour les fabriquer. P. Cattelain (comm. pers.) signale toutefois avoir également obtenu des dommages de type «aplatissement» sur des pointes en os... Cette question reste donc encore très largement à explorer.

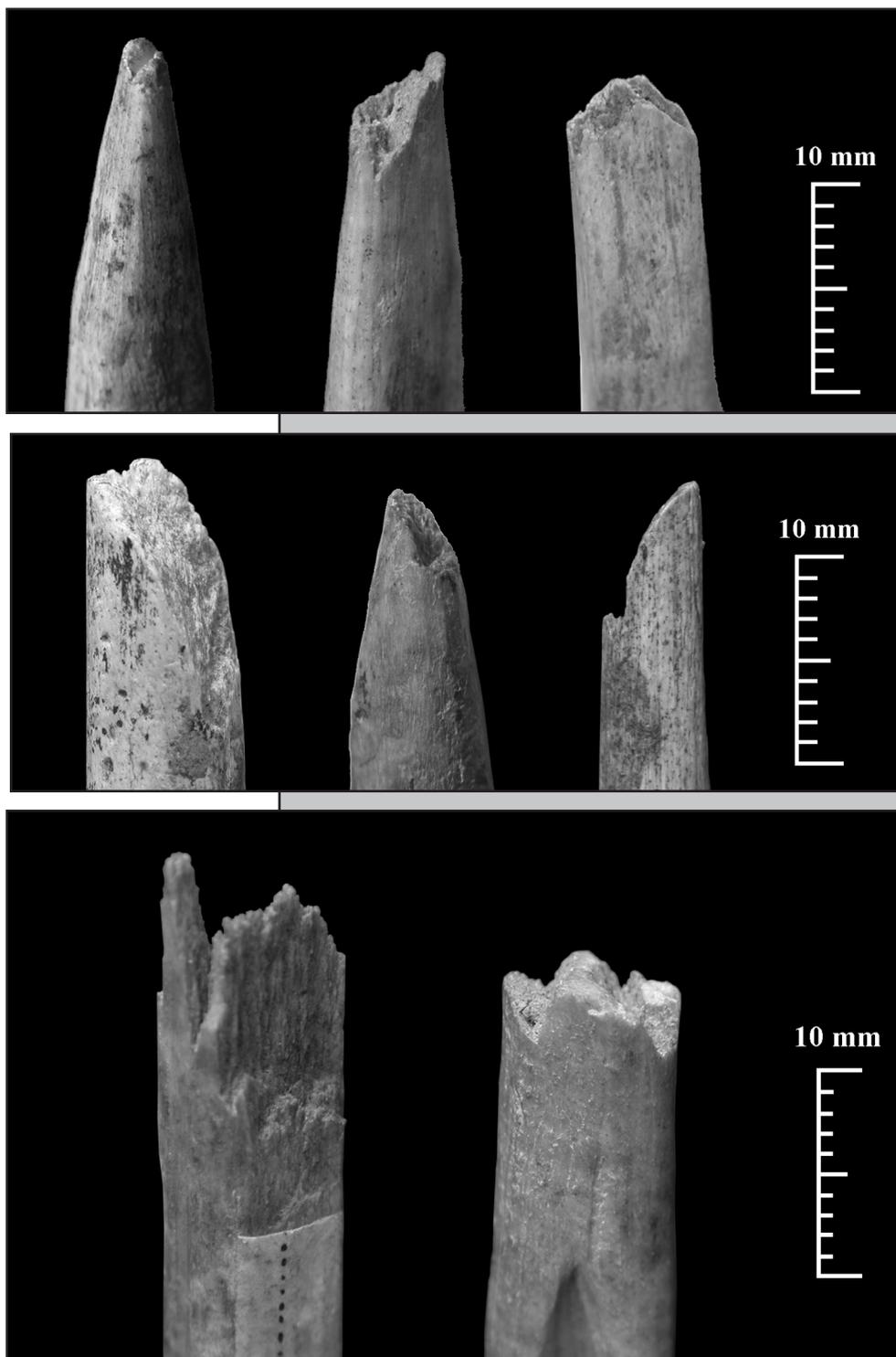
Les fractures mésiales sont mentionnées par C.A. Bergman, S. Arndt, M. Newcomer et U. Stodiek, mais elles ne se sont pas produites très fréquemment lors de leurs tirs. U. Stodiek ne signale que deux pointes endommagées de cette manière : la première fut tirée sur la scapula de bœuf décharnée et subit une double fracture oblique qui la sépara en trois morceaux (Stodiek, 1993, Taf. 114, 2) ; la seconde fut tirée sur la carcasse de daim, mais le projectile dévia de la ligne droite et percuta l'animal à un angle de 30-40°. La pointe glissa alors sur un os et éclata en quatre fragments (triple fracture transversale : *ibid.*, Taf. 114, 1).

Les dommages à la partie mésiale semblent donc résulter de tirs particulièrement défavorables : mauvaise angulation, impact sur un os non protégé, etc.

V.2.4. Fractures proximales

U. Stodiek et E.E. Tyzzer ne relèvent aucune pointe expérimentale fracturée à la base ; ce type de fracture ne s'est produit qu'une seule fois pour C.A. Bergman, et une fois également pour S. Arndt et M. Newcomer (encore s'agissait-il dans ce dernier cas d'un défaut de fabrication de la pointe). De même, au cours d'une autre expérimentation (lancer de saiges à la main sur une carcasse de chèvre) J.T. Pokines rapporte que seules 2 de ses 20 pointes expérimentales en bois de Cerf se sont brisées à la base – la fracture étant due dans un cas à un choc latéral contre un rocher (Pokines, 1998, p. 877-878).

Les dommages à la base ne semblent donc se produire que de façon exceptionnelle. De fait, comme le rappelle H. Knecht (1997b, p. 204), R.D. Guthrie (1983) est le seul expérimentateur à avoir obtenu de nombreuses fractures proximales lors de ses tirs avec des pointes en matières osseuses. Cet auteur est par ailleurs le seul à accorder aux pointes en matières osseuses une fragilité comparable à celle des pointes lithiques : «From this experiment using osseous projectile points and Frison's work with stone points one can conclude that non-metal projectile points must be relatively disposable — few survive a single miss, few even survive a single impact



De haut en bas.

Fig. 55 : exemples d'écrasements sur les extrémités distales des pointes archéologiques. De gauche à droite, n° MAN 77163G166, 77163G27 et 77153D11 (coll. Passemard, couche F1 ; sauf la dernière, couche E).

Fig. 56 : exemples de fractures en languette distales sur les pointes archéologiques (de gauche à droite : terminaison en biseau, en marche et en charnière). Toutes les pièces sont de la coll. Saint-Périer, couche I, sauf celle du milieu (n° MAN 77163G53, coll. Passemard, couche F1).

Fig. 57 : exemples de fractures distales en dents de scie sur les pointes archéologiques. De gauche à droite : n° MAN 77163G89+301 et 77163G202 (coll. Passemard, couche F1).

on bone, and it is seldom that they can be reused many times even hitting softer tissue» (p. 290)³². Le protocole expérimental employé par R.D. Guthrie — qui n'est pas décrit très précisément dans l'article — semble donc exceptionnellement destructeur pour les pointes ; selon H. Knecht (*ibid.*), le problème réside peut-être dans la technique d'emmanchement utilisée. Chez tous les autres expérimentateurs, la grande rareté des fractures proximales semble bien être la règle.

V.3. Premier diagnostic sur les fractures des pointes archéologiques

La comparaison entre les référentiels expérimentaux présentés ci-dessus et les fractures observées sur les pointes du Magdalénien supérieur d'Isturitz constitue un préalable indispensable à notre propre expérimentation. Cette comparaison permettra en effet d'établir une première hypothèse sur la fonction de nos pièces ; elle vise également à évaluer la nature et l'ampleur des problèmes et des questions qui subsisteront à l'issue de ce premier diagnostic, et qui ne pourront être résolus que par la mise en place d'une expérimentation spécifique.

Plusieurs éléments peuvent toutefois gêner l'examen des fractures sur les pièces archéologiques.

V.3.1. Altérations taphonomiques

Par définition, les pans de fracture de nos pointes sont des zones où les fibres constituant le bois de Cervidé ont été rompues, arrachées et/ou écrasées. Ces zones sont donc plus exposées aux altérations taphonomiques que le reste de la pièce, façonné, lui, par raclage ou par rainurage — c'est-à-dire selon des techniques d'usure (*sensu* Averbouh et Provenzano, 1998-99) qui n'altèrent pas la structure longitudinale de la matière. De fait, beaucoup de pointes montrent une extrémité distale d'aspect arrondi et émoussé, sans stigmates techniques clairs (pas de stigmates d'abrasion ou de polissage), mais sur lesquelles on peut souvent distinguer les contours estompés d'un ancien pan de fracture. L'aspect «mousse» est donc probablement dû à une altération consécutive à un long séjour dans le sédiment, affectant une extrémité préalablement endommagée par une fracture désormais illisible. Ces pièces n'ont donc pas pu être incluses dans l'analyse.

Déjà évoqués lors de la présentation générale de l'état de conservation du corpus (II.4.), le concrétionnement et les cupules de dissolution ont aussi affecté les pans de fracture de certaines pièces. Ces dégâts ne concernent cependant que peu d'objets.

Autre problème déjà mentionné, la fracturation postdépôt (voire postfouille), qui a en revanche concerné une partie non négligeable de nos pièces, également exclues de ce fait de l'analyse fonctionnelle. Les fractures postdépôt sont en général aisément identifiables par leur aspect régulier, sans dents de scie ni autres accidents, et leur orientation le plus souvent perpendiculaire à l'axe de la pièce («cassure en bâton de craie» : cf. II.4. et note (23) ci-dessus). Mais nous avons également écarté certaines fractures ambiguës, qui présentaient une orientation légèrement oblique ou un aspect un peu plus irrégulier, et nous ont semblé pouvoir relever d'une fracturation postdépôt sur bois de Cervidé «semi-sec», n'ayant pas encore perdu tous ses constituants organiques. Dans ce domaine, la regrettable absence de référentiel expérimental concernant la fossilisation du bois de Cervidé et ses effets sur les propriétés mécaniques de la matière n'a pu que nous inciter à la prudence, dans l'attente d'études plus approfondies...

V.3.2. Description des fractures

Le vocabulaire descriptif des fractures sur les vestiges en bois de Cervidé n'a pas encore fait l'objet d'une codification systématique. S'inspirant de V. Feruglio (1987), A. Bertrand (1999) propose de distinguer, parmi les fractures d'utilisation, les fractures «en sifflet» (ou «en languette»), «en languette centrale», «en dents de scie» (ou «d'arrachage»), «en biais» (ou «obliques») et «en palier» ; nous avons nous-même précédemment utilisé une terminologie très proche (Pétillon, 1999, 2000a, 2000b). Ces différents termes ne désignent cependant au final que des variantes morphologiques autour d'un même principe : la fracture par flexion. Or, dans la mesure où les mécanismes à l'origine de ces variations nous sont encore largement inconnus (nous ne savons pas, par exemple, ce qui différencie expérimentalement la formation d'une «fracture en sifflet» de celle d'une «fracture en languette centrale»), l'emploi d'une terminologie trop détaillée n'a que peu d'intérêt pour l'interprétation, et risque au pire de compliquer inutilement la description. Nous avons donc préféré simplifier notre vocabulaire, en employant des termes aussi proches que possible de ceux figurant dans les référentiels expérimentaux. De fait, après avoir écarté les dommages manifestement postérieurs au dépôt des pièces et les fractures trop altérées pour être lisibles (cf. ci-dessus), l'ensemble des

³² «De notre expérimentation avec des pointes de projectile en matières osseuses, et du travail de Frison sur les pointes lithiques, on peut conclure que les pointes de projectile non métalliques sont relativement peu durables — peu d'entre elles survivent à un tir manqué, peu survivent même à un seul impact contre un os, et il est rare qu'elles puissent être réutilisées plusieurs fois, même lorsqu'elles touchent un tissu plus mou». L'expérimentation de R.D. Guthrie n'a pas été recensée ci-dessus, car l'auteur ne décrit pas la morphologie des fractures survenues sur ses pointes.

	POINTES À BASE FOURCHUE	POINTES À BISEAU DOUBLE	FRAGMENTS DISTAUX	FRAGMENTS MÉSIAUX	TOTAL
Ecrasements	24	4	1	0	29
Fractures en languette	86	31	25	13	155
Fract. en dents de scie	5	1	2	2	10
TOTAL	115	36	28	15	194

Tabl. 34 : fractures distales d'utilisation présentes sur les pointes du Magdalénien supérieur d'Isturitz.

fractures restantes a pu être réparti entre les écrasements (fig. 55), les fractures en languette (fig. 56) et les fractures en dents de scie (fig. 57). Seules les fractures affectant la partie proximale des pointes ont nécessité l'élaboration d'une nomenclature spécifique, qui sera présentée ultérieurement (chap. II et IX).

La distinction entre fractures mésiales et fractures distales constitue un second problème. Comme indiqué lors de l'étude typologique (III.1.1.), la grande régularité de la silhouette des pointes ne permet pas de situer le long du fût la limite entre une partie mésiale et une partie distale ; pour la commodité de l'étude, nous avons donc fixé arbitrairement cette limite à 20 mm en-deçà de l'extrémité distale. Les «fractures distales» seront donc celles qui se produisent à moins de 20 mm de l'extrémité distale de la pointe, tandis que les fractures situées plus bas sur le fût seront dénommées «mésiales». Cette distinction peut être effectuée sur les fragments distaux et mésio-distaux, mais sur tous les autres types de pièces (fragments proximaux et mésio-proximaux), elle impose de reconstituer ou d'estimer, à partir de l'aspect de la fracture, la longueur perdue par la pointe — méthode hasardeuse dans la majorité des cas.

Nous avons donc pris le parti de considérer comme «distales» toutes les fractures situées du côté de l'extrémité distale de l'objet. Nous avons néanmoins mesuré l'épaisseur de la pointe au niveau de la base du pan de fracture : lorsque cette épaisseur est supérieure ou égale à 6 mm, la fracture sera dénommée «fracture distale de grande ampleur». La valeur de 6 mm correspond en effet au maximum d'épaisseur de la partie distale relevé sur les pointes entières (à 2 pièces près, cf. chap. III) ; on peut donc supposer que, lorsque l'épaisseur de la pointe à la hauteur de la fracture distale est supérieure à 6 mm, c'est que cette fracture s'est produite relativement bas sur le fût, emportant ainsi un fragment de grande taille.

V.3.3. Les fractures archéologiques

Au sein de notre corpus, 194 pointes présentent une fracture distale observable (tabl. 34). Les **fractures en languette** sont très majoritaires (155 cas, soit 80 %). Elles présentent un pan oblique de longueur très variable (de 3 à 60 mm, moyenne 12,3), se terminant en marche, en biseau ou en charnière ; sur 22 pièces, le pan principal s'accompagne d'un pan secondaire, plus court, situé sur la face opposée (fig. 58) et résultant sans doute de l'éclatement de la partie distale en plusieurs fragments au moment de l'impact (cf. fracture expérimentale similaire

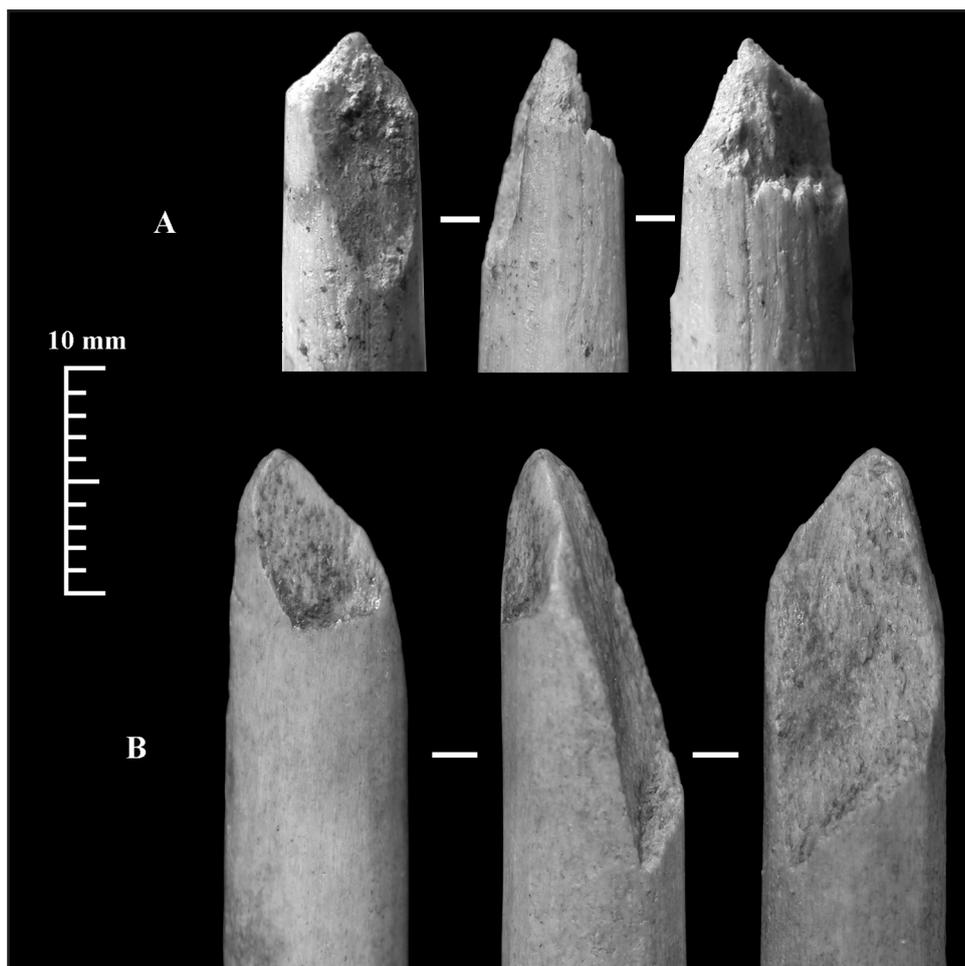


Fig. 58 : exemples archéologiques de fractures distales en languette avec pans secondaires. A : n° MAN 77163G165 (coll. Passemard, couche F1) ; pan de fracture principal, profil et pan secondaire. B : coll. Saint-Périer, couche I ; pan de fracture secondaire, profil et pan principal.

in Stodiek, 1993, Taf. 114, 2)³³. Huit fractures en languette portent des traces d'esquille au niveau distal, qui peuvent correspondre aux «fractures en languette écrasées» obtenues par plusieurs expérimentateurs (cf. ci-dessus V.2.2.). La rareté de ce type de stigmate peut être liée en partie à la difficulté de les identifier avec certitude sur le matériel archéologique, notamment de les différencier des altérations taphonomiques.

Ce problème peut également expliquer en partie le nombre relativement réduit de traces d'**écrasement** : à peine une trentaine. Ce type de dommage se produit toujours non loin de l'extrémité distale, à un niveau où l'épaisseur de la pointe varie de 1,5 à 5 mm ; inversement, à 2 exceptions près, les 10 **fractures en dents de scie** sont toujours des fractures de grande ampleur, survenant à un niveau où le fût de la pointe est épais de 6 à 7 mm. Les fractures en languette se retrouvent dans les 2 catégories : 69 fractures sur fût épais de moins de 6 mm, 82 sur fût plus épais, et 4 indéterminables.

Au total, les fractures distales observées sur les pointes archéologiques semblent morphologiquement tout à fait compatibles avec les fractures expérimentales d'utilisation

³³ Tous nos remerciements à G. Le Dosseur, qui nous a signalé la présence de ces pans sur les pièces archéologiques.

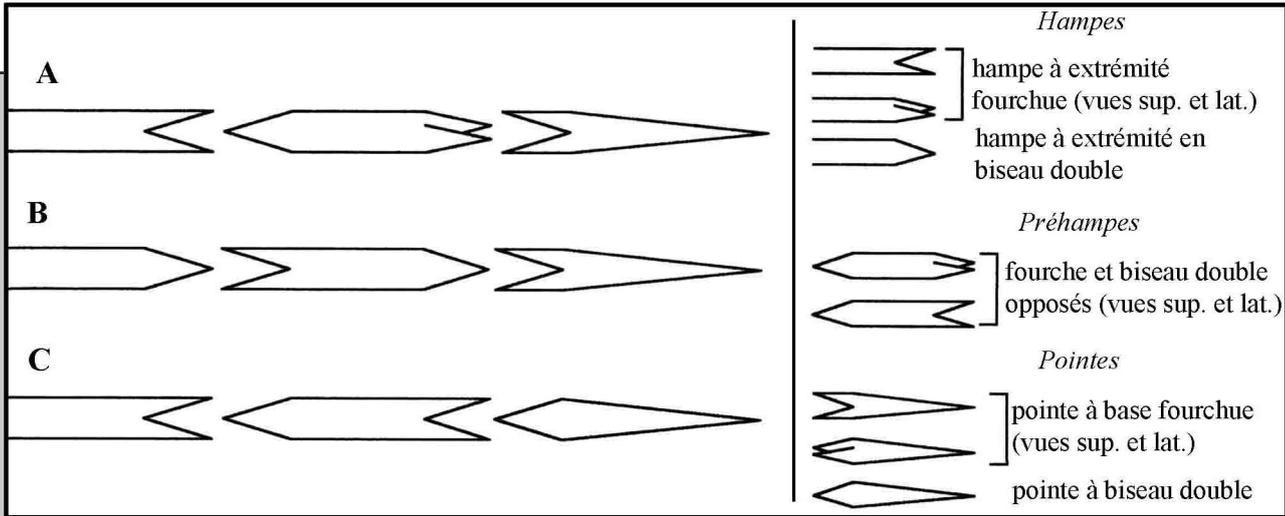


Fig. 59 : modes d'emmanchement des préhampes à fourche et biseau double opposés tels que proposés par R. de Saint-Périer (1936).

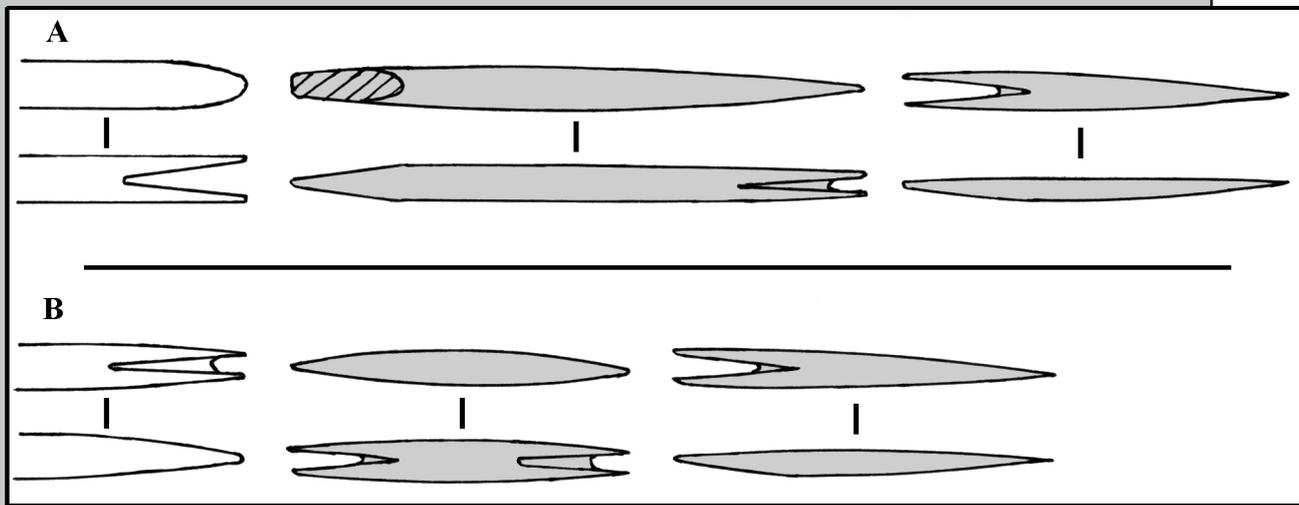


Fig. 60 : modes d'emmanchement retenus pour les préhampes à fourche et biseau double opposés (A) et les préhampes à deux fourches opposées (B).

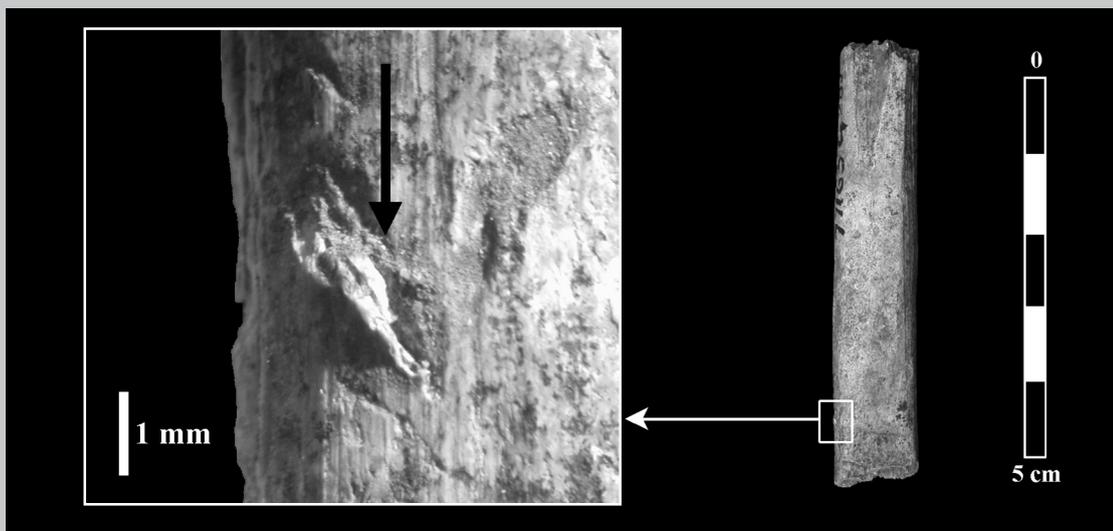


Fig. 61 : stigmate d'utilisation sur une pièce interprétée comme fragment de préhampe. Sur la vue générale de la pièce, l'extrémité fourchue (fracturée) est en haut. Sur le détail, la flèche noire indique le sens d'enfoncement de l'esquille osseuse plantée dans l'objet. N° MAN 77163G265 (coll. Passemard, couche F1).

comme armatures, ce qui soutient l'hypothèse d'identification fonctionnelle de ces pièces comme pointes de projectile. En revanche, la présence d'une proportion importante de fractures en languette de grande ampleur est relativement discordante avec les tendances qui se dégagent des études expérimentales recensées ci-dessus.

Le contraste devient plus marqué encore lorsque l'on examine les fractures proximales. Quelques rares fractures en languette sont visibles à l'extrémité proximale des pointes à biseau double (N = 5) ; mais sur les pointes à base fourchue, les dommages concernant les fourchons sont beaucoup plus courants. 95 pointes présentent au niveau de la fourche des fractures qui, n'étant pas d'origine post-dépositionnelle ou postfouille, sont manifestement liées à l'utilisation (dans 60 cas, un seul fourchon est fracturé ; sur les 35 autres pointes, les deux sont affectés).

Les données dont nous disposons sont insuffisantes pour interpréter *a priori* cette abondance de fractures proximales : est-elle due à une faiblesse structurelle de l'emmanchement fourchu, ou à une modalité spécifique d'utilisation ? Concernant cette dernière question, soulignons que les référentiels existants ne permettent pas d'identifier, sur la base des fractures d'utilisation, le mode de lancer des projectiles — en particulier de distinguer les dégâts survenus lors de tirs à l'arc de ceux provoqués par les impacts des sagaies lancées au propulseur. Toutes les études mentionnées ci-dessus ont en effet utilisé un arc comme lanceur, à l'exception de celle d'U. Stodiek (mais nous discuterons plus loin du fait que, selon nous, l'arbalète calibrée employée dans ce dernier cas n'est pas un substitut idéal du «vrai» lancer au propulseur : cf. VI.1.3.). Il s'agirait là d'une première piste pour expliquer les décalages entre résultats expérimentaux et fractures archéologiques...

V.4. Hypothèses sur l'utilisation des préhampes

Si la comparaison avec les référentiels existants a permis une première confirmation du rôle probable de nos pointes comme armatures de projectile, il n'en va pas de même des préhampes, pour lesquelles il n'existe jusqu'ici aucune étude expérimentale publiée.

Rappelons que la fonction supposée de ces objets est de s'intercaler entre la hampe proprement dite et la pointe d'un projectile, formant avec cette pointe une armature composite (Cattelain, 1993). Isturitz est, de loin, le site paléolithique ayant livré le plus de pièces de ce type. E. Passemard et R. de Saint-Périer avaient d'ailleurs déjà souligné leur présence au sein de la couche du Magdalénien supérieur, et proposé leur utilisation en association avec les pointes à base fourchue et/ou les pointes à biseau double.

E. Passemard mentionne ainsi qu'il lui était «arrivé plusieurs fois de rencontrer en place dans le gisement, deux pointes emmanchées l'une dans l'autre par leurs extrémités fourchues». Mentionnant une comparaison ethnographique avec des armatures mélanésiennes «faites de deux parties, en os,

emmanchées par des extrémités fourchues et reliées par une très fine ligature», il suggère que, de même, à Isturitz, «après fracture de la pointe ou pour lui donner plus de longueur dans sa partie offensive, deux pièces minutieusement adaptées avaient été fixées au moyen d'une ligature» (Passemard, 1917, p. 123-124).

R. de Saint-Périer propose quant à lui plusieurs combinaisons possibles pour les préhampes à fourche et biseau double opposés :

«le biseau double peut s'introduire dans une fourche et la fourche peut aussi s'adapter à une autre fourche [...]. Ainsi, selon que le sommet de la hampe était taillé lui-même en biseau ou en fourche, on pouvait y fixer [...] soit la fourche, soit le biseau d'une pièce intermédiaire, laquelle était jointe à son tour par son biseau dans le premier cas, par sa fourche dans le second, à la fourche de la sagaie terminale [fig. 59, A et B]. On pouvait aussi adapter une sagaie à double biseau à la fourche d'une pièce intermédiaire emmanchée par son biseau à la hampe [fig. 59, C]» (Saint-Périer, 1936, p. 45).

L'étude métrique détaillée des pointes et des préhampes invalide en partie les trois combinaisons proposées par R. de Saint-Périer³⁴. Ainsi du schéma B : sur les préhampes présentant une extrémité à biseau double, l'épaisseur du biseau — à la jonction avec le fût — varie de 7,6 à 9,3 mm : il est donc impossible d'y emboîter une pointe à base fourchue, dont la fourche est beaucoup plus étroite (écartement des fourchons : de 2 à 7,4 mm, avec une moyenne de 4,3). Le schéma B est donc irréalisable en pratique. Il en va de même du schéma C, les fourches présentes sur les préhampes étant elles-mêmes trop étroites (écartement des fourchons : 5,1 mm en moyenne) et surtout beaucoup trop courtes (profondeur moyenne de l'évidement : 10,9 mm) pour accueillir la base d'une pointe à biseau double (épaisseur et longueur moyenne du biseau : respectivement 7 et 29,9 mm pour le sous-type dominant).

En revanche, l'extrémité fourchue des préhampes se combine très bien avec la partie proximale des pointes à base fourchue (schéma A). Cette dernière est en effet constituée d'une fourche relativement profonde (24,7 mm en moyenne), prolongée par une courte partie rainurée que nous avons dénommée «sillon» (cf. III.1.1.), et qui mesure le plus souvent aux alentours de 10 mm. Réciproquement, sur les préhampes, la fourche est peu profonde (moyenne 10,9 mm) mais comporte une partie rainurée assez longue (moyenne 20,1 mm), qui dessine une languette osseuse entre les deux fourchons. Ces deux modèles de fourche sont à l'évidence complémentaires, et peuvent s'emboîter exactement : les deux fourchons de la pointe viennent épouser la languette de la préhampe, tandis que le sillon de la pointe vient se loger dans la partie évidée de la fourche de la préhampe. Sur les préhampes à fourche et biseau double opposés, la partie biseautée était donc proximale (emmanchée à l'extrémité de la hampe), tandis que l'extrémité fourchue, distale, s'encastrait dans la base également fourchue d'une pointe de projectile.

Les hypothèses de R. de Saint-Périer ne tiennent pas compte de l'existence de préhampes à deux fourches opposées, dont

³⁴ Pour une autre discussion de cette question, voir Pétilion, 2000a, 2000b.

la collection Passemard a livré un exemplaire entier (*cf.* III.2.1.). Un fonctionnement similaire peut toutefois être facilement avancé pour ce type de pièce : sa première fourche, profonde (20 mm) aurait été fixée à l'extrémité de la hampe, tandis que la seconde, peu profonde (9,2 mm) s'emboîtait avec la base fourchue d'une pointe de projectile.

Les hypothèses d'emmanchement retenues pour les deux types de préhampes (fig. 60) sont confortées par quelques indices archéologiques. Une indication indirecte du sens d'emmanchement nous est ainsi fournie par un stigmate d'utilisation exceptionnel, repéré sur un fragment fourchu auparavant identifié comme élément de préhampe sur des bases morphométriques (*cf.* III.2.2.). Cet objet présente une micro-esquille d'os plantée en écharpe sur le bord gauche, dont elle a soulevé les fibres en surface (fig. 61). Avouons tout de suite que nous n'avons pas pu reproduire ce phénomène expérimentalement, mais nous ne voyons pas comment il pourrait se produire autrement que lors d'un impact de tir, lorsque l'armature heurte un des os de la cible. Or, le sens d'enfoncement de la micro-esquille montre qu'à l'évidence, au moment du choc, la fourche était orientée vers l'extrémité distale du projectile — conformément au modèle théorique proposé.

La collection Passemard a par ailleurs livré deux pièces emboîtées par leurs extrémités fourchues (Passemard, 1917, fig. 5 ; 1924a, fig. 110, n° 2 ; 1944, pl. LIII, n° 3 ; ce volume, pl. VI, n° 1). Cet ensemble a été présenté par son inventeur — et par nous-même *in* Pétilion, 2000a, 2000b — comme «deux pointes emmanchées l'une dans l'autre» (*cf.* ci-dessus). Mais à y regarder de plus près, la pièce la plus longue est peut-être plutôt une préhampe incomplète. Sa largeur mésiale, prise environ à mi-hauteur de l'objet, est en effet légèrement supérieure à la largeur mesurée à la limite entre la fourche et le fût (10 mm contre 9). Or on a vu que, sur les pointes à base fourchue, ce dernier endroit correspond au contraire systématiquement à la largeur maximale de la pièce (*cf.*, *in* III.2.2., les critères permettant de différencier les fragments de préhampes des fragments de pointes). Certes, l'autre extrémité de cette pièce problématique semble s'amincir, comme pour former une pointe ; mais il n'est pas impossible qu'il s'agisse là du résultat d'un sectionnement délibéré de la préhampe, phénomène dont nous avons plusieurs exemples et sur lequel nous reviendrons (*cf.* chap. X). Le problème est que cette extrémité est difficilement lisible car très concrétionnée, et endommagée lors de la fouille... L'extrémité fourchue ne peut non plus être examinée en détail car les deux fourches emboîtées sont soudées par une concrétion. Si l'identification de cette pièce comme fragment de préhampe reste hypothétique, l'association des deux objets témoigne en tout cas de la possibilité morphologique d'encastrier étroitement deux extrémités fourchues. Rappelons que E. Passemard dit avoir rencontré ce type de connexion «plusieurs fois [...] en place dans le gisement» (1917, p. 123), même s'il n'en a publié qu'un exemple, le seul que nous ayons d'ailleurs retrouvé au sein de la collection.

Des connexions similaires associant préhampe et pointe à base fourchue ont également été signalées dans deux autres sites magdaléniens : La Paloma (Soto de la Regueras, Astu-

rias) et le Tuc d'Audoubert (Montesquieu-Avantès, Ariège). La préhampe de La Paloma possède deux extrémités en biseau double. Lorsqu'elle fut découverte en 1914-1915, l'une de ces extrémités était encore engagée entre les deux fourchons d'une pointe à base fourchue, le tout s'emboîtant si étroitement que les fouilleurs ont d'abord cru que la pièce était d'un seul tenant : «... en uno de los niveles del Magdaleniense medio apareció la larga punta de flecha que representaba la figura 16 ; al lavarla en el arroyo inmediato y limpiarla advertí que se descomponía en dos mitades que encajaban perfectamente una en otra...» (Hernández Pacheco, 1923, p. 23)³⁵. Pour autant qu'on puisse en juger d'après le dessin publié (fig. 62), ce biseau double possède des caractères métriques (longueur, largeur) proches de celles des extrémités distales des préhampes d'Isturitz.

La préhampe du Tuc d'Audoubert fut initialement publiée par H. Bégouën (1926), et nous l'avons récemment réexaminée (Pétilion et Cattelain, 2004). Il s'agit d'une baguette longue de 34,4 cm, et dont l'extrémité proximale, malheureusement fracturée, présente un calibre de 1,4 x 1,3 cm. L'extrémité opposée, légèrement endommagée elle aussi, se terminait à l'origine par une fourche courte, s'emboîtant parfaitement avec la partie proximale d'une pointe à base fourchue découverte à proximité immédiate (fig. 63). Sans stricte connexion archéologique, il n'est pas possible d'affirmer de façon catégorique que les pièces du Tuc d'Audoubert constituent bien les deux parties d'une même armature, mais cette hypothèse semble tout de même hautement probable. Ce type d'armature composite associant préhampe et pointe à base fourchue n'est donc pas une exclusivité d'Isturitz.

Reste le problème de l'utilité d'un tel dispositif. Les préhampes ont été considérées comme un moyen de «réutiliser des pointes cassées, et donc forcément raccourcies, sans modifier les paramètres généraux du projectile (longueur, poids et équilibre, principalement)» (Cattelain, 1993, p. 21). Les pièces d'Isturitz, de La Paloma et du Tuc d'Audoubert ne portant aucune trace de reprise ni de réparation, force est de constater que, comme P. Cattelain le soulignait déjà et comme le montrent de nombreux projectiles ethnographiques, le système de l'armature composite peut également — voire le plus souvent — être intégré dans la conception initiale du projectile. D'autres explications doivent donc être avancées.

Sans exclure des motivations purement esthétiques ou culturelles, P. Cattelain avait proposé une première série d'hypothèses concernant l'usage des préhampes en bois de Cervidé au Magdalénien : «la densité des matières dures animales fraîches est supérieure à celle des bois végétaux les plus répandus au Tardiglaciaire (pin, bouleau) et dans lesquels étaient probablement façonnées les hampes. De manière à équilibrer les projectiles en fonction de leur mode de lancer, il peut s'avérer utile d'allonger l'extrémité active en matière dure animale, ce qui alourdit la pointe. La présence de ces «rallonges» permet aussi de standardiser les longueurs

³⁵ «... dans un des niveaux du Magdalénien moyen fut trouvée la longue pointe de flèche représentée sur la figure 16 ; en la lavant dans le ruisseau voisin et en la nettoyant, nous nous sommes aperçus qu'elle se composait de deux moitiés qui s'emboîtaient parfaitement l'une dans l'autre...»

de projectiles, en fonction des longueurs de bois brut disponibles» (*ibid.*). Les projectiles possédant des armatures composées de plusieurs segments sont peut-être également plus simples d'entretien : lorsqu'une fracture balistique endommage l'extrémité distale, ou que celle-ci se démanche lors d'un tir, elle peut être facilement remplacée sans avoir à reconfigurer l'ensemble de l'armature. Enfin, il est possible que la préhampe assure aussi une fonction de protection de la hampe lors des tirs, en absorbant une partie du choc de l'impact et en réduisant ainsi la fréquence des fractures au niveau du fût du projectile (Bergman, 1987). Toutes ces propositions demandent encore à être testées expérimentalement.

Aucune de ces hypothèses fonctionnelles n'explique toutefois un fait qui nous semble frappant à Isturitz : d'après nos reconstitutions d'emmanchement, les préhampes auraient été utilisées en association exclusive avec les pointes à base fourchue, l'autre type de pointe présent dans la couche — la pointe à biseau double — étant totalement exclu du système d'armature composite. Ceci est d'autant plus étonnant que la conception d'une préhampe adaptée à la morphologie des bases en biseau double ne pose pas de difficultés techniques particulières ; de telles pièces sont d'ailleurs connues dans d'autres sites magdaléniens (elles présentent une extrémité en «V» largement ouvert : cf. *in* Cattelain, 1993, les objets de Kulna, Pekarna, La Madeleine et l'Abri du Colombier — ce dernier découvert avec une base en biseau double encore emmanchée à l'extrémité)...

Par ailleurs, si toutes les préhampes du Magdalénien supérieur d'Isturitz ont été utilisées avec les pointes à base fourchue, l'inverse n'est pas vrai : la simple comparaison des effectifs (419 pointes à base fourchue contre 43 préhampes, cf. III.6.) montre que la très grande majorité des pointes à base fourchue ont dû être emmanchées directement sur leur hampe, sans élément intermédiaire³⁶. La situation est identique dans les autres sites ayant livré de grandes séries de pointes de ce type : la grotte de Gourdan a ainsi fourni environ 130 pointes

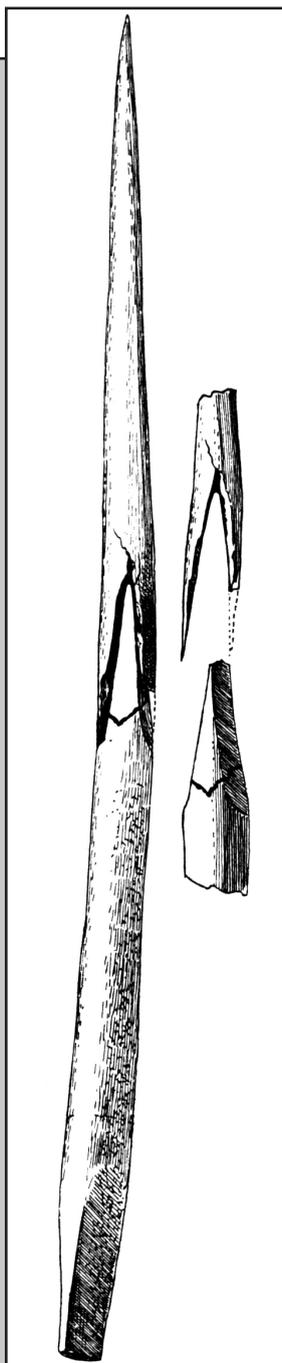


Fig. 62 : pointe à base fourchue et préhampe de La Paloma (d'après Hernández Pacheco, 1923, fig. 16).

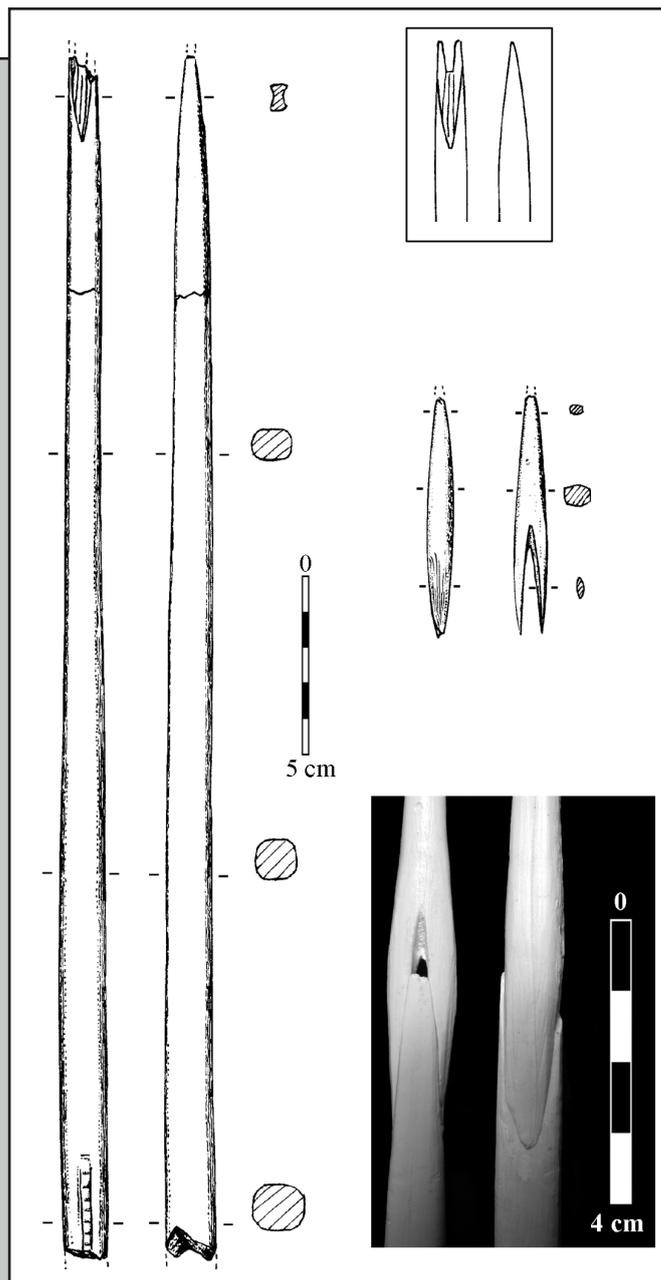


Fig. 63 : pointe à base fourchue et préhampe du Tuc d'Audoubert. En haut à droite : reconstitution de l'extrémité distale de la préhampe. En bas à droite : emboîtement de la pointe sur la préhampe (moulage du Musée de l'Homme).

à base fourchue, pour seulement 2 pièces identifiées comme des fragments de préhampes (Pétillon, 2000b).

³⁶ Lors de l'étude typologique (III.5.1.), nous avons isolé une série de 10 fragments d'objets sur baguette de gros calibre — largeur de 9 à 15,6 mm, épaisseur de 10 à 14 mm — présentant une extrémité en biseau double de section fortement concave. Nous avons écarté ces pièces du corpus, tout en émettant l'idée qu'il pourrait peut-être s'agir de fragments de préhampes d'un type inconnu. Effectivement, il n'est pas impossible que certains de ces biseaux doubles concaves puissent se combiner avec la partie proximale de pointes à base fourchue de gros calibre, formant ainsi une armature composite particulièrement longue et massive. En l'absence de toute pièce entière de ce type, et de toute connexion archéologique impliquant un de ces objets, nous ne pouvons cependant pas être affirmatif...

La reconstitution du mode d'emmanchement des préhampes nous conduit donc à de nouvelles interrogations concernant la place de ces objets au sein du système de tir : quelle était leur utilité ? Pourquoi, à Isturitz, sont-ils uniquement associés aux pointes à base fourchue, et seulement à une partie d'entre elles ?

V.5. De la nécessité de l'expérimentation

Cette première approche « théorique » de la fonction de nos armatures a d'ores et déjà apporté plusieurs résultats importants, concernant la fracturation des pointes et l'emmanchement des préhampes. Mais pour aller plus loin dans l'analyse de l'armement des chasseurs du Magdalénien supérieur d'Isturitz — pour explorer en particulier les problèmes de la présence de fractures d'utilisation sur les bases fourchues, du mode de lancer des projectiles, de l'utilité des préhampes... — il était indispensable de passer par une reconstitution expérimentale du système de tir.

L'élaboration du protocole expérimental, la préparation du matériel, la mise en œuvre des tirs et le traitement des résultats ont sans conteste représenté le plus grand investissement en temps et en énergie de tout notre travail de doctorat. Toute la réflexion préparatoire a été menée conjointement avec P. Cattelain (Université Libre de Bruxelles - CEDARC / Musée du Malgré-Tout), qui bénéficie d'une solide expérience en la matière pour avoir organisé une séance similaire avec M. Perpère sur l'utilisation des pointes de la Gravette (Cattelain, Perpère,

1993) ; il avait également participé en 1987 aux premières expérimentations du groupe « Technologie Fonctionnelle des Pointes de Projectile Préhistoriques » (Geneste et Plisson, 1986, 1990 ; Plisson et Geneste, 1989). La mise en œuvre pratique de l'expérimentation a mobilisé au total plusieurs dizaines de personnes, particulièrement l'équipe du CEDARC / Musée du Malgré-Tout ; si tous figurent en bonne place dans les remerciements qui ouvrent ce volume, je tiens à les assurer à nouveau ici de ma profonde gratitude.

Deux séances distinctes de tirs ont eu lieu, en janvier 2003 et février 2004. Lors de la première, nous avons uniquement testé l'utilisation des pointes à base fourchue. L'analyse expérimentale de ce type de pointe nous paraissait en effet prioritaire, en raison de son effectif très majoritaire dans notre corpus mais aussi à cause des problèmes particuliers qu'il posait en termes d'emmanchement et de fracturation. En revanche, lors de la seconde séance de tir, l'ensemble d'armatures expérimentales comprenait certes une majorité de pointes à base fourchue (dont plusieurs montées sur des préhampes), mais également une série de pointes à biseau double — ceci afin de pouvoir comparer le comportement des deux types de pointes, toutes conditions égales par ailleurs.

Les protocoles employés pour les deux expérimentations furent très proches, mais les résultats obtenus lors de la première nous ont tout de même conduit à modifier certains éléments pour l'organisation de la suivante. Nous présenterons donc en détail l'élaboration du premier protocole (2003), nous contentant de préciser ensuite ce qui a changé (et pourquoi) pour l'expérimentation de 2004.

VI. L'EXPERIMENTATION 2003 : PREPARATION ET DÉROULEMENT

VI.1. La question du propulseur et de l'arc

L'un des problèmes les plus souvent évoqués pour l'étude des systèmes de tir paléolithiques est celui de la présence éventuelle d'un lanceur, et de la nature de celui-ci — c'est-à-dire le fait de savoir si les armatures étudiées équipaient des traits lancés à la main, des sagaies lancées au propulseur ou des flèches tirées à l'arc. Cette question se posait également à nous lors de la mise en place du protocole expérimental, et réclamait une discussion détaillée — même si, dans un contexte de la fin du Paléolithique (Magdalénien supérieur), on pouvait raisonnablement restreindre le problème à l'alternative «arc ou propulseur».

VI.1.1. Etat de la question

Une abondante littérature a été consacrée à ce sujet, en particulier à la question de la date d'apparition de ces deux armes. Pour tout ce qui suit, nous renvoyons donc le lecteur aux publications existantes, en particulier Cattelain, 1994, 1995b, 2004 ; Cattelain et Bellier, 2002 ; Junkmanns, 2001 ; Knecht, 1997a, p. 11-12 ; Rozoy, 1992b ; Stodiek, 1993 *inter alii*.

Dans l'état actuel des connaissances, les plus anciens témoignages directs de l'utilisation du propulseur sont les deux crochets en bois de Cervidé découverts respectivement à Combe-Saunière 1 (Dordogne) dans un contexte du Solutrén supérieur (Cattelain, 1989) et à El Castillo (Santander) dans un des niveaux du Magdalénien inférieur (Cabrera, 1984). C'est cependant au Magdalénien moyen que ce type

de pièce connaît son plein développement (Cattelain, 1988, 2005). Cela n'exclut toutefois pas l'existence possible du propulseur à des périodes plus anciennes ou plus récentes du Paléolithique supérieur, dans la mesure où cet objet peut très bien être intégralement fabriqué en matières périssables, et ne laisser aucune trace archéologique. Le cas de l'arc nous offre une seconde illustration du même problème : les plus anciennes flèches actuellement connues, accompagnées de possibles fragments d'arc en bois de cœur de pin, ont été exhumés dans les couches ahrensbourgiennes du site de Stellmoor, situé près de Hambourg et daté de 9 500 calBC environ ; mais leur découverte n'a été rendue possible que par des conditions de conservation exceptionnelles en milieu de tourbière (Rust, 1943). Là encore, rien ne permet donc d'exclure pour l'arc une apparition plus précoce, dont aucun témoignage ne se serait conservé. Cette ancienneté serait même suggérée par l'existence, dès le Paléolithique supérieur, de pointes à pédoncule et ailerons présentant une analogie morphométrique frappante avec les pointes de flèche de périodes plus récentes (pointes de Parpalló du Solutrén ibérique).

La situation est d'autant plus complexe que le schéma linéaire classique qui voyait les deux armes se succéder dans le temps, le passage du propulseur à l'arc représentant un «progrès» (Rozoy, 1992b), est aujourd'hui largement critiqué. Pour fixer les idées, disons que le propulseur permet de lancer des projectiles longs et lourds, dont l'efficacité repose en partie sur la violence du choc qu'ils produisent : même si la cible touchée n'est pas mortellement blessée, elle a de bonnes chances d'être sonnée, de trébucher et de chuter sous la force

de l'impact. *A contrario*, l'arc tire des projectiles beaucoup plus légers, d'une vitesse supérieure (donc plus difficiles à éviter), mais d'une énergie cinétique bien plus faible. L'efficacité de l'arc reposera donc plutôt sur sa plus grande précision (il permet de viser plus facilement les zones vitales de la cible), ainsi que sur la possibilité de réarmer et de tirer si nécessaire plusieurs projectiles en succession rapide. Notons par ailleurs que, si les distances de tir utiles des propulseurs et des arcs traditionnels ne sont pas sensiblement différentes, l'usage du propulseur semble se cantonner aux régions dépourvues de couvert végétal important (déserts, brousse, steppe...), pour des raisons évidentes de dimensions et d'encombrement des projectiles — tandis que l'arc est utilisé presque partout dans le monde et dans tous les types de milieux. Au chapitre de l'encombrement, remarquons toutefois que le tir à l'arc mobilise en permanence les deux mains du tireur, tandis que le propulseur, une fois armé (la sagaie posée dessus), ne nécessite que l'usage d'une seule main — la seconde main ainsi libérée peut par exemple être utilisée pour tenir un bouclier (guerriers toltèques : Stodiek, 1993, fig. 44), pour manœuvrer un kayak (Inuits du Groenland : Cattelain, 1994, fig. 5), ou pour tenir devant soi un écran végétal qui permet de se camoufler du gibier (chasseurs australiens : *ibid.*, fig. 7-8). L'utilisation de l'arc interdit ces tactiques... Le tir à l'arc et le tir au propulseur correspondent donc bien à des choix techniques différents, mais on ne peut dire que l'un est simplement «plus avantageux» que l'autre. Certains groupes emploient d'ailleurs les deux armes, tels les Inuits qui utilisent l'arc pour la chasse aux mammifères terrestres et le propulseur pour la chasse aux mammifères marins...

Devant la rareté des témoignages archéologiques directs, plusieurs préhistoriens se sont penchés sur les possibilités d'identifier le mode de lancer des projectiles à partir des caractères morphométriques des armatures en pierre ou en matières osseuses. J.G. Rozoy (1992b) suggère ainsi que les sagaies tirées au propulseur réclament, pour des raisons d'équilibrage, des pointes lourdes de 10 à 50 g, tandis que la masse d'une pointe de flèche ne saurait dépasser les 10 g. Selon G.C. Weniger (2000), qui s'appuie sur un référentiel ethnographique de harpons et de flèches barbelées de l'Arctique et de l'Amérique du Nord, les armatures dont la largeur proximale est inférieure à 7 mm ne peuvent correspondre qu'à des armatures de flèche.

En conclusion d'une large étude d'ethnographie comparée portant entre autres sur les projectiles des peuples chasseurs actuels et subactuels, P. Cattelain écrit toutefois :

«sauf cas extrêmes, la morphologie et la morphométrie de la plupart des pointes de projectile paléolithiques ne permettent pas de les classer, de facto, comme des pointes de sagaies [...] ou comme des pointes de flèches [...]. La multiplicité des exemples [ethnographiques] montre bien que toute généralisation d'une «tendance» serait abusive. [...] Au propulseur, une pointe légère [...] est facilement compensée par une pré-hampe plus lourde et équilibrante ; à l'arc, une pointe quelque peu lourde peut être compensée par une longueur plus importante de la hampe : tout est une question d'équilibre et de choix techniques» (Cattelain, 1994, p. 20-21).

La même étude souligne cependant que le calibre des deux types de projectile est nettement différent : la plupart des

flèches des chasseurs traditionnels possèdent une hampe dont le diamètre se situe en général autour de 8-9 mm, tandis que les hampes de sagaie présentent systématiquement un diamètre très supérieur (13 à 14 mm pour la moyenne des sagaies australiennes). On peut donc formuler l'hypothèse que, lorsqu'une armature paléolithique possède un diamètre très important au niveau de sa partie proximale, elle a probablement été emmanchée sur une hampe de fort calibre, évoquant plus une sagaie qu'une flèche. L'inverse n'est cependant pas vrai : si les dimensions de l'armature sont plus réduites, on ne peut rien supposer quant au type de projectile sur lequel elle était fixée... Une pointe de faible diamètre peut en effet très bien être emmanchée à l'extrémité d'une hampe lourde et épaisse, pour peu que celle-ci s'amincisse progressivement vers l'extrémité distale. Ainsi la pointe à base fourchue du Tuc d'Audoubert, déjà évoquée plus haut (V.4.), présente des dimensions relativement réduites qui, si elle avait été découverte seule, auraient plutôt conduit à l'interpréter comme une pointe de flèche (largeur et épaisseur proximales : 9 x 7 mm ; longueur presque complète : 68 mm). Or la préhampe à laquelle elle est associée possède une largeur et une épaisseur proximales telles qu'elle devait être fixée sur une hampe dont le diamètre était, au minimum, de 14 mm — ce qui renvoie clairement à un projectile de type sagaie (Pétillon et Cattelain, 2004). L'identification du mode de propulsion à partir des caractéristiques des pointes doit donc être envisagée avec une grande prudence.

VI.1.2. Le cas du Magdalénien supérieur d'Isturitz

On a vu que les crochets de propulseur en bois de Cervidé, présents au Magdalénien moyen, disparaissent presque totalement en contexte Magdalénien supérieur. Par ailleurs, la fourchette chronologique classiquement retenue pour le Magdalénien supérieur est plus ancienne que la date de 9 500 calBC avancée pour les flèches ahrensbourgiennes de Stellmoor. Le Magdalénien supérieur est donc une sorte de *no man's land* balistique, situé après les derniers témoignages directs de l'utilisation du propulseur, et avant les plus anciens arcs actuellement connus. La situation est particulièrement exemplaire à Isturitz, où la couche II/E du Magdalénien moyen a livré des crochets de propulseur nombreux et d'une grande diversité typologique (Cattelain, sous presse), objets qui disparaissent totalement lorsque l'on passe à la couche I/F1.

L'identification du mode de propulsion des projectiles sur lesquels étaient montées les armatures de notre corpus revêtait donc un intérêt tout particulier, et s'imposait comme l'un des enjeux de notre expérimentation : le passage du Magdalénien moyen au Magdalénien supérieur signe-t-il réellement la disparition du propulseur, et son remplacement par l'arc ? Ou les propulseurs ont-ils continué à être fabriqués, mais dans d'autres matières qui ne se sont pas conservées ? Enfin, les deux armes ont-elles pu coexister ?

La morphométrie de nos pointes et préhampes ne livre que peu d'indices sur cette question. La très grande majorité des pièces s'inscrit dans des fourchettes de largeur et d'épaisseur proximales pouvant correspondre aux deux types de projectiles (*cf.* chap. III) : largeur 7-10 mm, épaisseur 6-9 mm pour les pointes à base fourchue ; largeur 7-9 mm, épaisseur

6-8 mm pour les pointes à biseau double «typiques» ; largeur et épaisseur maximales de 9 à 11 mm pour les préhampes. Seules les 19 «grosses» pointes à biseau double montrent des largeurs plus importantes (de 9 à 14,4 mm, moyenne 11,3), avec en particulier 7 pièces présentant une largeur proximale supérieure ou égale à 12 mm³⁷. De même, 38 pointes à base fourchue — soit environ 10 % des pièces mesurables — atteignent ou dépassent 12 mm de largeur proximale (maximum : 17,2). Ces pointes paraissent effectivement trop massives pour avoir été montées sur des flèches, et suggèrent donc l'utilisation de sagaies. Elles constituent cependant une fraction très minoritaire du corpus (moins de 50 pièces sur plus de 700) : pour toutes les autres, la question reste posée...

VI.1.3. Elaboration du protocole expérimental : le choix de faire varier le mode de propulsion

A la suite de cette réflexion, nous avons décidé de tester les deux types de lanceur lors de notre expérimentation. La moitié des pointes a ainsi été emmanchée sur des flèches tirées à l'arc, les autres étant fixées sur des sagaies destinées à être lancées au propulseur. Tous les autres paramètres (morphologie de l'emmanchement, type de colle et de ligature, distance de tir, arc et propulseur utilisés, nature de la cible...) ont été «figés» et maintenus invariants tout au long de l'expérimentation.

Cette décision se justifiait d'autant plus que la variation du mode de propulsion semble être l'un des facteurs susceptibles d'influer le plus sur les résultats des tirs : lors de leur séance de tir expérimental de pointes de la Gravette, P. Cattelain et M. Perpère (1993) ont ainsi noté que, toutes conditions étant égales par ailleurs, les tirs au propulseur étaient plus destructeurs pour les armatures que les tirs à l'arc.

Reste à discuter d'un dernier point méthodologique concernant les modes de propulsion. Plusieurs expérimentateurs — U. Stodiek déjà signalé, mais aussi P. Carrère et S. Lepetz (1988), ainsi que les membres du groupe TFPS (Geneste et Plisson, 1986, 1990 ; Knecht, 1991a, 1993b ; O'Farrell, 1996) — ont préféré simuler l'utilisation du propulseur au moyen d'une arbalète calibrée, réglée de manière à reproduire la vitesse moyenne d'un lancer de sagaie, cette vitesse étant évaluée suivant les auteurs à 30 m/s en début de trajectoire (Stodiek, 1993) ou 21 m/s au moment de l'impact (Carrère, 1990). L'utilisation de cette arbalète est justifiée de deux manières :

- Les tirs à l'arbalète sont d'une extrême précision, tandis que propulseur serait une arme trop imprécise, empêchant l'expérimentateur de choisir son point d'impact avant le tir, et occasionnant un trop fort pourcentage de tirs manqués ;
- Tous les tirs à l'arbalète sont effectués avec la même puissance, tandis qu'au propulseur, la variabilité du geste de lancer individuel entraîne des différences de puissance trop importantes d'un lancer à l'autre, empêchant de comparer les tirs entre eux et biaisant les résultats.

Ces arguments ne sont pas infondés, mais ils doivent à notre sens être fortement relativisés. Ainsi, le problème de

l'«imprécision» du propulseur se pose certainement moins aujourd'hui qu'il y a dix ou quinze ans, date de la plupart des expérimentations ayant utilisé une arbalète. La tenue régulière depuis lors des concours de tir à l'arc et au propulseur préhistoriques a permis de former des tireurs très compétents, aux excellentes performances (cf. Annexes 2 et 3) et aux lancers extrêmement réguliers. Les enregistrements à la caméra ultrarapide effectués par U. Stodiek (1993, p. 181 et 194) avaient d'ailleurs montré la grande homogénéité de vitesse de lancer obtenue par un même tireur utilisant plusieurs fois de suite la même sagaie.

Par ailleurs, nous ne pensons pas que, lors de l'expérimentation, les tirs qui ratent la cible fussent être considérés comme des tirs «perdus». Ce n'est pas faire injure aux chasseurs paléolithiques que de supposer qu'ils devaient de temps en temps rater leur proie. Les séries de pointes archéologiques comprennent à coup sûr une proportion non négligeable de pièces fracturées par des chocs contre des éléments du paysage (rochers, sol dur, etc.), et il semble intéressant de simuler expérimentalement ces impacts-là aussi, dont nous verrons plus loin que leurs effets sont riches d'enseignements.

Enfin, si l'arbalète reproduit bien la vitesse moyenne d'un tir au propulseur, il n'est pas certain qu'elle en simule correctement l'ensemble des paramètres. Le geste de lancer est un mouvement très particulier et différent du décochement d'une flèche : grosso modo, mécaniquement, l'arc fonctionne selon le principe du ressort — il accumule l'énergie et la relâche d'un seul coup — tandis que le propulseur fonctionne selon le principe du levier — il transmet l'énergie en la démultipliant. De ce fait, le vol d'une sagaie est plus irrégulier, plus «sinueux» que celui d'une flèche, ce qui n'est probablement pas sans influence sur les forces de flexion auxquelles l'armature est soumise au moment de l'impact (cf. VII.2.3.).

Pour toutes ces raisons, nous avons préféré ne pas utiliser d'arbalète calibrée et avoir recours aux services d'un «vrai» tireur au propulseur.

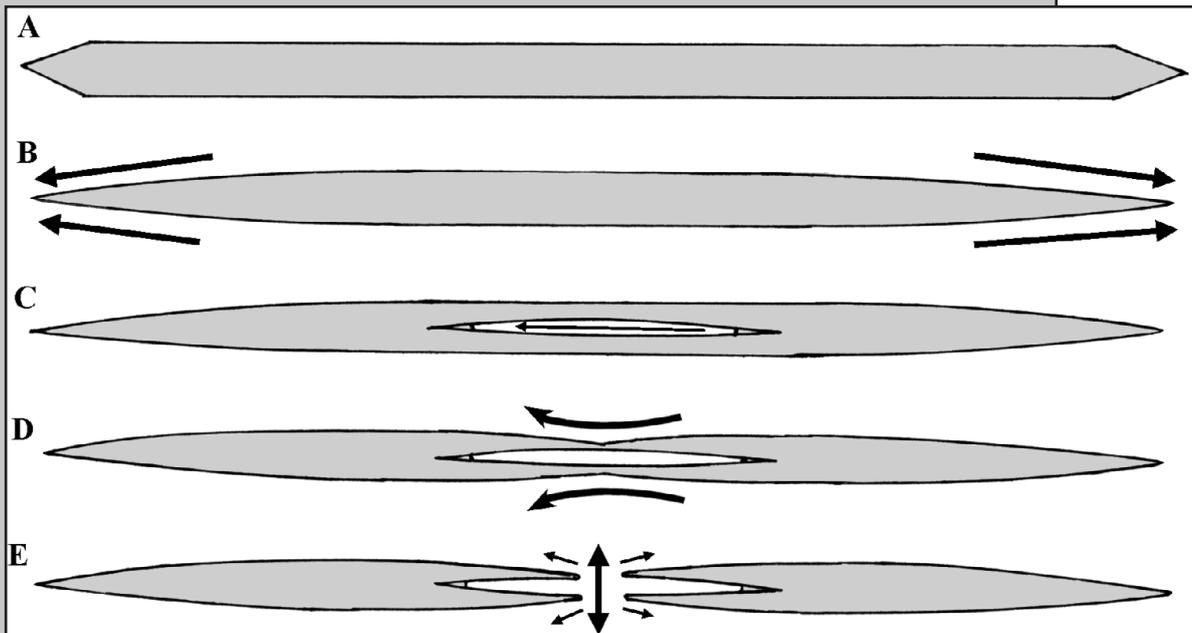
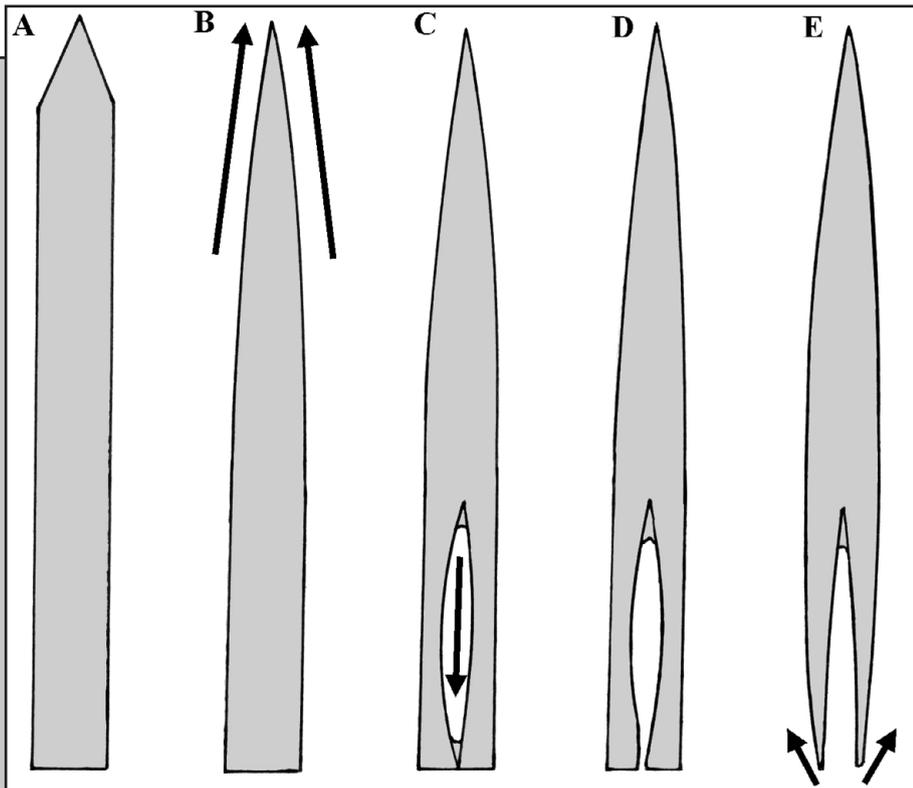
VI.2. Les pointes expérimentales

VI.2.1. Fabrication des pointes

Comme indiqué plus haut (V.5.), la série d'armatures de l'expérimentation 2003 ne comprenait que des pointes à base fourchue, les préhampes et pointes à biseau double n'ayant été testées que l'année suivante (cf. chap. VIII).

Les pointes à base fourchue expérimentales ont été fabriquées à partir de bois de rennes mâles adultes provenant d'un élevage du nord de la Suède. Il s'agissait de 4 bois de massacre prélevés 4 à 5 ans auparavant. Un total de 2 andouillers d'œil, 2 andouillers de glace, 3 perches A, 2 perches B et 2 perches C ont été débités, le reste étant soit inexploitable — andouillers insuffisamment développés, perches trop min-

³⁷ On peut y ajouter 2 fragments à biseau double identifiés comme des éléments de «grosses» pointes (III.5.1.), et dont la largeur à la limite du biseau atteint respectivement 13 et 16 mm.



De haut en bas.

Fig. 64 : expérimentation 2003 - fabrication expérimentale d'une pointe à base fourchue.

A : baguette-support débitée et appointée avec des outils modernes. B : façonnage de la partie méso-distale par raclage au chanfrein de burin ou au tranchant de lame. C : façonnage de la fourche par rainurage bifacial au burin dièdre. D : état intermédiaire de façonnage, montrant le problème de l'épaississement de l'extrémité des fourchons. E : façonnage de l'extrémité des fourchons par raclage (au silex) et par abrasion (sur bloc de grès).

Fig. 65 : expérimentation 2003 - fabrication expérimentale de 2 pointes à base fourchue tête-bêche.

A : baguette-support débitée et appointée avec des outils modernes. B : façonnage de parties méso-distales par raclage au chanfrein de burin ou au tranchant de lame. C : façonnage de l'évidement central par rainurage symétrique opposé au burin dièdre. D : amincissement des fourchons par raclage en diablo (au chanfrein de burin) sur leurs faces externes. E : séparation des 2 pointes par sciage (au tranchant de lame), puis rapide finition des extrémités des fourchons par abrasion et raclage.

ces ou malformées — soit mis en réserve pour une utilisation future (cas de la perche de l'un des bois).

Pour gagner du temps, le débitage des supports fut effectué avec des instruments modernes (principalement une scie à métaux et une meuleuse de tronçonnage). Les supports produits étaient des baguettes de section quadrangulaire, dont une extrémité était grossièrement appointée et dont les dimensions (longueur, largeur, épaisseur) s'approchaient le plus possible de celles souhaitées pour l'objet fini (fig. 64, A). Ensuite, afin de donner aux pointes un état de surface final comparable à celui des pièces archéologiques, leur façonnage fut entièrement réalisé avec des outils lithiques, selon des techniques mises en évidence sur les pièces de notre corpus (cf. IV.2.). Le bois humide étant plus facile à travailler que le bois sec (dans le premier cas l'outil «accroche» beaucoup mieux la matière), l'ébauche de pointe et/ou la partie active de l'outil en silex étaient régulièrement trempés dans l'eau durant le façonnage.

L'appointement de l'extrémité distale ainsi que la régularisation des faces et bords des pointes ont été effectués par raclage longitudinal au moyen d'un chanfrein de burin, d'un tranchant de lame brute ou de lame retouchée (fig. 64, B et fig. 66). L'abrasion sur un petit bloc de grès (fig. 67) a également été ponctuellement utilisée ; cette technique n'est pas attestée pour le façonnage des pointes archéologiques, mais elle nous a permis d'éliminer rapidement certaines irrégularités morphologiques généralement dues aux outils modernes utilisés pour le débitage (traces de scie...). Les stigmates d'abrasion ont de toute façon été systématiquement oblitérés par un raclage de finition.

Le façonnage de la fourche a été effectué par rainurage bifacial (fig. 64, C) : au moyen d'un burin dièdre, une rainure était installée sur les faces supérieure et inférieure de l'objet, puis les deux étaient approfondies jusqu'à ce qu'elles se rejoignent pour former l'évidement de la fourche. Un problème s'est toutefois vite posé : la particularité d'une rainure étant de présenter une largeur plus importante au centre qu'aux extrémités, l'écartement maximal des fourchons se trouvait à la mi-hauteur de la partie fourchue, les fourchons convergeant ensuite au niveau de l'extrémité proximale de la pièce (fig. 64, D). Pour corriger ce défaut, il était nécessaire de retravailler l'extrémité des fourchons par raclage et abrasion (fig. 64, E), étape relativement longue et malcommode du fait de la petite taille des surfaces à rectifier. C'est pour éviter ce problème que nous avons mis au point le procédé de fabrication de deux pointes «tête-bêche», expliqué au paragraphe IV.2.3. (ici fig. 65 et 68). Seules 3 paires de pointes ont toutefois pu être fabriquées de cette manière, car les supports — majoritairement débités «à la chaîne» au début de nos travaux, alors que nous n'avions pas encore adopté ce procédé — étaient généralement trop courts pour le permettre.

Globalement, le façonnage d'une pointe à partir d'un support débité mécaniquement réclamait environ 3 heures, dont 1h30 à 2h15 consacrées à la fabrication de la fourche. Le façonnage de l'ensemble des pointes a nécessité environ 130 heures de travail.



De haut en bas

Fig. 66 : expérimentation 2003 - façonnage de la partie distale d'une pointe expérimentale par raclage au chanfrein de burin. Cliché P. Cattelain.

Fig. 67 : expérimentation 2003 - finition de l'extrémité distale d'une pointe expérimentale par abrasion sur un bloc de grès. Cliché P. Cattelain.

Fig. 68 : expérimentation 2003 - mise en place de l'évidement central pour la fabrication de deux pointes à base fourchue «tête-bêche» (par rainurage bifacial au burin dièdre). Cliché P. Cattelain.

VI.2.2. Nombre de pointes fabriquées

Au total, 42 pointes à base fourchue ont été fabriquées. Ceci fait de notre corpus de pointes expérimentales l'un des plus importants jamais mis en œuvre lors d'une séance de tir d'armatures en matières osseuses : à quelques exceptions près, la plupart des publications antérieures évoquent en effet des séries de 5 à 30 pointes (tabl. 35).

	N POINTES	TYPE(S) DE POINTES	MATIÈRE(S) PREMIÈRE(S)
Frison et Zeimens, 1980	1	pointe de Folsom	fémur de bison femelle
Stodiek, 1993 («Wisent-Experiment»)	5	pointes de type Paléolithique supérieur récent	bois de cervidé
Pokines et Krupa, 1997	5 (+1 harpon)	pointes à méplat mésial du Solutréen / Magdalénien ancien cantabrique	bois d'élan mâle adulte
Carrère et Lepetz, 1988	8 (?)	pointes à base fendue aurignaciennes	bois de renne
Tyzzar, 1936	9	pointes simples algonkiennes	os de boeuf
Rozoy, 1992a	9	pointes à biseau simple de type magdalénien	fémur de boeuf
Bertrand, 1999	10 (?)	pointes à biseau simple ou double, à base fourchue, à base raccourcie, doubles pointes	os, bois de cervidé
Arndt et Newcomer, 1986	20	pointes à biseau double type magdalénien, doubles pointes (type mésolithique syrien)	os, bois de cervidé, ivoire
Pokines, 1993, 1998	20	pointes à biseau simple de type magdalénien ancien	bois d'élan
Bergman, 1987	22 (?)	pointes de Ksar Akil (doubles pointes)	os, bois de cervidé
Knecht, 1991, 1993b	23	pointes à base fendue, à base simple, doubles pointes, pointes à biseau simple	os, bois de cervidé
Stodiek, 1993, 2000 ("Damhirsch-Exp.")	28	pointes à biseau simple ou double, de type magdalénien	bois de chute de renne mâle
Guthrie, 1983	50 (?)	pointes à biseau simple	os, bois de cervidé
Knecht, 1997b	90	pointes à base fendue (?)	bois de cervidé

Tabl. 35 : nombre et types de pointes en matières osseuses utilisées lors de tirs expérimentaux (recensement bibliographique).

Cette augmentation du nombre de pointes mises en jeu avait pour but d'asseoir les résultats de l'expérimentation sur une base statistique plus solide. Le nombre de 42 reste en revanche très en-deçà des quantités de pointes expérimentales généralement mises en œuvre lors de tirs expérimentaux d'armatures en silex : dans ce cas, ce sont la plupart du temps au moins une centaine de répliques qui sont produites et utilisées.

Cette grande différence d'effectifs entre séries expérimentales lithiques et osseuses s'explique par plusieurs facteurs. Le temps de travail associé à la fabrication d'une pointe est ainsi beaucoup plus important dans le cas des matières osseuses que dans celui du silex. Par ailleurs, en ce qui concerne la matière première, les bois de Renne nous sont aujourd'hui nettement plus difficiles d'accès (et plus chers !) que les blocs de silex... Enfin et surtout, pratiquement tous les expérimentateurs soulignent que lors des tirs, les armatures osseuses se fracturent beaucoup plus difficilement que leurs équivalents lithiques (cf. V.2.1.). Si nous voulions pouvoir tirer chaque pointe jusqu'à fracturation, tout en restant dans un laps de temps raisonnable et en évitant de trop endommager les carcasses animales utilisées comme cibles, il était donc nécessaire de limiter le nombre d'armatures.

VI.2.3. Caractéristiques morphométriques des pointes

Les pointes expérimentales ont été fabriquées de manière à refléter, autant que possible, les caractères morphométriques du corpus archéologique (III.1.). Dans l'ensemble, la correspondance entre les deux nous semble correcte (tabl. 36 et fig. 69 à 72) ; les inévitables variations — en particulier la dispersion moins importante des longueurs dans la série expérimentale — sont dues aux différences d'effectif, les pointes archéologiques étant dix fois plus nombreuses que les expérimentales !

Les seules différences sensibles entre les deux séries sont les suivantes :

- Au sein du corpus archéologique, 46 pointes possèdent une largeur proximale supérieure ou égale à 12 mm (maximum : 17,2) et/ou une épaisseur proximale supérieure ou égale à 9 mm (maximum : 12). Ces pointes n'ont pas d'équivalent dans la série expérimentale, car le calibre relativement réduit des bois de renne dont nous disposons ne nous a pas permis de fabriquer des pointes présentant de telles mensurations.

- L'épaisseur proximale des pièces expérimentales est en moyenne inférieure d'1 mm à celle des pièces archéologiques. Ici encore, la faute en revient à la matière première utilisée : nos bois ne possédaient pas un tissu compact suffisamment important pour nous permettre de façonner des pointes de plus de 6 mm d'épaisseur en moyenne. De ce fait, la corrélation largeur / épaisseur observée sur les pièces archéologiques (coefficient de corrélation : 0,8) ne se vérifie pas sur les pointes expérimentales (coefficient de corrélation : 0,48 ; cf. fig. 72, C).

- La largeur distale des pointes archéologiques est en moyenne supérieure à celle des pointes expérimentales, qui sont donc légèrement plus effilées à l'extrémité. Ceci provient d'une tendance de notre part à retravailler intensivement l'extrémité distale des pointes lors de la phase de façonnage, afin d'éliminer les irrégularités des bords et de donner à l'objet la silhouette la plus régulière possible... occasionnant ainsi une perte de largeur plus importante.

En ce qui concerne les caractères morphologiques, l'ensemble des pointes expérimentales présente des sections mésiales et distales subquadrangulaires, à l'exception de 5 pièces (3 à section distale ovale et 2 à section distale circulaire). Cette domination des sections subquadrangulaires correspond à ce qui avait été observé sur les pointes archéologiques, surtout si on élimine les effets du réaffûtage (III.1.4.).

La masse des pointes expérimentales a été mesurée sur une balance de précision. Les résultats donnent des

	42 POINTES EXPÉRIMENTALES	21 POINTES DE FLÈCHE	21 POINTES DE SAGAIE	419 POINTES ISTURITZ
Longueur totale	108,3	108,1	108,4	100,3
Longueur proximale	31,6	31,4	31,7	33,7
Longueur méso-distale	76,7	76,7	76,7	69,2
Largeur proximale	9,4	9,3	9,4	9,3
Épaisseur proximale	6,1	6,2	6,1	7,1
Largeur distale	4,2	4,3	4,2	5
Épaisseur distale	3,8	3,9	3,7	3,7
Profondeur évidement	23,4	23,2	23,5	24,6
Ecartement fourche	4,6	4,6	4,5	4,3
Masse (en grammes)	5,2	5,2	5,1	-

Tabl. 36 : expérimentation 2003 - mesures moyennes (en mm) de l'ensemble des pointes expérimentales, du sous-ensemble des pointes de flèche, du sous-ensemble des pointes de sagaie et des pointes à base fourchue d'Isturitz.

valeurs de 2,79 à 9,07 g, réparties selon une courbe unimodale avec une moyenne de 5,17 g. Le volume des pointes a également été estimé à 0,5 cc près par immersion dans une éprouvette graduée. Le rapport de la masse et du volume a permis d'évaluer la densité des pièces ; les valeurs obtenues — de 1,35 à 2,09 g/cc, avec une moyenne de 1,7 — ne sont mentionnées qu'à titre indicatif, étant donné l'imprécision de la mesure du volume. Leur répartition par partie anatomique d'origine (fig. 73) montre toutefois assez clairement que la densité moyenne du bois de Renne diminue lorsqu'on remonte le long de la perche, les andouillers occupant des valeurs légèrement inférieures à celles de la perche A.

18 de nos pointes présentaient après fabrication un léger désaxement de la partie proximale, c'est-à-dire une déviation de 1 à 3 degrés entre l'axe de la fourche et l'axe du fût (fig. 74). Cette caractéristique, retrouvée sur 25 pointes à base fourchue archéologiques (sur 90 déterminables), nous a obligé à fabriquer ensuite des emmanchements légèrement dissymétriques afin de faire en sorte que le fût de la pointe soit malgré tout bien aligné avec la hampe du projectile (cf. ci-dessous VI.4.). Cela n'a cependant pas eu d'incidence manifeste sur le résultat des tirs.

De même, 12 pointes fabriquées sur des supports légèrement arqués présentaient une courbure antéro-postérieure plus ou moins prononcée. Après plusieurs tentatives peu concluantes, nous sommes parvenu à redresser ces pièces en les plongeant deux jours dans l'eau afin d'assouplir le bois de Renne, puis en les serrant entre deux planches de pin et en les laissant sécher douze jours dans cette position : après séchage, les pointes ont conservé la rectitude qui leur avait été imposée. Deux mois plus tard, lorsque les tirs ont eu lieu, certaines d'entre elles avaient toutefois légèrement « travaillé » et commençaient à se courber de nouveau...

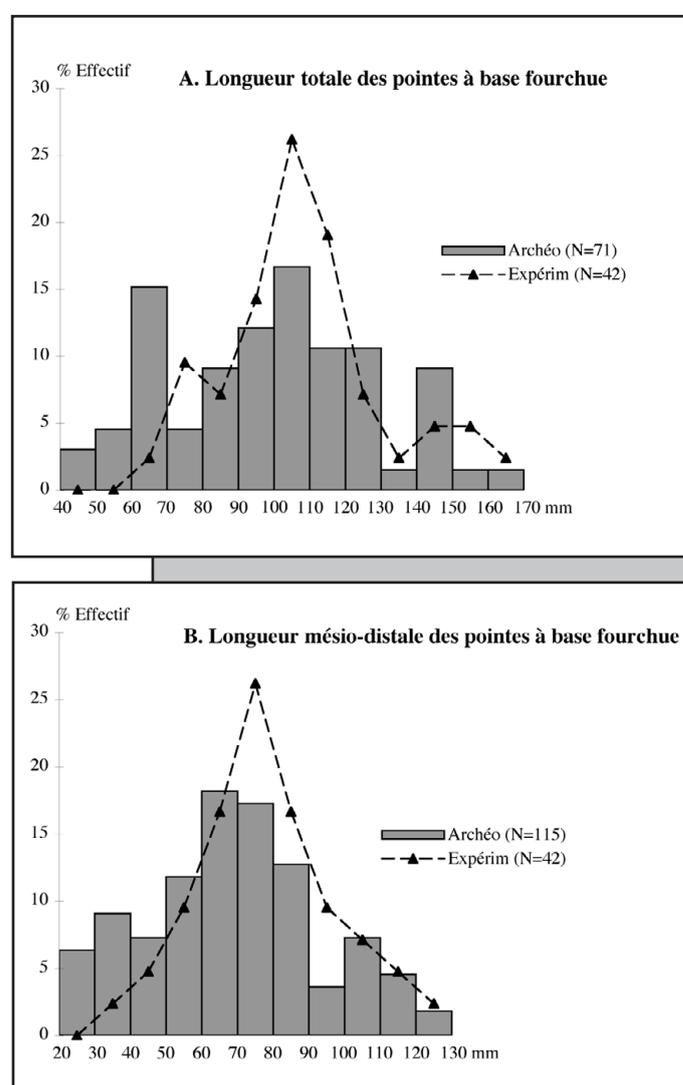


Fig. 69 : expérimentation 2003 - comparaison des longueurs totales et méso-distales des pointes à base fourchue archéologiques et expérimentales.

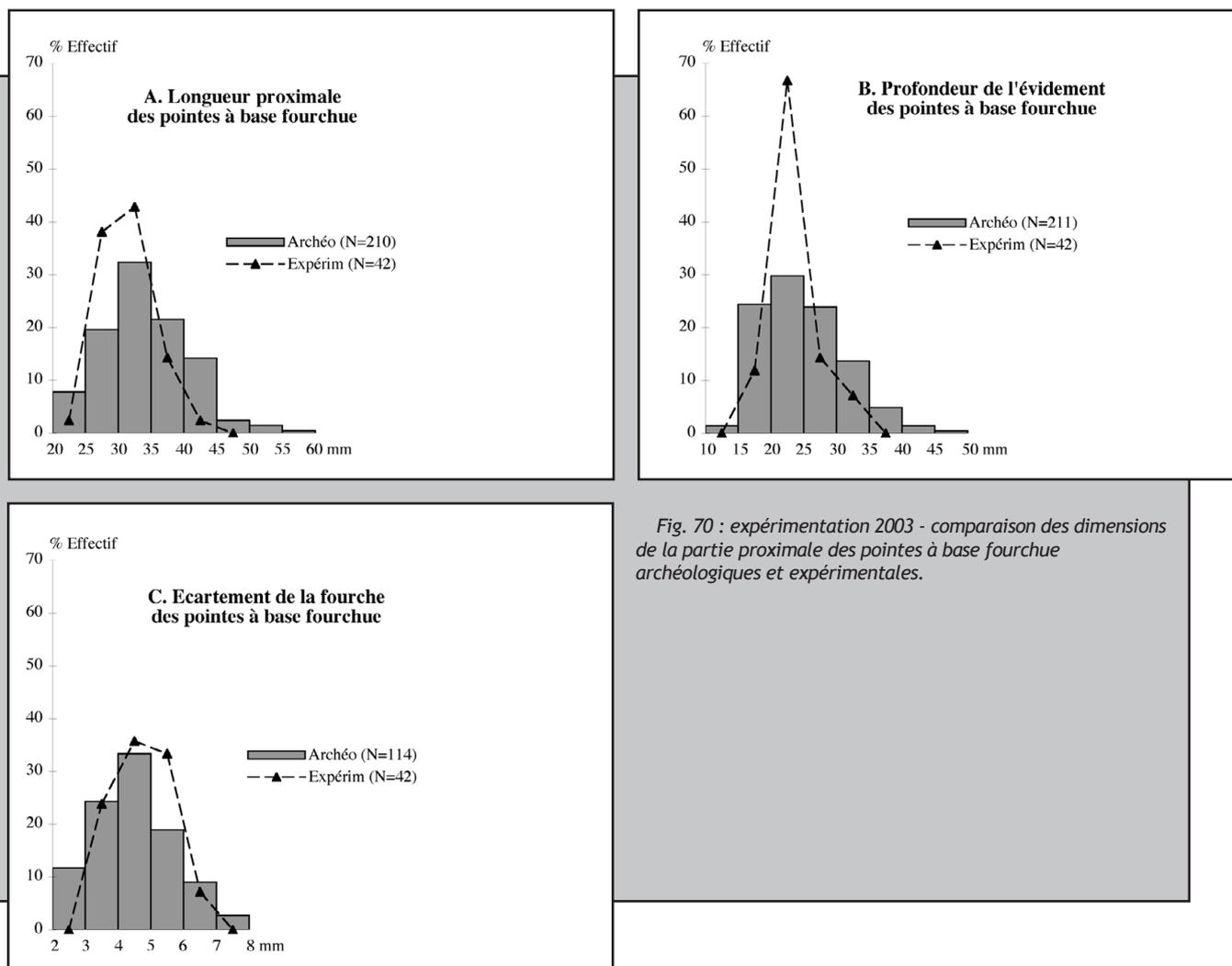


Fig. 70 : expérimentation 2003 - comparaison des dimensions de la partie proximale des pointes à base fourchue archéologiques et expérimentales.

VI.2.4. Prise d'empreintes et répartition flèches - sagaies

Après avoir été façonnées et éventuellement redressées, toutes les pointes ont été moulées à l'aide d'un élastomère à base de silicone, ceci afin de conserver une trace de leur état de surface avant les tirs, dans la perspective de l'étude des micro-traces d'utilisation. Cette étude n'a pas été menée dans le cadre de ce travail, mais reste une piste expérimentale à explorer.

Sur nos 42 pointes, les 21 portant un numéro pair étaient destinées à être emmanchées sur des sagaies, les 21 autres sur des flèches. Ce système a permis de faire en sorte que les deux lots soient équivalents, tant sur le plan morphométrique (tabl. 36) qu'en ce qui concerne la masse des pièces ou leur origine anatomique — chacun des lots comprenant presque exactement le même nombre de pointes prises sur andouiller, sur perche A, B ou C.

VI.3. Fabrication des hampes de projectile

Pour les hampes, nous souhaitons utiliser une essence végétale également disponible à l'époque où les pointes à base fourchue d'Isturitz avaient été utilisées. Mais comme on l'a vu (I.5.1.), l'étude palynologique d'Isturitz est sujette à caution de l'avis même de son auteur. On peut cependant remarquer que, pour la couche I/F1, le pin est l'essence la

mieux représentée — la seule d'ailleurs à être présente dans chacun des deux échantillons issus de ce niveau.

Nous avons donc utilisé pour les hampes de nos projectiles des tourillons de pin industriel. Les tourillons utilisés pour les flèches mesuraient de 81 à 82 cm de long, pour un diamètre de 0,9 cm. Une fois empennées (3 plumes radiales de 12 x 1,3 cm, collées et ligaturées), les hampes pesaient de 24 à 34 g. Quant aux sagaies, elles présentaient une longueur de 250 à 251 cm pour un diamètre de 1,2 cm, et un empennage du même type que celui des flèches, utilisant cependant des plumes plus larges (12 x 3 cm en moyenne). En ce qui concerne la masse, les hampes de sagaie se répartissaient en deux sous-populations distinctes : une première constituée de 9 hampes pesant de 135 à 143 g, et une seconde regroupant 12 hampes dont la masse variait de 157 à 165 g. Selon P. Cattelain (comm. pers.), cette différence correspond à la présence ou à l'absence de résine dans le bois.

Mis à part ce détail, qui n'a eu d'influence ni sur l'équilibrage des projectiles ni sur la précision des tirs, nous pouvons donc considérer que les 21 hampes de sagaie, tout comme les 21 hampes de flèche, présentaient des caractéristiques techniques homogènes.

Une fois équipées de leurs pointes, les flèches mesuraient de 86 à 94 cm de long (moyenne : 89), pour une masse de 29 à

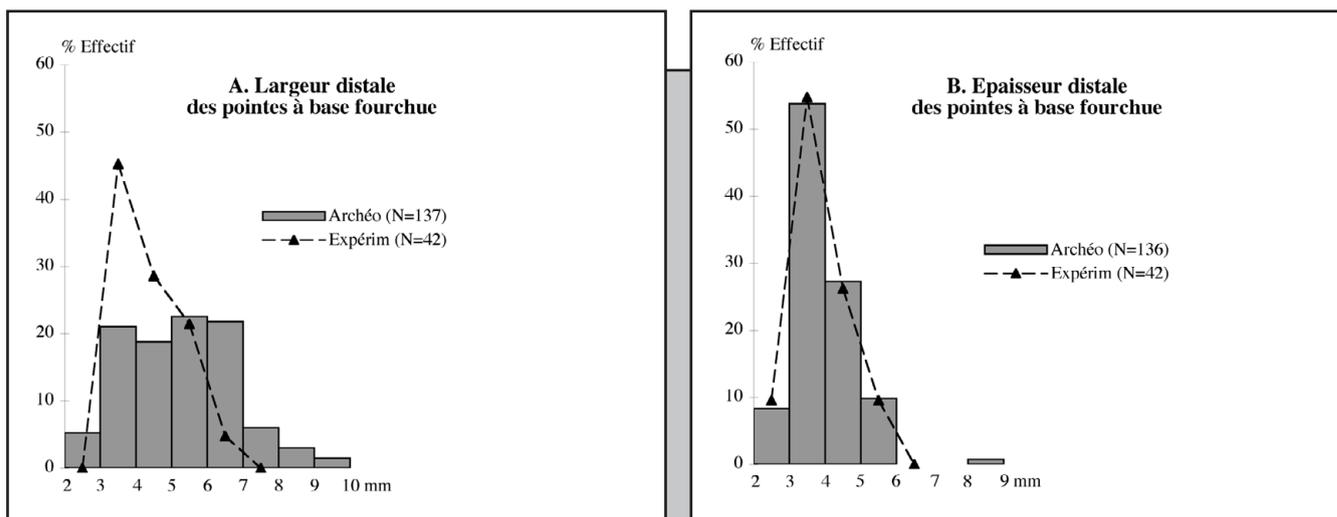


Fig. 71 : expérimentation 2003 - comparaison des largeurs et épaisseurs distales des pointes à base fourchue archéologiques et expérimentales.

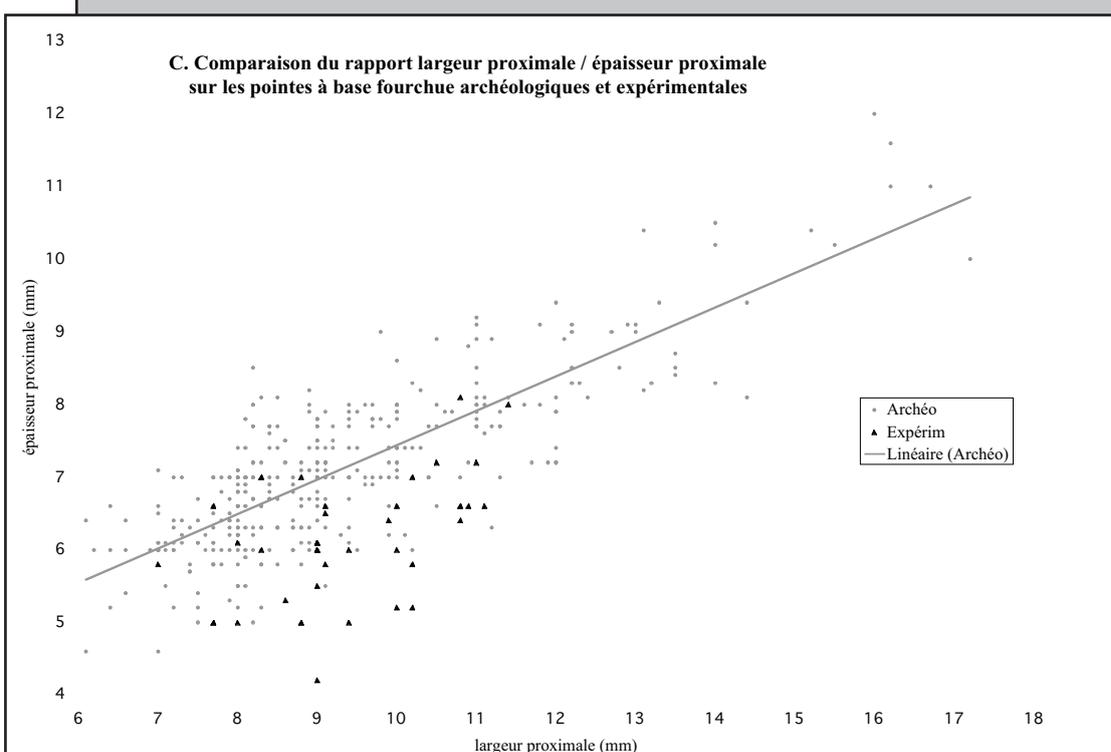
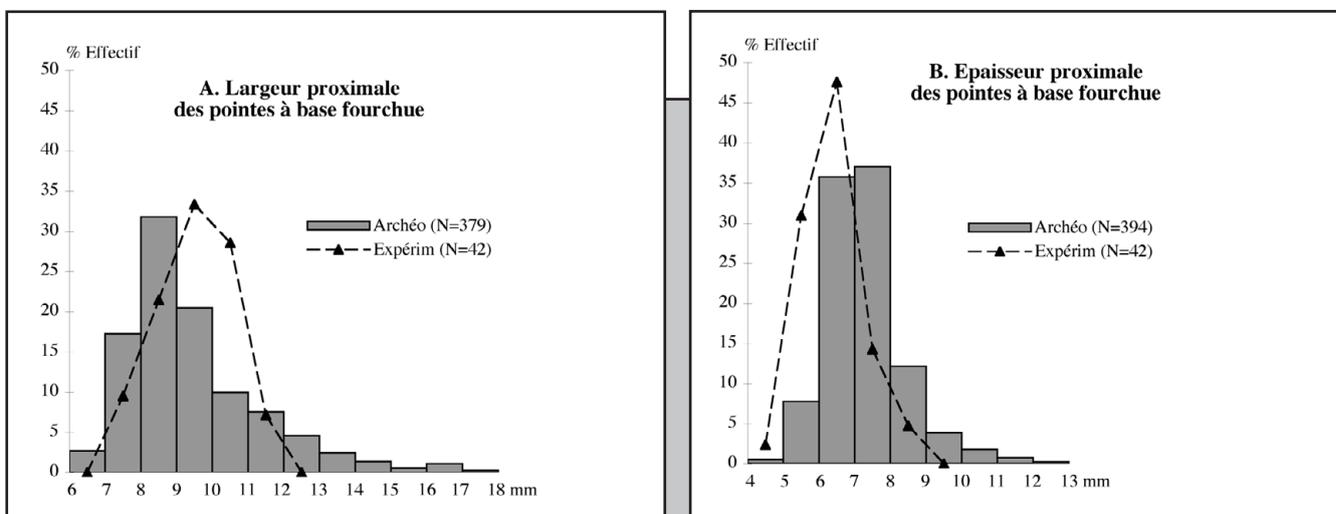


Fig. 72 : expérimentation 2003 - comparaison des largeurs et épaisseurs proximales des pointes à base fourchue archéologiques et expérimentales.

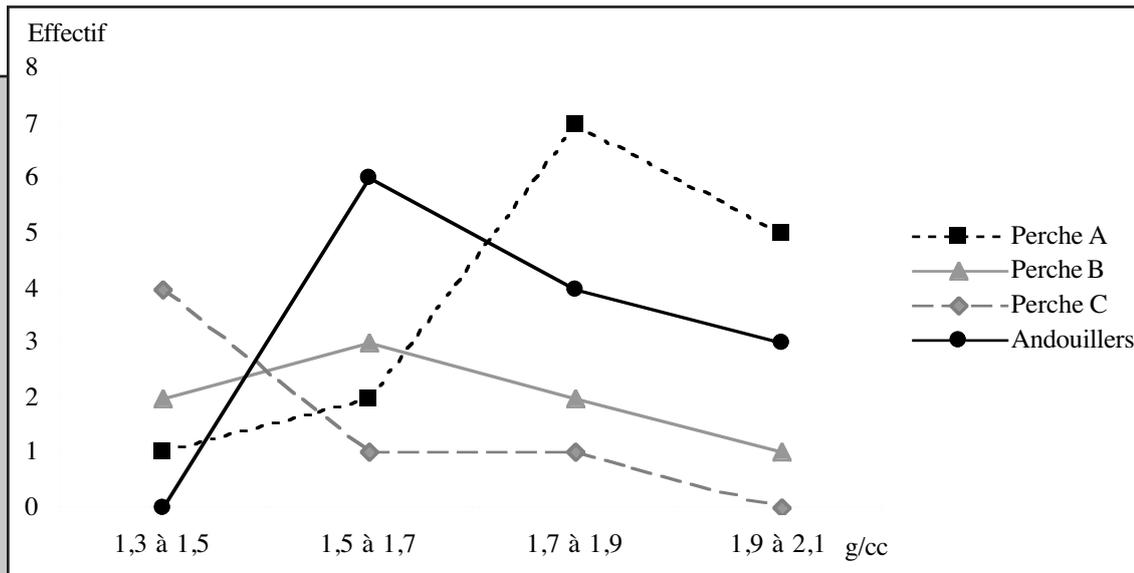


Fig. 73 : expérimentation 2003 - estimation de la densité des pointes expérimentales selon l'origine anatomique de leur support.

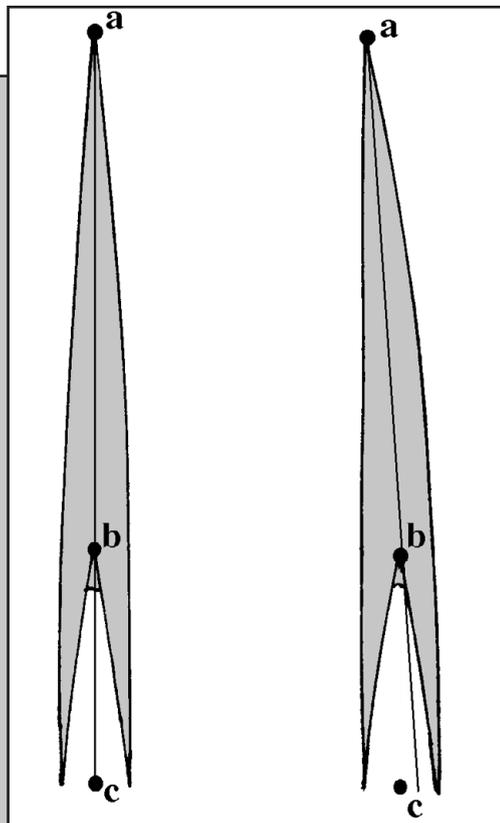


Fig. 74 : expérimentation 2003 - déviation de l'axe de la fourche de certaines pointes expérimentales. Le point a est l'extrémité distale de la pointe ; le point b est le point de rencontre entre les deux fourchons ; le point c est situé à égale distance des extrémités des deux fourchons. Lorsque la pointe est parfaitement mise à l'axe (ici à gauche), a, b et c sont alignés ; lorsque la pointe est désaxée (ici à droite), ce n'est pas le cas. La mesure de l'angle formé par [ab] et [bc], ici 3 degrés, donne l'ampleur de la déviation.

43 g (moyenne : 34) et un centre de gravité situé à 50 - 55 % de la longueur du projectile³⁸. De même, après montage des pointes, les sagaies mesuraient de 255 à 263 cm, leur équilibre étant extrêmement homogène (centre de gravité situé à 48,5-50 % de la longueur du projectile) et leur masse reproduisant la coupure en deux sous-populations (141-151 g pour 9 exemplaires, 161-171 g pour les 12 autres).

VI.4. Emmanchement des pointes sur les hampes

VI.4.1. Morphologie de l'emmanchement

La morphologie de l'emmanchement nous a été inspirée par trois types d'exemples :

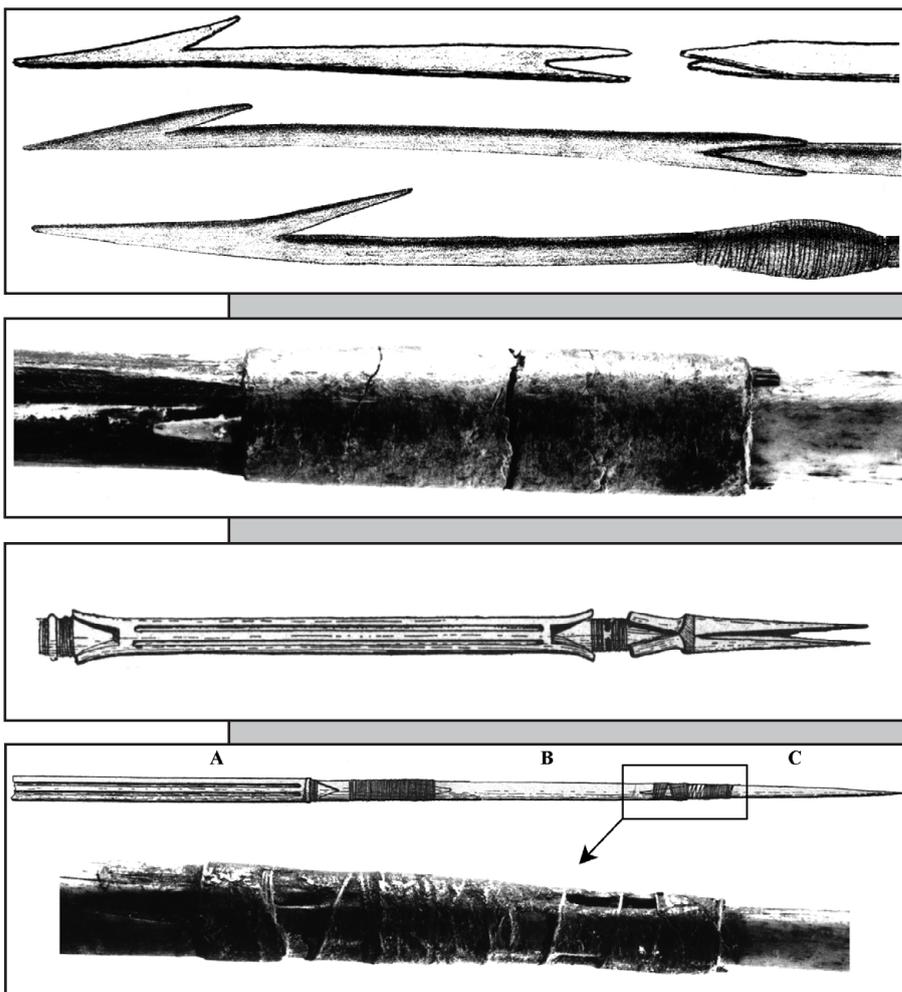
- Des exemples archéologiques : nous avons vu que les préhampes de la couche I/F1, pourvues d'une fourche distale, avaient manifestement été utilisées en association avec des pointes à base fourchue, l'emmanchement fonctionnant selon un système de deux fourches emboîtées (V.4.). Cependant, ces préhampes étant peu nombreuses par rapport à la quantité de pointes, la plupart de ces dernières devaient être fixées directement à l'extrémité de la hampe en bois végétal. Or, il semble tout-à-fait possible d'imaginer que l'extrémité de cette hampe était taillée dans une forme similaire à celle de l'extrémité distale des préhampes : la préhampe nous offrirait, en quelque sorte, l'image fossilisée de ce qu'étaient les emmanchements en bois végétal...

³⁸ L'équilibre des projectiles a été calculé en mesurant la distance entre le centre de gravité et le talon, distance ensuite exprimée sous la forme d'un pourcentage de la longueur totale du projectile. Ainsi, si le centre de gravité se trouve exactement au milieu du projectile, l'équilibre est de 50% ; une valeur supérieure à 50% indique un centre de gravité décalé vers la pointe, une valeur inférieure un centre de gravité décalé du côté de l'empennage. Une seule flèche présentait un centre de gravité situé à 56,9 % de la longueur du projectile, décalage qui est d'ailleurs probablement à l'origine du nombre important de tirs ratés obtenus avec cette flèche (cf. Annexe 2).

• Des exemples ethnographiques : le premier provient de l'ouest australien, où E. Clément (1904) signale des pointes de sagaie en bois «notched at the end and interlocked with a similar notch at the top of the shaft, strongly tied with Kangaroo-sinews and cemented over» (Clément, 1904, p. 5, mentionné *in* Delporte et Mons, 1988a ; ici fig. 75)³⁹. Le second cas est décrit par E. Passemard (1917, p. 124), qui présente une série de flèches mélanésiennes dont les pointes en os à base fourchue sont fixées à l'extrémité, également fourchue, de préhampes en bois. Nous avons étudié ces pièces au Musée d'Aquitaine (Bordeaux) où elles sont actuellement conservées ; elles proviennent manifestement des Îles de Santa Cruz (des objets similaires ont en effet été publiés par Speiser, 1909, et Graebner, 1909). Même si la ligature et le mastic qui recouvrent la zone d'emmanchement empêchent souvent de distinguer en détail la morphologie de ce dernier, l'examen des pièces confirme que le système utilisé repose bel et bien sur le principe de deux extrémités fourchues emboîtées (fig. 76). Cette forme est visible sur un des dessins d'E. Passemard, qui représente apparemment une flèche privée de sa pointe, laissant voir l'extrémité distale fourchue de la préhampe (fig. 14 ; nous n'avons pas retrouvé cette pièce au Musée d'Aquitaine). Par ailleurs, sur l'une des flèches, déjà dessinée par E. Passemard, l'armature en os est elle-même composée de deux segments dont les extrémités fourchues s'entrecroisent (fig. 78)⁴⁰.

• Des contre-exemples expérimentaux : lors de ses tirs expérimentaux, A. Bertrand avait emmanché les pointes à base fourchue de la manière suivante : «la sagaie à base fourchue nous a personnellement posé quelques problèmes, du fait de l'importante zone en creux créée au niveau de la fourche. Le bout de la hampe était taillée en fine languette, afin de se glisser entre les deux bras de la base de la sagaie. Cette zone se révèle fragile lors des lancers» (Bertrand, 1999, p. 109). Nous avons pu constater la même fragilité lors d'une brève série de lancers au propulseur effectués à Etiolles (Essonne) en juin 1999 avec I. de Miranda. Une pointe à base fourchue expérimentale avait été fixée à l'extrémité d'une sagaie au moyen d'un emmanchement du même type (extrémité en biseau double effilé venant s'insérer entre les fourchons de la pointe) ; la partie biseautée se cassa en terre dès le quatrième tir, tandis que l'armature, la ligature et le mastic demeuraient intacts. Il est toutefois possible que la mauvaise qualité du bois employé pour la fabrication du fût ait également joué un rôle... Quoi qu'il en soit, ces deux exemples ne nous ont pas incité à privilégier cette forme d'emmanchement pour notre expérimentation.

L'ensemble de ces données nous a donc orienté vers un système de fixation où la fourche proximale de la pointe viendrait s'emboîter dans une autre fourche, aménagée à



De haut en bas ;

Fig. 75 : trois étapes de l'emmanchement d'une pointe de sagaie australienne à base fourchue, en bois végétal. D'après Clément, 1904, p. 5, pl. XVI-II n° 1, pl. XVI-III n° 7 (modifiés).

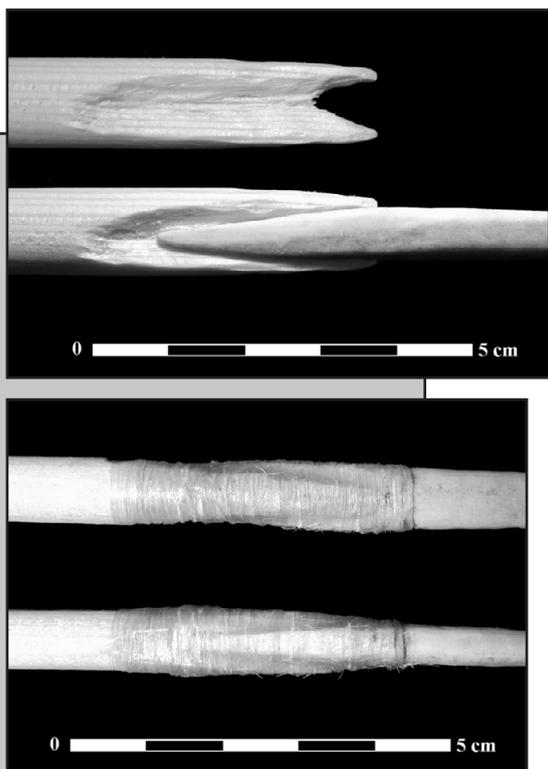
Fig. 76 : emmanchement d'une pointe de flèche en os à base fourchue des Îles de Santa Cruz. La préhampe en bois végétal est à gauche, la pointe à droite. La partie centrale est une ligature recouverte de mastic. On voit à gauche le fourchon de la pointe dépasser de la ligature, et à droite les fourchons de la préhampe enserrer les faces supérieure et inférieure de la pointe. Cliché Musée d'Aquitaine.

Fig. 77 : préhampe en bois végétal d'une flèche des Îles de Santa Cruz. L'extrémité distale montre un aménagement en forme de fourche, destiné à recevoir une pointe elle-même à base fourchue (cf. figure ci-dessus). D'après Passemard, 1917, fig. 6.

Fig. 78 : armature de flèche composite des Îles de Santa Cruz. L'armature est composée d'une préhampe en bois végétal (A) et de deux segments en os (B, C) dont les extrémités fourchues sont emboîtées et ligaturées. Dessin de la flèche d'après Passemard, 1917, fig. 6 (modifié). Détail du joint entre les deux parties de l'armature : cliché Musée d'Aquitaine

³⁹... «[les pointes de sagaie] portent une encoche à la base et s'emboîtent dans une encoche similaire à l'extrémité de la hampe, sont solidement ligaturées avec du tendon de kangourou, puis [le joint est] recouvert de mastic».

⁴⁰ R. de Saint-Périer recense également plusieurs exemples ethnographiques d'emmanchements fourchus : «il existe des combinaisons de ce genre, d'abord, en ethnographie mélanésienne, aux Nouvelles-Hébrides (Montandon, 1934, p. 387 ; Passemard, 1917, fig. 6) et aux Îles de Santa-Cruz (British Museum), puis, chez les Esquimaux du bassin de la Copper Mine River (Canada), où l'on retrouve des sagaies fourchues [...] qui présentent une frappante analogie avec nos pièces magdaléniennes (British Museum, recherche due à l'obligeance de Miss D. Garrod)» (Saint-Périer, 1936, p. 45). Vérification faite, l'allusion aux «Nouvelles-Hébrides» relève probablement d'une confusion avec les flèches des Îles de Santa-Cruz, également mentionnées ; quant aux pièces inuit, nous n'en avons pas trouvé d'exemple correspondant à la description donnée.



De haut en bas.

Fig. 79 : expérimentation 2003 - morphologie de l'extrémité distale des hampes de projectile expérimentales (ici une sagaie). En haut, sans la pointe emmanchée ; en bas, avec la pointe.

Fig. 80 : expérimentation 2003 - collage et ligature des pointes sur les projectiles expérimentaux (ici une flèche). Vues supérieure et latérale.

l'extrémité de la hampe. L'extrémité distale de chaque hampe a ainsi été taillée en forme de fourche à l'aide d'une gouge (fig. 79). Les fourches des différentes pointes n'étant pas exactement identiques, et certaines présentant un léger désaxement (*cf.* ci-dessus VI.2.3.), il a été nécessaire de faire un travail «sur mesure» de manière à adapter le plus étroitement possible chaque armature à sa hampe.

VI.4.2. Collage et ligature

Notre intention initiale était de coller chaque pointe sur sa hampe à l'aide d'un mélange de résine de pin et de cire d'abeille, recette largement utilisée par d'autres expérimentateurs dans des proportions variant de 2/1 à 4/1 (comparer par exemple Arndt et Newcomer, 1986, p. 166 ; Allain et Rigaud, 1989, p. 222 ; Stodiek, 2000, p. 73). Selon P. Chauvaux, ce type de mastic présente cependant l'inconvénient d'être ou trop élastique ou trop cassant suivant le dosage effectué. Sur ses conseils, nous avons donc utilisé de la colle de peau, dont le principe est connu ethnographiquement chez les Indiens d'Amérique du Nord et dont l'ingrédient principal — la peau — était disponible au Magdalénien supérieur, tout autant que la résine de pin (et peut-être plus que la cire d'abeille...). Disponible en poudre dans le commerce, cette colle forme, une fois diluée dans de l'eau chaude (nous avons dilué environ 1 g de poudre pour 5 ml d'eau), une solution liquide qui adhère rapidement et devient très résistante en séchant.

Une fois les pointes collées, le joint entre la pointe et la hampe a été ligaturé à l'aide de tendons de patte de biche. Flexible lorsqu'il est humide, le tendon se contracte en séchant et enserre étroitement la hampe du projectile. Pour que les ligatures résistent mieux lors des tirs, elles ont été couvertes, une fois sèches, d'une nouvelle couche de colle de peau (fig. 80).

VI.4.3. Des tranchants lithiques rapportés ?

D'après les descriptions données par les fouilleurs (I.5.5.), l'industrie lithique de la couche I/F1 a livré d'assez nombreuses lamelles retouchées, outils le plus souvent interprétés comme des armatures de projectile à emmanchement latéral. La question est de savoir si ces lamelles ont été utilisées conjointement avec les pointes en matières osseuses, sur le fût desquelles elles auraient été collées afin de constituer des tranchants lithiques rapportés.

La grande rareté, sur nos pointes, des rainures longitudinales — aménagements généralement considérés comme ayant servi à l'insertion de lamelles (Allain et Rigaud, 1986 ; Houdard, 2003a, 2003b) — ne plaide pas en faveur de cette hypothèse. On serait donc tenté d'imaginer que les armatures lithiques étaient fixées sur d'autres types de pointes, en bois végétal par exemple, qui ne nous sont pas parvenues. Mais il est toutefois également possible de fixer des lamelles sur un fût de pointe «lisse», non rainuré, l'élément lithique étant maintenu en place par le mastic uniquement⁴¹. La question reste donc en suspens...

Le problème est d'autant plus complexe que les lamelles et outils sur lamelles sont aujourd'hui très peu nombreux dans l'industrie lithique de la couche I/F1, manifestement victimes de méthodes de fouille sélectives. Il nous est donc difficile d'avoir une idée précise de ce à quoi ressemblait la production lamellaire du Magdalénien supérieur d'Isturitz.

Face à ces incertitudes, nous avons choisi de ne pas tester, sur nos pointes expérimentales, l'adjonction de tranchants lithiques. *A priori*, on peut d'ailleurs penser que ce type d'armature composite aurait peut-être eu une influence sur la profondeur de pénétration des projectiles (les tranchants lithiques permettant à la tête de projectile de cisailier la peau et les chairs, et de s'enfoncer ainsi plus profondément dans le corps de la cible), mais pas forcément sur le mode de fracturation des pointes. De ce point de vue, la présence de

⁴¹ Une découverte archéologique conforte cette hypothèse : celle d'une lamelle de Lascaux, encore incluse dans un bloc de mastic portant l'empreinte en négatif d'un fût lisse (Leroi-Gourhan et Allain, 1979, p. 100). «Les empreintes conservées suggèrent soit que la lamelle était en contact direct avec le plan du fût et qu'elle était maintenue en position orthogonale par deux bourrelets de mastic symétriques, soit qu'elle était enfoncée dans un unique bourrelet assurant la jonction entre les deux éléments. Dans les deux cas, aucune empreinte de rainurage n'est visible. On peut donc en déduire que le creusement d'une rainure n'était pas toujours nécessaire à l'adaptation de lamelles de silex et que, si le support s'y prêtait, la surface de contact pouvait être non préparée» (Julien, 1999, p. 138). U. Stodiek a testé cette méthode de fixation et conclut que les lamelles installées de cette manière se déchaussent très facilement à l'impact (Stodiek, 1993, p. 206) ; mais c'était peut-être là le but recherché par le tireur. Des fragments de silex détachés à l'intérieur de la plaie sont en effet susceptibles d'infliger à la cible d'importants dommages internes.

cette «option» n'aurait pas grandement modifié les résultats de notre expérimentation.

De manière générale, il nous semble que la question des éléments lithiques utilisés comme armatures latérales mériterait de bénéficier d'un programme expérimental spécifique. A notre connaissance, à quelques exceptions près (Moss, 1983 ; Moss et Newcomer, 1982), les tirs expérimentaux avec armatures lithiques ont jusqu'ici été consacrés dans leur grande majorité à des pointes à emmanchement axial (*cf.* Annexe 1)...

VI.5. Choix de la cible

La cible utilisée lors de l'expérimentation se devait de correspondre autant que possible au type de gibier contre lequel les Magdaléniens d'Isturitz avaient vraisemblablement employé leurs pointes à base fourchue. Or, dans la faune du Magdalénien supérieur d'Isturitz, le Renne est l'espèce nettement dominante parmi les Ongulés (*cf.* I.5.4.).

Il nous fallait donc utiliser un animal dont le gabarit s'approche de celui du Renne. Par ailleurs, comme il n'était pas question pour nous de tirer sur un animal vivant (pour des raisons aussi bien éthiques que pratiques), celui-ci devait avoir été abattu avant de servir de cible ; toutefois, pour que la consistance de son corps soit la plus proche possible de celle de l'animal en vie, l'abattage devait avoir eu lieu très peu de temps avant l'expérimentation (pour éviter par exemple les problèmes de rigidité cadavérique), et l'animal ne devait pas avoir subi de traitement de boucherie tel que congélation ou éviscération. Enfin, dans la perspective de l'étude archéozoologique, il était nécessaire de pouvoir clairement distinguer sur les os de l'animal les impacts de flèches des impacts de sagaies : il fallait donc utiliser deux individus, un servant de cible lors des tirs à l'arc, et l'autre lors des lancers au propulseur. Ce choix nous permettait également d'étaler l'expérimentation sur deux journées, et nous évitait de trop endommager un animal unique sur lequel tous les tirs seraient venus se concentrer.

Trouver un fournisseur acceptant de souscrire à toutes ces exigences ne fut pas chose aisée, en partie à cause de la législation stricte entourant les autorisations d'achat et d'abattage des animaux. Le choix s'est porté tout d'abord sur deux daims mâles. Mais notre fournisseur s'étant rétracté en dernière minute — l'avant-veille de la date prévue pour l'expérimentation ! — une solution de remplacement dut être trouvée dans l'urgence ; et ce sont finalement sur deux veaux mâles, âgés de quelques semaines et pesant environ 30 kg, que les tirs ont été effectués.

Le choix de ces cibles peut bien sûr être critiqué. D'une stature plus petite que celle du renne, le veau possède un squelette en cours d'ossification, qui présente des caractéristiques propres aux animaux immatures — os moins résistants, parfois non épiphysés ou non soudés entre eux, voire remplacés par du cartilage. Ces éléments suggèrent que les impacts sur un corps de veau sont moins destructeurs pour les projectiles que des impacts sur un renne.

D'autre part, plusieurs expérimentateurs ont déjà souligné les différences évidentes entre un tir sur un cadavre animal et

un tir sur un gibier vivant. Le premier problème réside dans l'absence de tonus musculaire : la contraction des fibres musculaires du gibier peut constituer un obstacle supplémentaire à la pénétration du projectile, voire endommager un projectile déjà logé à l'intérieur d'une blessure, phénomènes dont le tir sur carcasse ne permet pas de rendre compte. De même, l'arrêt des fonctions respiratoires et l'affaissement consécutif de la cage thoracique fait que la pénétration des projectiles dans cette zone n'est sans doute pas comparable à celle qu'on obtiendrait sur un animal aux poumons encore remplis d'air. Enfin, les mouvements d'un animal blessé, ou la chute d'un animal abattu, peuvent également endommager des projectiles qui seraient encore fichés dans la blessure.

Nous sommes conscient de toutes ces imperfections. Nous sommes également conscient du fait qu'elles sont difficiles à éviter : le fait d'utiliser des veaux comme cibles a ainsi été dicté par les circonstances, mais même notre choix originel (le daim) n'aurait de toute façon pas représenté un substitut parfait d'un renne magdalénien. De même, l'abattage à coups de sagaies d'un animal vivant, outre qu'il aurait nécessité quelques petits aménagements avec notre sensibilité personnelle et celle des autres membres de l'équipe, aurait probablement entraîné des problèmes importants tant dans le déroulement de l'expérimentation que dans l'enregistrement des résultats ; en clair, ça aurait plus ressemblé à un rodéo qu'à un protocole scientifique. Sans compter qu'il aurait fallu, en toute rigueur, remplacer l'animal cible après chaque tir réussi...

La véritable question nous semble donc plutôt de savoir si ces différents biais sont suffisamment importants pour rendre d'emblée les résultats de l'expérimentation inexploitable, ou s'ils doivent seulement nous induire à une plus grande prudence dans l'interprétation. Les variables que nous venons d'énoncer ont en effet en commun d'être très difficiles à quantifier, et leur influence sur le résultat des tirs (notamment sur la profondeur de pénétration et les dommages aux projectiles) n'a jamais été testée systématiquement. Leur simple évocation ne nous semble pas suffisante pour conclure à l'absence de validité de notre expérimentation ; en revanche, ces variables ne peuvent bien sûr pas non plus être purement et simplement ignorées, et il conviendra de les évoquer à nouveau lors de l'analyse des résultats, ainsi que lors de la comparaison avec le matériel archéologique.

VI.6. Déroulement de l'expérimentation

VI.6.1. Disposition du pas de tir

Les tirs se déroulèrent les samedi 11 et dimanche 12 janvier 2003 (les tirs au propulseur ayant lieu le samedi et les tirs à l'arc le dimanche), dans un pré jouxtant le Musée du Malgré-Tout (Treignes, Belgique), par temps clair, sans vent notable, la température ambiante étant d'environ -10 °C le premier jour et -5 °C le second. Les veaux, euthanasiés immédiatement avant le début de l'expérimentation au moyen d'une injection effectuée par un vétérinaire, étaient suspendus à une charpente en bois par deux crochets de boucher passés dans la peau de la nuque et de la croupe, les sabots touchant le sol, le flanc tourné vers le tireur. Les tirs qui rataient la cible — passant généra-

lement au-dessus du dos de l'animal — atterrissaient dans le sol végétal herbeux, particulièrement dur car il avait gelé à la suite du froid intense des jours précédents. D'après les quelques indications que l'on peut retirer de l'analyse pollinique d'Isturitz, le climat lors du dépôt de la couche I/F1 était très froid (*cf.* I.5.1.) ; les impacts sur sol gelé obtenus lors de l'expérimentation ne nous paraissent donc pas incompatibles avec la réalité archéologique. C'est d'ailleurs une des raisons pour lesquelles nous avons décidé d'effectuer les tirs en hiver.

Les tirs au propulseur furent effectués par Pascal Chauvaux, champion d'Europe de tir au propulseur de 1990 à 1999 et en 2002. Il utilisa un propulseur de sa propre fabrication, mesurant 68 cm de long et pesant 139 g, constitué d'un manche en bouleau muni d'une poignée en peau de cerf et d'une partie distale en bois de Renne reproduisant le célèbre «faon aux oiseaux» du Mas d'Azil. Les tirs à l'arc furent effectués par Pierre Cattelain, champion d'Europe de tir à l'arc préhistorique en 1990-1991 et vice-champion en 1992-1993, à l'aide d'un arc en if de type néolithique allemand fabriqué par Johann Tinnes, d'une hauteur de 177 cm et d'une puissance de 61,50 lbs à une allonge de 27 pouces.

Nous avons décidé d'effectuer tous les tirs à une distance fixe de 10 mètres — distance cohérente avec celles relevées chez les peuples chasseurs traditionnels, pour lesquels semble-t-il «la tendance générale [...] est de s'approcher le plus possible du gibier pour augmenter la chance de le toucher» (Cattelain, 1994, p. 12). Cette distance a été respectée pour les tirs à l'arc ; au propulseur en revanche, P. Chauvaux a souhaité l'augmenter jusqu'à 12-13 mètres afin d'avoir plus de recul pour mieux viser. En s'appuyant sur les conclusions d'une expérimentation précédente (Cattelain et Perpère, 1993), nous étions convenus que les tireurs viseraient systématiquement les parties vitales de la cible (zone cœur - poumons en arrière de la patte avant), afin de mieux correspondre à une pratique de chasse réelle. Cette règle a été observée sauf à l'extrême fin de la seconde journée, où, avec notre accord, P. Cattelain a délibérément cherché à atteindre la zone scapula - humérus afin de fracturer les dernières pointes de flèche, qui avaient résisté jusque là à tous les impacts (*cf.* Annexe 2).

VI.6.2. Déroulement des tirs

Chaque séance de tir se déroula de 10h à 13h ; dans les deux cas, lorsque les tirs furent terminés, l'animal cible était donc mort depuis 3 heures environ et ne présentait pas de signes de raidissement, malgré le froid (lors du dépeçage, nous avons pu constater que l'intérieur de l'abdomen et du thorax étaient encore chauds).

Lors de chaque journée, les tirs ont été effectués par séries de rang identique — c'est-à-dire que nous avons d'abord tiré une première fois chacun des 21 projectiles, après quoi nous avons rassemblé ceux qui étaient encore utilisables afin de tous les tirer une deuxième fois ; puis les projectiles qui n'avaient pas encore subi de dommages à l'issue de ce nouveau tir ont chacun été tirés une troisième fois, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'il ne reste plus de projectiles utilisables.

Un projectile était retiré de l'expérimentation lorsque se produisait l'un et/ou l'autre des trois événements suivants :

- Fracture proximale ou distale de la pointe ;
- Fracture de la hampe au niveau de l'emmanchement ;
- Démanchement et implantation à l'extraction (cette expression désigne les cas où, alors que nous tentions d'extraire un projectile planté dans la cible, la pointe se démançait et restait coincée à l'intérieur de l'animal sans qu'il soit possible de l'en retirer).

Dans trois cas — deux à l'arc et un au propulseur — la pointe s'est démanchée lors de l'extraction du projectile, mais nous avons ensuite réussi malgré tout à l'extraire de la carcasse. Ces trois projectiles ont donc pu être immédiatement réparés et réutilisés : la pointe fut recollée sur la hampe (toujours à la colle de peau), une nouvelle ligature de tendon fut installée, et le projectile fut remis en service après un rapide séchage. Il faut noter que, alors que ces ligatures de remplacement n'avaient pas entièrement séché et n'avaient pas été recouvertes d'une nouvelle couche de colle (contrairement aux emmanchements originaux, *cf.* VI.4.2.), elles se sont révélées tout à fait solides⁴².

Une autre tentative de réparation fut toutefois moins heureuse. La hampe d'une de nos sagaies subit au bout du deuxième impact une fracture mésoiale en biseau, le projectile se retrouvant brisé en deux moitiés sans que la raison de cet incident ne soit très claire (un défaut du bois ?). La réparation effectuée avec colle à bois et ligature au fil fut sans succès, la hampe se fracturant à nouveau au même endroit dès le tir suivant. Ce projectile est donc le seul que nous ayons dû retirer de l'expérimentation alors que sa pointe et son emmanchement étaient encore intacts.

VI.6.3. Enregistrement des tirs

Après chaque tir était appliqué le même protocole :

- 1) L'horaire du tir était noté sur une fiche d'enregistrement, chaque tir possédant sa propre fiche (fig. 81).
- 2) Près de la patte de l'animal cible était placé un écriteau indiquant le numéro de la pointe et celui du tir («16.3» désignait ainsi le troisième tir du projectile équipé de la pointe n° 16).
- 3) L'animal était ensuite photographié selon un angle constant par un appareil placé sur trépied. Cela permettait de conserver une image exacte de l'emplacement du projectile dans le corps (fig. 82 et 83).
- 4) La longueur de la hampe dépassant de la blessure était ensuite mesurée et notée sur la fiche d'enregistrement. Comme nous connaissions la longueur totale de chaque projectile, il nous était ensuite possible de calculer ainsi la profondeur de pénétration (profondeur de pénétration = longueur totale du projectile - longueur dépassant de la blessure).
- 5) L'emplacement de l'impact était ensuite déterminé avec autant de précision que possible (*e.g.* «entre deux côtes», «dans la scapula...») et noté sur la fiche. Si un projectile transperçait la cible, la pointe ressortant de l'autre côté de la carcasse, nous le notions également.

⁴² Sur les deux flèches réparées, l'une s'est plantée dans l'humérus de la cible dès le tir suivant, la pointe restant cette fois-ci définitivement coincée ; mais la seconde flèche a pu être tirée 13 fois après réparation, sans que la ligature ne se disloque. Quant à la sagaie réparée, sa ligature de rechange n'a commencé à se relâcher qu'après 7 impacts, la pointe se coinçant finalement dans une vertèbre au bout du dixième tir.

NUMERO DU TIR		
INFOS SUR LE TIR	heure minutes	
	emplacement impact	
	longueur projectile restante	
	extraction du projectile	
FRACT. POINTE	distale	
	mésiale	
	proximale	
FRACT. FÛT	démanchement	
	fracture zone emmanchement	
	fracture autre zone	
DOMM. CIBLE	organes mous	
	os	

REMARQUES SUR L'IMPACT

REMARQUES SUR LE PROJECTILE

Fig. 81 : expérimentation 2003 - fiche utilisée pour l'enregistrement de chaque tir.



De haut en bas.

Fig. 82 : expérimentation 2003 - l'une des photos prises systématiquement à chaque impact lors des tirs au propulseur. Il s'agit du tir 4.1., soit le premier tir de la sagaie portant la pointe n° 4. Cliché P. Cattelain.

Fig. 83 : expérimentation 2003 - l'une des photos prises systématiquement à chaque impact lors des tirs à l'arc. Il s'agit du tir 13.1., soit le premier tir de la flèche portant la pointe n° 13. Cliché P. Cattelain.

6) Le projectile était ensuite extrait de la blessure. Tout dommage macroscopique à la pointe ou à la hampe était alors signalé et noté.

7) Enfin, suivant l'état du projectile, nous décidions s'il devait être conservé pour un nouveau tir, réparé ou écarté de l'expérimentation (cf. ci-dessus).

L'ensemble de la procédure demandait environ deux minutes. Lorsqu'un tir manquait la cible, l'enregistrement était beaucoup plus rapide, les points 2 à 5 étant alors inutiles : restait à noter l'heure du tir, récupérer le projectile et constater d'éventuels dommages.

En plus des photos systématiques de chaque impact, des prises de vue rapprochées de certains impacts particulièrement spectaculaires ont été effectuées.

VI.6.4. Traitement des carcasses

Après chaque séance de tir, l'animal cible a été immédiatement dépouillé et vidé. Les parties anatomiques dont nous étions sûrs qu'elles ne présentaient aucune trace d'impact (parce qu'elles n'avaient jamais été atteintes lors des tirs) ont ensuite été sectionnées et éliminées. Nous restaient alors les éléments suivants :

- Pour le veau tiré au propulseur : la tête, les vertèbres cervicales et thoraciques, une partie des lombaires, les côtes, les scapulas, les radio-ulnas, l'humérus droit.

- Pour le veau tiré à l'arc : les vertèbres thoraciques, les côtes (côté gauche uniquement), la scapula gauche, l'humérus et le radio-ulna gauches.

Ces éléments ont été décharnés sur place, emballés sous vide ramenés dans les locaux du Paléoscope des Mureaux (Yvelines) où leur traitement a été achevé : les portions de carcasses ont été mises à bouillir pendant 3h30 à 5h suivant les cas, jusqu'à ce que la viande finisse de se détacher des os, après quoi ces derniers ont été nettoyyés et mis à sécher en vue de l'étude des traces d'impact.

A l'exception du sectionnement des parties anatomiques sans impacts (effectué avec une scie à métaux), l'ensemble des opérations de boucherie a été effectué avec des lames et éclats en silicium.

VII. L'EXPERIMENTATION 2003 : RÉSULTATS

Nous avons effectué au total 89 tirs à l'arc (dont 15 ratés) et 64 lancers au propulseur (dont 23 ratés et 7 «ripés», qui ont glissé sur le dos de l'animal avant d'atterrir dans le sol). Nous avons obtenu un certain nombre de résultats concernant la précision relative de l'arc et du propulseur, la profondeur de pénétration des projectiles dans l'animal et les traces d'impact sur les os de celui-ci. Ces données sont détaillées dans l'Annexe 2 ; nous ne présentons ici que les résultats concernant plus directement notre problématique, à savoir l'analyse des dommages infligés aux projectiles.

VII.1. Fréquence des dommages : un net contraste entre flèches et sagaies

Avant d'être retirée de l'expérimentation, chaque sagaie a été lancée en moyenne 3 fois ; en revanche, à l'arc, le nombre moyen de tirs par flèche est de 4,2 (fig. 84). Les tirs au propulseur semblent donc d'emblée plus destructeurs : alors que 57 % des flèches ont été écartées au bout du troisième tir ou avant, pour les sagaies ce pourcentage monte à 81 %.

Cette impression se renforce lorsqu'on examine la raison pour laquelle les projectiles ont été retirés de l'expérimentation (tabl. 37). A l'arc, 17 flèches ont été écartées uniquement parce que lors de l'extraction, la pointe s'est détachée de la hampe et est restée coincée à l'intérieur de l'animal, mais sans subir aucun dommage («démachement et implantation»). Seules 4 flèches ont enduré des fractures (fracture de la pointe dans 3 cas, de la hampe dans 1 cas). Or ces chiffres

s'inversent dans le cas des lancers au propulseur : seules 6 sagaies ont été retirées à cause d'un «simple» démanchement avec implantation, les 15 autres ayant toutes subi une ou plusieurs fractures (fracture de la pointe dans 12 cas, de la hampe dans 1 cas, de la pointe et de la hampe dans 2 cas).

Ce contraste pourrait cependant s'expliquer par l'emplacement des impacts plutôt que par le mode de propulsion. Les expérimentateurs ayant pratiqué le tir sur cible animale ont en effet noté que les impacts sur os massifs (diaphyses d'os longs, etc.) étaient nettement plus destructeurs pour les projectiles que les impacts dans des zones moins résistantes, telles que l'abdomen ou même les côtes. Nous avons donc comparé les deux modes de propulsion en tenant compte de cette indication.

Les tableaux 38 et 39 présentent l'ensemble des impacts au propulseur et à l'arc, répartis en fonction de la zone touchée. La catégorie «sol gelé» regroupe les tirs manqués ou ripés, lors desquels le projectile a fini sa course dans le sol végétal gelé qui s'étendait derrière la cible (dans de rares cas — 1 à l'arc, 1 au propulseur — le tir manqué a également frappé une poutre faisant partie de la charpente en bois qui soutenait l'animal). La catégorie «peau» rassemble les cas où le projectile s'est planté superficiellement dans le cou, le bas-ventre, la patte ou le dos de l'animal, prenant la peau en écharpe sans rencontrer d'os ni d'organe interne ; elle inclut également les quelques tirs ayant rebondi sur la peau de l'animal sans la pénétrer. La catégorie des tirs dans le «tronc» réunit ceux qui ont touché la zone de l'abdomen ou du poitrail, passant entre les côtes ou frappant l'une d'entre elles, mais sans toucher

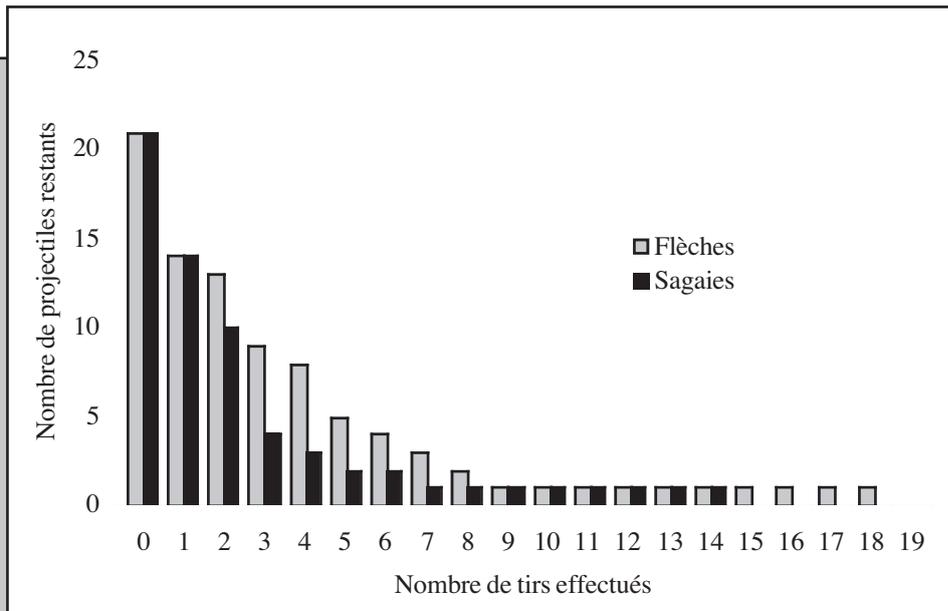


Fig. 84 : expérimentation 2003 - évolution du nombre de projectiles au fil de l'expérimentation.

	FLÈCHES	SAGAIES
démachement et implantation sans dommages	17	6
fracture de la pointe	3	11
fracture de la hampe	1	1
double fracture de la pointe	0	1
double fracture de la pointe + fracture de la hampe	0	2
TOTAL	21	21

Tabl. 37 : expérimentation 2003 - état des projectiles à la fin de l'expérimentation.

ZONE TOUCHÉE	NOMBRE DE TIRS	POINTE ET/OU HAMPE FRACTURÉE	POINTE RESTE DANS L'ANIMAL
sol gelé	30	7	-
peau	6	1	0
tronc	15	0	0
vertèbres	5	3	4
scapulas	4	1	4
humérus, radio-ulna	3	2	3
os frontal	1	1	1
TOTAL	64	15	12

Tabl. 38 : expérimentation 2003 - fracturation et démanchement des sagaies selon la zone touchée.

ZONE TOUCHÉE	NOMBRE DE TIRS	POINTE OU HAMPE FRACTURÉE	POINTE RESTE DANS L'ANIMAL
sol gelé	15	0	-
peau	17	0	2
tronc	31	1	3
vertèbres	9	1	4
scapula	11	1	5
humérus	6	1	5
TOTAL	89	4	19

Tabl. 39 : expérimentation 2003 - fracturation et démanchement des flèches selon zone touchée.

les vertèbres ni les scapulas ; dans deux cas, à l'arc, la pointe s'est plantée dans le sternum. Les catégories «vertèbres» et «scapulas» désignent les impacts ayant frappé respectivement ces deux types d'os. Les impacts sur les diaphyses et épiphyses de l'humérus et du radio-ulna sont englobés dans une même catégorie (à l'arc, tous les tirs se concentrent sur l'humérus). Enfin, un unique tir — effectué au propulseur — a frappé l'os frontal.

Une première distinction entre l'arc et le propulseur apparaît dans les effets sur les projectiles des tirs manqués. A l'arc, ils n'entraînent jamais de dommages pour le projectile, tandis qu'au propulseur ils provoquent dans environ un quart des cas une fracture de la pointe et/ou de la hampe.

Une seconde différence apparaît dans les conséquences des tirs sur vertèbres, scapulas, humérus, radio-ulna et os frontal. A l'arc, ils n'entraînent que rarement une fracture (3 tirs sur 26) ; il est en revanche fréquent que la pointe reste coincée dans l'os et se démanche à l'extraction (14 tirs sur 26 : cf. fig. 85 et 86). Au propulseur, les fractures sont proportionnellement beaucoup plus nombreuses (7 tirs sur 13) et l'implantation de la pointe dans la carcasse se produit presque systématiquement (12 tirs sur 13 : cf. fig. 87 et 88)⁴³.

En revanche, pour les deux types d'arme, les impacts sur peau n'induisent pratiquement jamais de dégâts ; de même, les tirs dans la région des côtes ou dans le sternum n'ont pas endommagé les projectiles. Tout au plus les pointes de flèches se sont-elles dans de rares cas démanchées à l'extraction (5 cas sur 48).

En résumé, lors de notre expérimentation, lorsque le projectile ne rencontrait pas d'obstacle trop solide (tirs dans la peau ou la région des côtes), il ne subissait pratiquement pas de dommages — et cela quel que soit le mode de propulsion. En revanche, en cas d'impact sur une surface plus résistante (os robuste ou sol gelé), les tirs au propulseur se révèlent, à cible identique, nettement plus destructeurs que les tirs à l'arc. Ainsi, si l'on considère le total des impacts sur sol gelé + vertèbres + scapulas + humérus et radio-ulna + os frontal, les fractures sont 4,4 fois plus fréquentes au propulseur qu'à l'arc (14 fractures sur 43 lancers de sagaies, contre 3 fractures pour 41 tirs de flèches).

Pour tenter d'expliquer ce contraste, il faut examiner la morphologie des dommages ayant affecté chacun des deux types de projectile.

VII.2. Description des dommages aux projectiles

VII.2.1. Dommages aux flèches

Sur les trois pointes de flèche endommagées, le type de dégât est identique : il s'agit d'un écrasement de l'extrémité distale, qui donne à celle-ci un aspect plus ou moins arrondi et esquillé (fig. 89). L'étendue de ce dommage, qui résulte manifestement de la compression de la pointe contre l'os au moment de l'impact, est li-

mitée — les pointes n'ont perdu que 2 à 4 mm de leur longueur initiale. Il serait facile d'y remédier par un rapide réaffûtage de l'extrémité distale. Sur l'une des trois pointes, les dégâts sont même si minimes qu'elle aurait certainement pu continuer à être utilisée telle quelle sans réparation, si nous n'avions pas souhaité la retirer de l'expérimentation afin de conserver son extrémité endommagée en l'état.

Sur une quatrième flèche, c'est la hampe qui s'est fracturée, au niveau de la partie ligaturée et à la limite de la fourche. Il semble que ce dégât-ci soit dû à une flexion brutale de la hampe dans un plan vertical lors de l'impact. Il est vrai qu'à en juger par les dommages infligés à l'os touché, cet impact semble avoir été l'un des plus violents survenus à l'arc : la pointe a transpercé la diaphyse de l'humérus épaisse de presque 3 cm, créant une profonde fissure sur toute sa hauteur, pour ressortir de l'autre côté sur une longueur de plus de 2 cm (fig. 85).

Signalons enfin que sur l'une des pointes, la partie mésio-distale n'est plus observable car elle est incrustée à l'intérieur de l'épiphyse distale de l'humérus de la cible. Il nous est donc impossible de déterminer si l'extrémité distale de cette pointe a été endommagée à la suite de cet impact.

VII.2.2. Dommages aux sagaies

Si les fractures des sagaies sont plus nombreuses que les dégâts sur les flèches, elles sont également très différentes. Toutes celles qui sont observables sont en effet des fractures en languette, qui ne résultent pas d'une compression longitudinale du projectile mais d'une force exercée latéralement, suffisamment importante pour que la pointe et/ou la hampe plient et se rompent.

Les 21 pointes de sagaie ont subi au total 17 fractures⁴⁴. Celles-ci peuvent affecter la partie proximale — la fourche — ou la partie distale.

Les **fractures proximales** sont de trois types :

- Fracture d'une partie de l'un des fourchons (fig. 90) : ce type de fracture s'est produit sur 2 pointes (1 tir dans la scapula droite et 1 tir dans le sol). L'un des fourchons s'est brisé non loin de son extrémité proximale ; le fragment manquant ne dépasse pas

⁴³ Au propulseur, les impacts sur scapula diffèrent cependant de ceux ayant frappé les autres os, car les fractures y restent relativement rares (1 tir sur 4). En revanche, les pointes plantées dans la scapula se démanchent toutes à l'extraction.

⁴⁴ Concernant le décompte des fractures des pointes de sagaie, précisons que lors d'un tir manqué, une de nos pointes a subi une fracture simultanée des deux fourchons ; or, si ceux-ci sont demeurés attachés à la hampe, le reste de la pointe — soit la partie mésio-distale — a été perdu dans le sol. Il nous est donc impossible de dire si cette dernière partie présentait des fractures supplémentaires, en particulier de l'extrémité distale. Dans un autre cas, détaillé plus loin, la partie mésio-distale de la pointe n'est plus observable car profondément incrustée à l'intérieur de la scapula droite de l'animal cible. Enfin une troisième pointe, intacte et plantée dans la scapula gauche, s'est disloquée en 4 fragments après avoir été mise à bouillir pendant 5 heures avec les éléments de carcasse ; les cassures (nettes, sans dents de scie, perpendiculaires à l'axe de la pointe) ne peuvent pas être confondues avec des stigmates d'impact, et n'ont donc pas été incluses dans notre décompte. Cet incident est d'autant plus étonnant que d'autres pointes soumises au même traitement n'ont pas subi de dommages...



Fig. 85 : expérimentation 2003 - fissurations d'un humérus suite à deux impacts, dont un avec incrustation (tir à l'arc).

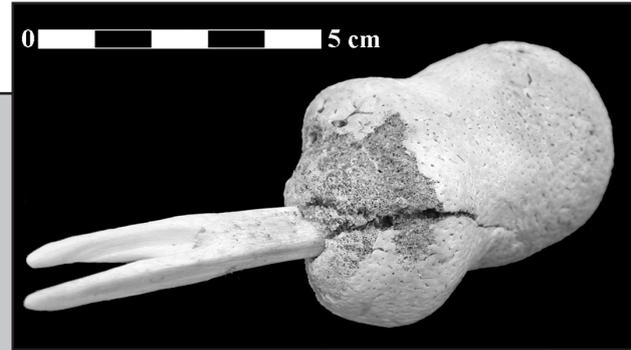


Fig. 86 : expérimentation 2003 - percement d'une extrémité distale d'humérus, avec fissuration et incrustation (tir à l'arc).



Fig. 87 : expérimentation 2003 - transpercement d'un radio-ulna avec fissuration et incrustation (tir au propulseur).

Fig. 88 : expérimentation 2003 - percement (en bas) et transpercement (en haut) d'une scapula suite à deux impacts, avec fissuration et incrustation (tir au propulseur).



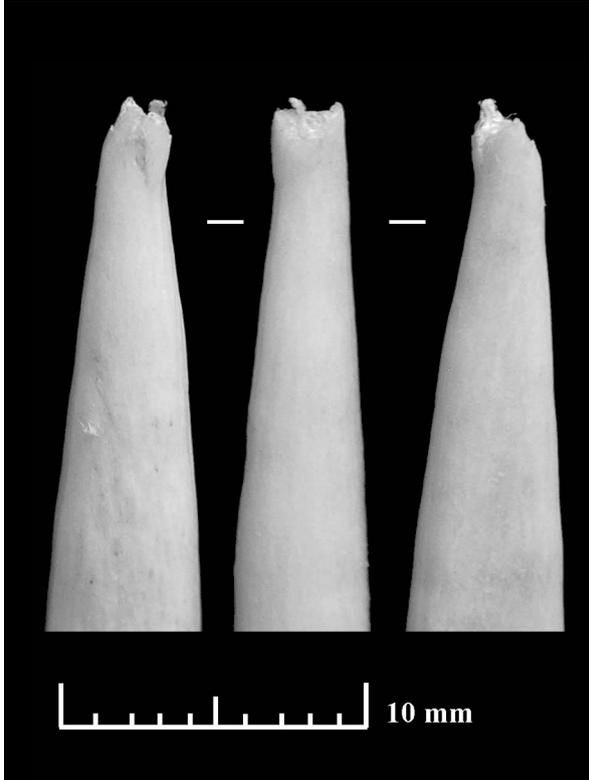


Fig. 89 : expérimentation 2003 - écrasement de l'extrémité distale d'une pointe à base fourchue (tir à l'arc).

Fig. 91 : expérimentation 2003 - fracture d'un fourchon, à la base (tir au propulseur).

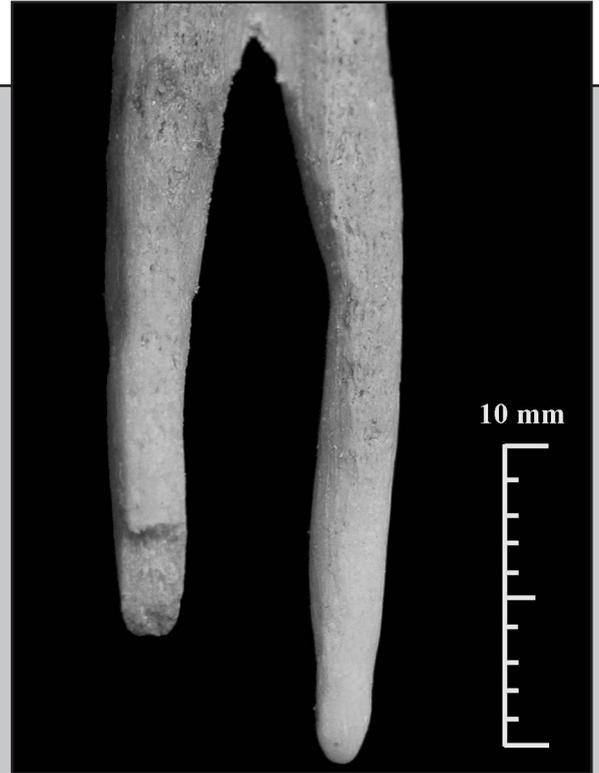
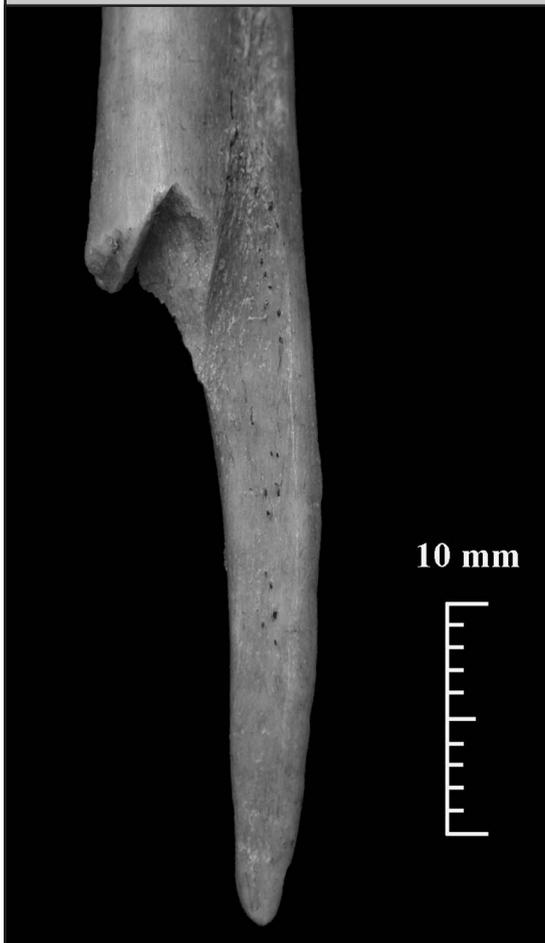


Fig. 90 : expérimentation 2003 - fracture d'une partie de l'un des fourchons d'une pointe à base fourchue (tir au propulseur).

Fig. 92 : expérimentation 2003 - fracture des deux fourchons, à la base (tir au propulseur).



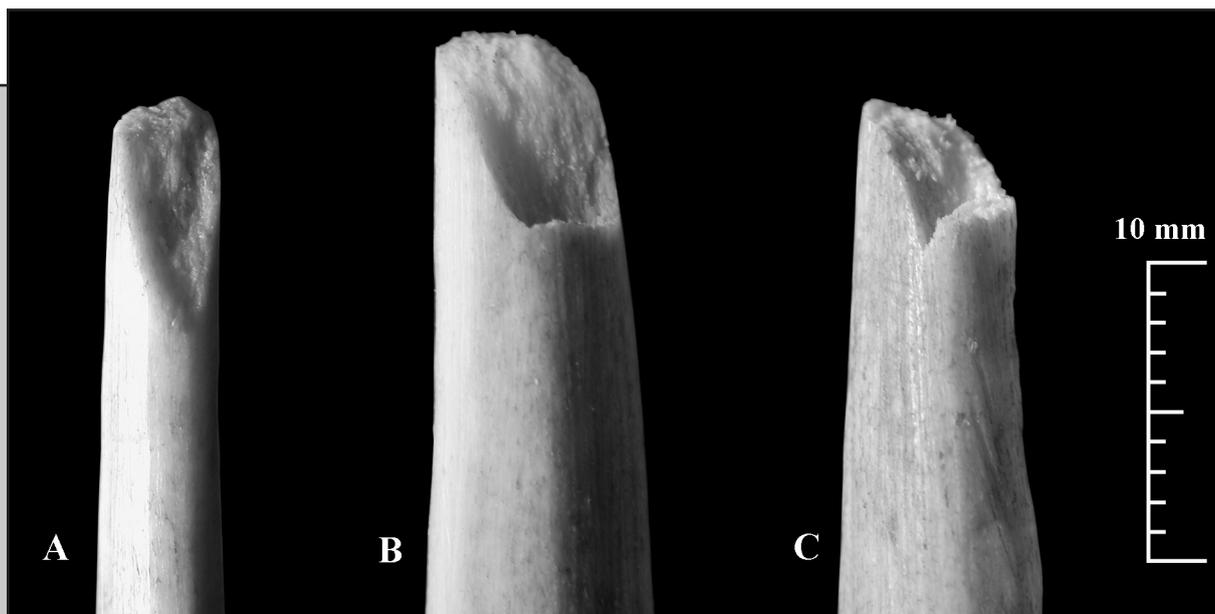


Fig. 93 : expérimentation 2003 - fractures distales en languette des pointes à base fourchue (tirs au propulseur). A, en biseau ; B, en marche ; C, en charnière.

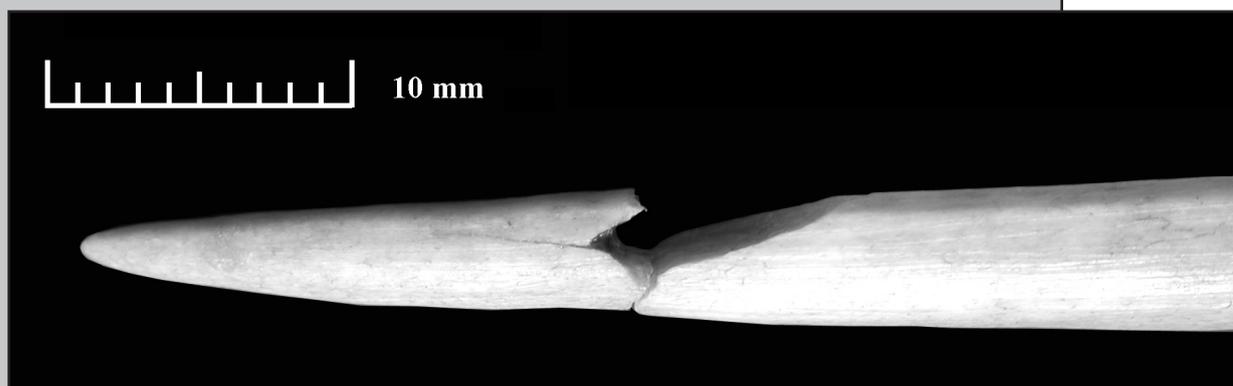


Fig. 94 : expérimentation 2003 - fracture distale en languette, avec raccord du fragment distal et emplacement d'un second fragment, non retrouvé (tir au propulseur).



Fig. 95 : expérimentation 2003 - fracture distale en languette avec raccord du fragment distal, incrusté dans une vertèbre cervicale de l'animal cible (tir au propulseur).

5 mm de long, et a laissé un pan de fracture oblique par rapport à l'axe du fourchon. Dans l'un des cas (tir dans le sol), le fourchon fracturé s'est également brisé une seconde fois à la jonction avec le fût de la pointe : cf. ci-dessous.

- Fracture de l'un des fourchons, à la base (fig. 91) : cette fracture s'est produite sur 2 pointes (1 tir dans l'humérus et 1 tir dans le sol) ; un des fourchons s'est brisé à l'endroit où il rejoint le corps de la pointe, laissant un pan de fracture en dents de scie.

- Fracture des deux fourchons, à la base (fig. 92) : cette fracture est similaire au type précédent, sauf que les deux fourchons se sont cette fois-ci rompus simultanément. Cela concerne 7 pointes : 2 tirs sur cervicales, 1 sur radius, 1 sur os frontal, 1 rebond sur la peau de l'animal et 2 tirs dans le sol. Sur chaque pointe, les deux pans de fracture laissés par les fourchons ont à peu près la même orientation et la même amplitude — ce qui est logique, puisque c'est un impact unique qui a entraîné leur rupture.

Tous les fourchons et fragments de fourchons fracturés ont été maintenus solidaires de la hampe par la ligature, et ont donc été récupérés à l'issue de l'expérimentation.

Les **fractures distales**, au nombre de six, sont toutes des fractures en languette, à pan oblique par rapport à l'axe de la pointe (fig. 93). Elles sont survenues lors de 2 tirs sur vertèbres cervicales et 4 tirs dans le sol. Il faut cependant y ajouter une septième fracture distale, non visible car la partie mésio-distale de la pointe est incrustée dans la scapula droite qu'elle n'a pas réussi à transpercer (fig. 88, en bas) ; il est cependant certain que la pointe en question est fracturée, car si elle ne l'était pas, elle devrait, compte tenu de sa longueur originelle, ressortir de l'autre côté de la scapula. Elle doit donc être cassée à l'intérieur de l'os.

Pour les quatre fractures survenues lors de tirs manqués, le fragment distal détaché de la pointe a été perdu dans le sol. En revanche, pour les deux fractures distales ayant eu lieu sur des vertèbres, le fragment manquant a été récupéré : l'un fut repéré dans la carcasse lors du dépeçage (fig. 94), l'autre étant incrusté dans une cervicale (fig. 95). Cela nous a permis de constater que, dans un cas (pointe n° 36, ici fig. 94), le fragment distal avait en réalité éclaté lui-même en deux morceaux, dont l'un est perdu et dont l'autre est fissuré dans le sens de la longueur.

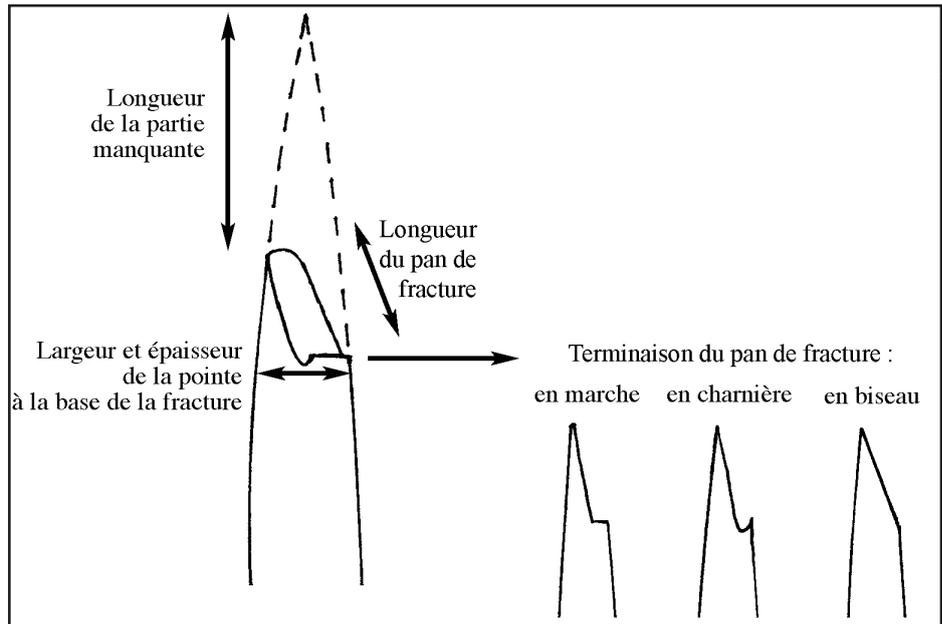


Fig. 96 : expérimentation 2003 - variables relevées sur les fractures distales (cf. tableau ci-dessous).

NUMÉRO DE LA POINTE	LONGUEUR DU PAN DE FRACTURE	TERMINAISON DU PAN DE FRACTURE	DIMENSIONS DE LA POINTE AU NIVEAU DE LA FRACTURE		LONGUEUR DE LA PARTIE MANQUANTE
			LARGEUR	ÉPAISSEUR	
6	7,5	charnière	5,8	5,4	19
12	5,7	marche	4,1	3	7
14	5,5	biseau	4,9	3,9	13
16	7	marche	4,5	4,1	12
32	4	charnière	5	4,4	17
36	8	biseau	4,4	3,9	19

Tabl. 40 : expérimentation 2003 - fractures distales des pointes de sagaie (mesures en mm).

Dans la perspective de la comparaison avec les pièces archéologiques, plusieurs variables morphométriques ont été relevées sur les fractures distales (tabl. 40 et fig. 96).

Les **fractures de la hampe** sont au nombre de deux (1 tir manqué et 1 tir sur scapula). A l'instar de la hampe de flèche fracturée, les hampes de sagaie se sont brisées par flexion au niveau de la partie ligaturée, à la limite de la fourche⁴⁵.

Trois projectiles cumulent une fracture proximale, une fracture distale, et dans 2 cas une fracture de la hampe. La pointe n° 32 (tir sur cervicale) associe ainsi une fracture distale à une fracture des deux fourchons. La sagaie portant la pointe n° 6 (tir manqué) cumule fracture de la hampe, fracture distale de la pointe et fracture de l'un de ses fourchons. La sagaie portant la pointe n° 8 a subi une fracture de la hampe, une fracture d'une partie d'un fourchon, ainsi qu'une fracture distale (il s'agit de la pointe incrustée dans la scapula).

⁴⁵ Une troisième fracture de hampe de sagaie, mentionnée sur le tableau 2, correspond à la fracture mésiale en biseau évoquée au paragraphe VI.6.2. ; mais sa relation avec l'impact n'est pas très claire.

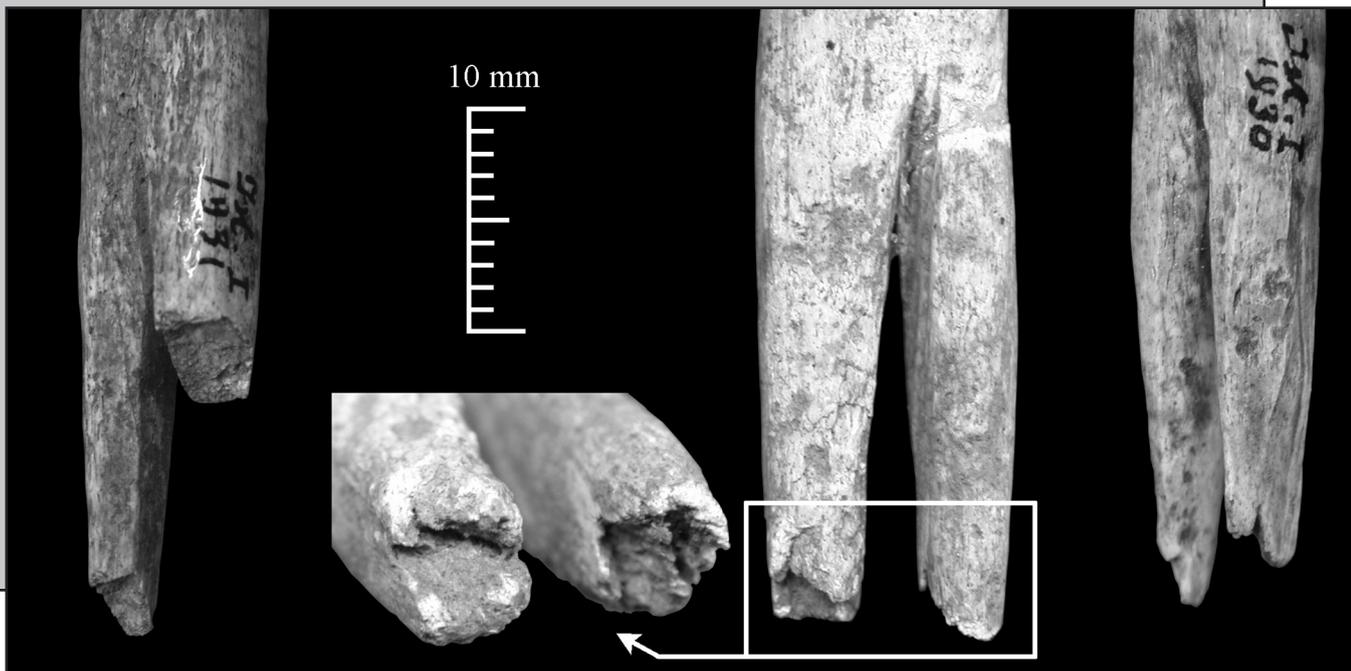
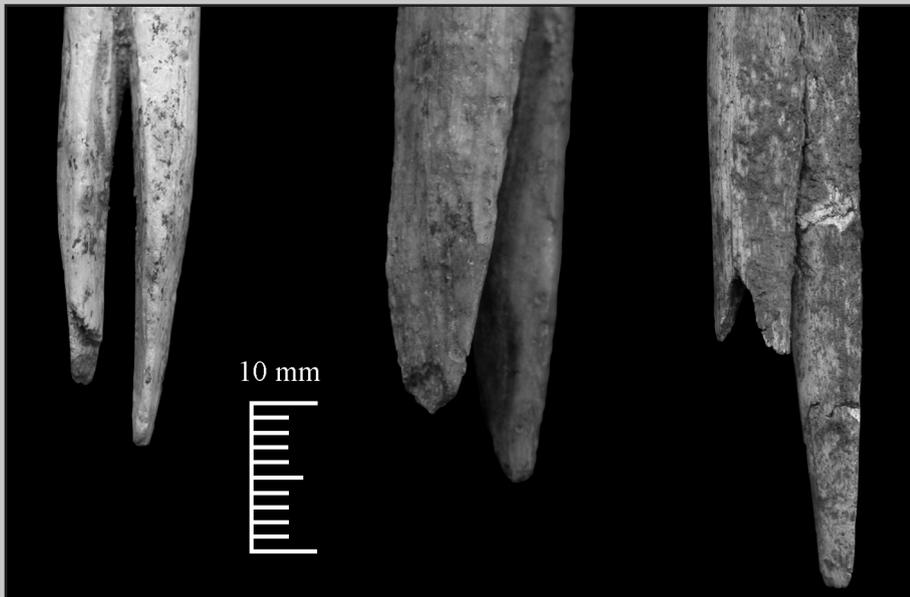
		EFFECTIF
1 FOURCHONS FRACTURÉ	fracture d'une partie de l'un des fourchons	35
	fracture d'un fourchon, à la base	8
	fracture proximale débordante	17
2 FOURCHONS FRACTURÉS	fracture d'une partie des 2 fourchons	10
	fracture des 2 fourchons, à la base	22
	fracture débordante + fracture d'une partie de l'autre fourchon	3
TOTAL		95

Tabl. 41 : fractures proximales d'utilisation observables sur les pointes à base fourchue d'Isturitz.

De haut en bas.

Fig. 97 : fractures proximales des pointes à base fourchue d'Isturitz - fracture d'une partie de l'un des fourchons. De gauche à droite : n° MAN 77163G15 (coll. Passemard, couche F1) ; n° MAN 77163G64 (idem) ; coll. Saint-Périer, couche I.

Fig. 98 : fractures proximales des pointes à base fourchue d'Isturitz - fracture d'une partie des deux fourchons. Toutes les pièces : coll. Saint-Périer, couche I.



VII.2.3. Hypothèse d'interprétation sur la fracturation des flèches et sagaies

Nous avons vu plus haut que le contraste entre la fracturation des flèches et des sagaies n'était pas dû au type de cible touchée. On peut maintenant ajouter qu'il n'est probablement pas dû non plus à la seule différence de force d'impact entre les tirs à l'arc et les tirs au propulseur. C'est en effet non seulement la quantité, mais également le type de fracture qui change lorsqu'on passe d'un mode de propulsion à l'autre. Les nombreuses fractures au propulseur sont ainsi toutes liées à une flexion brutale exercée lors de l'impact sur la pointe et la zone emmanchée, flexion suffisamment forte pour faire céder l'une et/ou l'autre. A l'arc ce type d'incident, s'il n'est pas totalement absent (*cf.* la fracture de la hampe de flèche lors du tir dans l'humérus), est beaucoup moins fréquent.

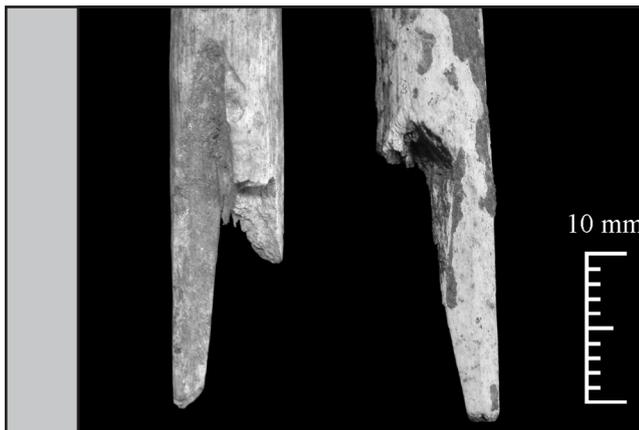
Nous pensons que cette différence tient à la longueur et à la masse très dissemblables des hampes de flèches et des hampes de sagaies, ainsi qu'au vol plus «sinueux» de ces dernières (*cf.* VI.1.3.). En effet, lors d'un tir, au moment où la pointe touche la cible et est stoppée par un obstacle solide, le reste du projectile, lui, continue sur sa lancée ; pour peu que sa trajectoire ne soit pas rigoureusement rectiligne — irrégularité plus accentuée pour les sagaies que pour les flèches — cette poussée prendra la forme d'une oscillation brutale de la hampe de gauche à droite ou de haut en bas. L'extrémité distale du projectile (pointe et partie emmanchée), fixée dans la cible, ne peut «accompagner le mouvement» et se retrouve donc soumise à une force de flexion. Dans le cas des flèches, cette flexion n'a généralement pas de conséquences dommageables car la hampe est de taille et de masse relativement réduites. En revanche, pour les sagaies, les dimensions beaucoup plus importantes de la hampe font que la flexion est plus puissante et parvient à faire céder la pointe et/ou l'emmanchement.

VII.3. Comparaison avec les fractures des pointes archéologiques

VII.3.1. Fractures distales

Nous avons vu précédemment (V.3.3.) que les fractures distales des pointes à base fourchue archéologiques étaient constituées d'une grande majorité de fractures en languette (86 des 115 stigmates d'utilisation observés à l'extrémité distale). Le fait que, expérimentalement, ce type de dommage ne se soit produit que lors des lancers au propulseur soutient donc l'hypothèse selon laquelle les pointes à base fourchue du Magdalénien supérieur d'Isturitz étaient des armatures de sagaie et non de flèche.

Les dimensions relevées sur les fractures expérimentales (*cf.* tabl. 40 : longueur du pan de fracture : 4 à 8 mm ; largeur et épaisseur de la pointe au niveau de la base du pan : 3 à 5,8 mm) s'inscrivent dans la fourchette de variation des fractures des pointes archéologiques.



De haut en bas.

Fig. 99 : fractures proximales des pointes à base fourchue d'Isturitz - fracture d'un fourchon, à la base. De gauche à droite : n° MAN 77163G152 et 77163G79 (coll. Passemar, couche F1).

Fig. 100 : fractures proximales des pointes à base fourchue d'Isturitz - fracture des deux fourchons, à la base. De gauche à droite : n° MAN 77163G100 (coll. Passemar, couche F1) ; n° MAN 77163G129 (*idem*) ; coll. Saint-Périer, couche I.

Toutefois, elles se situent nettement vers le bas de cette fourchette, c'est-à-dire qu'elles représentent des dégâts relativement limités : la longueur moyenne des pans des fractures expérimentales est par exemple de 6,3 mm, contre 11,1 mm pour les pans des fractures en languette sur les pointes à base fourchue archéologiques. Nous n'avons obtenu aucun équivalent expérimental des fractures en languette «de grande ampleur» constatées sur les pointes d'Isturitz ; ces fractures, ainsi dénommées car elles se sont produites à un niveau où le fût de la pointe est épais d'au moins 6 mm (*cf.* V.3.3.), représentent pourtant la moitié des fractures en languette archéologiques... Comme nous le verrons ci-dessous, ce contraste se retrouve, sous une autre forme, au niveau des fractures proximales.

VII.3.2. Fractures proximales

95 pointes à base fourchue d'Isturitz présentent des fractures d'utilisation au niveau des fourchons (les fractures observables sur les fourchons isolés ont également été prises en compte dans cet effectif). Dans 60 cas, un seul fourchon est affecté ; dans 35 cas, les deux le sont. Les fractures proximales se répartissent ainsi (tabl. 41) :

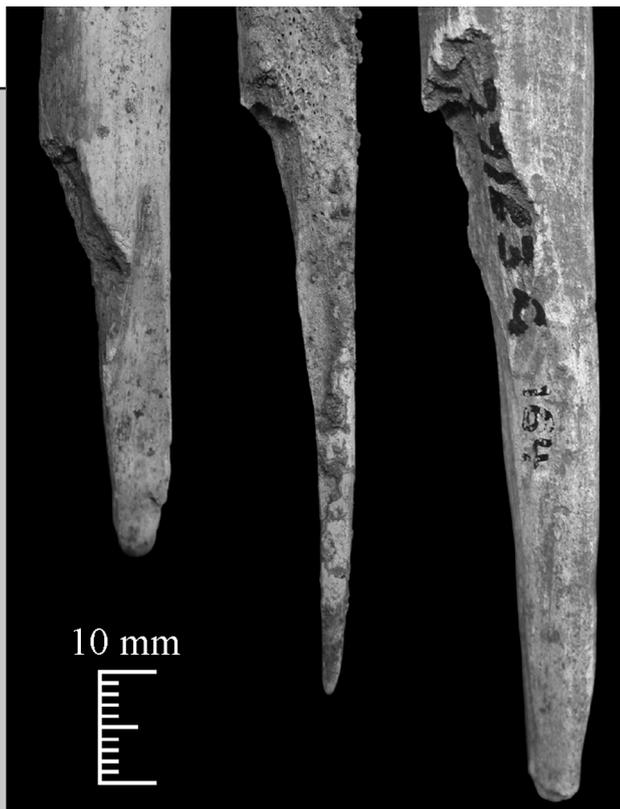


Fig. 101 : fractures proximales des pointes à base fourchue d'Isturitz - fracture débordante. De haut en bas : n° MAN 77163wG164, 77163G74 et 77163G148 (tous coll. Passemard, couche F1).

- Fracture d'une partie de l'un des fourchons (fig. 97) : 38 pointes présentent un fourchon fracturé non loin de son extrémité proximale, le fragment manquant ayant laissé un pan de fracture oblique. Dans 3 cas, cette fracture s'accompagne, sur l'autre fourchon, d'une fracture proximale débordante (voir description plus bas).
- Fracture d'une partie des deux fourchons (fig. 98) : ce type de fracture, présent sur 10 pointes, est similaire au précédent si ce n'est que les 2 fourchons ont cette fois été affectés simultanément, montrant des fractures d'amplitude et d'orientation généralement comparables.
- Fracture de l'un des fourchons, à la base (fig. 99) : sur 8 pointes, l'un des fourchons s'est fracturé à sa jonction avec la partie mésiale de la pointe.
- Fracture des deux fourchons, à la base (fig. 100) : il s'agit du même type de fracture que le précédent, mais ayant affecté les 2 fourchons d'une même pointe. Ce type de stigmatisme est présent sur 22 pièces.
- Fracture proximale débordante (fig. 101) : cette fracture s'est produite sur 20 pointes (dans 3 cas, elle est associée à une fracture d'une partie de l'autre fourchon). Il s'agit d'un type de dommage similaire, dans son principe, à la « fracture d'un fourchon à la base » ; toutefois, ici, le pan de fracture a littéralement outrepassé vers l'extrémité distale de la pointe, emportant le fourchon mais aussi une partie du fût. Par rapport aux autres

types de fractures proximales, les « débordantes » produisent des pans beaucoup plus longs, atteignant couramment plusieurs centimètres (maximum : 6,4 cm ; moyenne : 3,1 cm).

A l'évidence, l'examen des fractures proximales des pointes à base fourchue d'Isturitz va lui aussi dans le sens d'une identification de ces pièces comme armatures de sagaie. Expérimentalement, les fractures de ce type ne sont en effet apparues que lors des tirs au propulseur ; de plus, chacune des catégories de fractures proximales expérimentales a des équivalents très proches dans la série archéologique (comparer les fig. 90 et 97, 91 et 99, 92 et 100).

La similitude n'est cependant pas totale. Ainsi, 2 catégories de fractures proximales présentes sur les pointes d'Isturitz ne se retrouvent pas dans la série expérimentale : la fracture d'une partie des deux fourchons (fig. 98) et la fracture proximale débordante (fig. 101). L'absence de cette seconde catégorie est d'autant plus étonnante qu'elle est relativement bien représentée dans la série archéologique. A l'inverse, la série expérimentale montre une surreprésentation de la fracture des deux fourchons à la base : elle est de loin la plus fréquente (7 fractures proximales sur 11), ce qui n'est pas le cas sur les pointes d'Isturitz... La différence d'effectifs entre les populations expérimentale et archéologique ne permet pas à elle seule d'expliquer ces contrastes.

VII.3.3. Bilan et perspectives

La comparaison entre les référentiels expérimentaux existants et les fractures des pointes du Magdalénien supérieur d'Isturitz avait fourni une première série d'arguments en faveur de l'utilisation de ces pièces comme armatures de projectile (V.3.3.). Les tirs expérimentaux organisés en 2003 ont permis d'aller plus loin dans l'étude du type majoritaire, les pointes à base fourchue, en construisant un référentiel de fractures qui leur est spécifiquement adapté.

Des résultats de cette expérimentation, il ressort que les fractures distales en languette et les fractures au niveau des fourchons sont toujours dues à des impacts contre des obstacles particulièrement solides (os épais ou sol gelé), impliquant des pointes montées sur des sagaies lancées au propulseur. Ces fractures étant abondantes sur les pointes à base fourchue archéologiques, on peut donc supposer, en première analyse, que tel était bien le mode de propulsion de ces armatures dans le Magdalénien supérieur d'Isturitz.

Il subsiste cependant entre les stigmates expérimentaux et archéologiques d'indéniables différences. Ainsi, l'absence, dans la série expérimentale, de fractures distales en languette de grande ampleur — mais aussi de certaines fractures proximales parmi les plus spectaculaires (fractures débordantes) — nous a conduit à penser que les conditions dans lesquelles s'était déroulée l'expérimentation n'étaient sans doute pas aussi destructrices pour les pointes que leurs conditions originelles d'utilisation au Magdalénien. Par ailleurs, afin d'étendre l'analyse fonctionnelle à l'ensemble des types d'armatures présents dans notre corpus, il fallait également étudier le fonctionnement des pointes à biseau double et des préhampes. La mise en œuvre d'une seconde expérimentation, avec un protocole modifié, était donc indispensable.

VIII. L'EXPERIMENTATION 2004 : UN PROTOCOLE REVISE...

L'organisation d'une seconde séance de tir expérimental avait donc deux buts : tester l'utilisation des pointes à biseau double et des préhampes, pièces absentes de l'expérimentation en 2003 ; et tenter de reproduire expérimentalement un certain nombre de fractures présentes sur les pointes à base fourchue archéologiques, mais qui ne s'étaient pas produites lors de nos premiers tirs.

Pour atteindre ce deuxième objectif, nous avons pris plusieurs mesures qui, dans notre esprit, devaient faciliter l'apparition des fractures en rendant le protocole plus destructeur pour les pointes — tout en restant cohérent avec les conditions supposées d'utilisation de nos pièces au Paléolithique.

Nous verrons que les choses ne se sont pas tout à fait déroulées comme prévu ; les résultats, qui sur plusieurs points sont très différents de ceux de 2003, se sont néanmoins révélés extrêmement instructifs.

VIII.1. Les principales modifications apportées au protocole expérimental

La nouveauté la plus évidente de l'expérimentation 2004 résidait dans la composition de la série d'armatures expérimentales. Celle-ci comprenait :

- 36 pointes à base fourchue, dont 4 montées sur des préhampes à fourche et biseau double opposés. Le choix de privilégier ce type de préhampe au détriment du type à deux fourches opposées s'appuyait sur le fait qu'il représente le

cas le plus fréquent parmi les préhampes entières du corpus archéologique (4 pièces sur 5).

- 18 pointes à biseau double, fabriquées sur le modèle des pointes «typiques» du corpus archéologique (sous-type dominant : *cf.* III.3.2.). L'effectif réduit des pointes à biseau double par rapport aux bases fourchues se justifiait du fait que ces pointes présentent manifestement des fractures moins variées (avec en particulier une absence presque complète de fractures proximales), et ne nécessitaient donc pas *a priori* un référentiel expérimental aussi important.

Le deuxième grand changement portait sur l'espèce animale utilisée comme cible. En effet, en 2004, les tirs ont été effectués sur deux daines (provenant d'un élevage). Ce choix — qui correspondait à notre souhait originel en 2003 — était plus satisfaisant pour deux raisons : le gabarit du daim est plus proche de celui du renne, et surtout, il s'agissait de deux individus adultes, dont les ossements présentaient une configuration et des propriétés biomécaniques leur offrant une plus grande résistance à l'impact. Cette différence a eu une influence non négligeable sur le déroulement des tirs (*cf.* IX.1.).

Enfin, une troisième modification concernait l'angle de tir. En 2003, tous les tirs avaient été effectués selon un angle orthogonal — le tireur était positionné sur le côté de l'animal, dont le flanc était perpendiculaire à la ligne de tir. En 2004, un tiers des projectiles ont été tirés depuis cette même position, mais nous avons également testé deux autres angulations : une où l'animal était vu de trois-quarts avant,

et une où il était visé de trois-quarts arrière (cf. VIII.5.1. et fig. 115). Ce dispositif avait pour but, tout en maintenant les mêmes consignes de tir qu'en 2003 (viser les parties vitales de l'animal), de favoriser la fracturation des pointes en augmentant les chances de toucher les ossements plus massifs des ceintures et du stylopede (scapula, humérus, coxal, fémur). Nous souhaitions également vérifier si les impacts sous ces angles induisaient des fractures spécifiques sur les armatures et/ou les os de la cible.

L'emmanchement des pointes à base fourchue, les caractéristiques des hampes de projectile, l'installation du pas de tir, etc., ont également subi certains ajustements. Ils seront évoqués dans les paragraphes correspondants, l'ensemble étant synthétisé dans le tabl. 46 qui clôt ce chapitre.

VIII.2. Les armatures expérimentales

VIII.2.1. Fabrication des armatures

Les armatures expérimentales ont été fabriquées à partir de 2 bois de chute et 2 bois de massacre de rennes mâles adultes provenant de la Laponie finlandaise, et récoltés fin 2002. Ces bois étaient nettement plus grands que ceux utilisés lors de la première expérimentation, présentant en particulier une perche A plus longue, plus rectiligne et de section plus importante, avec une *compacta* épaisse de 6 à 11 mm : c'est donc principalement cette partie que nous avons utilisée pour la fabrication des armatures.

Avec une scie à métaux, nous avons débité sur chaque perche A un tronçon de 20 à 30 cm de long. Nous avons ensuite procédé par rainurage multiple : 4 à 5 rainures ont été pratiquées au burin dièdre en silex, de manière à diviser longitudinalement chaque tronçon en 4 ou 5 baguettes de 10 à 20 mm de large. La mise en place d'une rainure de 6 à 9 mm de profondeur (correspondant à l'épaisseur du tissu compact) demandait en moyenne 1h15 de travail. Le détachement des baguettes a ensuite été effectué par fendage à la massette et au burin (de métal !). Les 18 baguettes produites ont permis la fabrication de 42 pointes et 4 préhampes.

Les fûts de 2 andouillers de glace ont également été exploités, pour produire 12 pointes (6 sur face interne, 6 sur face externe). Cette fois, l'ensemble du débitage a été effectué avec la scie à métaux, chaque support étant conçu de manière à présenter des dimensions proches de celles de l'objet fini projeté.

Pour le façonnage des armatures, nous avons utilisé une série de 30 burins dièdres fabriqués par J.J. Dutrieux sur le modèle des burins de la couche I/F1 ; les mêmes outils expérimentaux avaient été employés pour le débitage des baguettes décrit ci-dessus. Quelques lames brutes ou retouchées ont également été utilisées pour certaines opérations de raclage et de sciage (cf. ci-dessous). Comme l'année précédente, la surface du bois et/ou la partie active de l'outil étaient régulièrement trempées dans l'eau pour permettre un travail plus efficace.

Les techniques utilisées pour le façonnage des pointes étaient les mêmes qu'en 2003 : régularisation de la partie méso-

distale par raclage longitudinal au chanfrein de burin (après un ébauchage à la scie) ; fabrication de la base fourchue par rainurage bifacial au burin dièdre. Sur les pointes à biseau double, l'aménagement proximal était façonné par raclage longitudinal sur les faces supérieure et inférieure du support (là encore, généralement après un ébauchage à la scie des deux pans du biseau) ; les incisions d'adhérence, présentes sur les pans du biseau des pointes archéologiques, ont été reproduites expérimentalement à l'aide d'un trièdre de burin. Pour toutes les étapes du façonnage, l'abrasion a été ponctuellement utilisée, en particulier pour régulariser rapidement les surfaces de petite taille (extrémités des fourchons ou du biseau double, extrémité distale de la pointe...) qui sont difficiles à travailler efficacement par raclage.

La principale différence technique par rapport à 2003 résidait dans le recours beaucoup plus fréquent au procédé de fabrication de 2 pointes «tête-bêche» (cf. IV.2.3. et VI.2.1.). La longueur des baguettes débitées permettait en effet de façonner 2 à 3 pointes sur chacune d'elles (seuls font exception les supports sur fût d'andouiller, ainsi que les 4 baguettes consacrées à la fabrication des préhampes : voir ci-dessous). Les fig. 102 et 103 montrent ainsi les schémas d'exploitation les plus fréquemment utilisés pour la production de 3 pointes à base fourchue ou à biseau double sur une baguette de 25-30 cm de long. Précisons tout de même que, pour le façonnage des biseaux doubles (fig. 103, A et D) et des extrémités distales (fig. 102, B et C ; fig. 103, B et C), l'ébauchage et la séparation des pointes ont le plus souvent été effectués à la scie à métaux afin de gagner du temps.

Quoi qu'il en soit, nous avons pu vérifier que, même en n'utilisant que des outils lithiques, le façonnage «tête-bêche» permettait un travail plus rapide. Ainsi, la fabrication de 2 fourches tête-bêche (fig. 102, D) demandait en moyenne 1h15 de travail ; or le façonnage d'une fourche «seule» à l'extrémité d'une baguette (fig. 103, A) demandait exactement le même temps. De ce point de vue, ce procédé permet donc bien de façonner «deux pointes pour le temps d'une»⁴⁶. Au total, le façonnage des 54 pointes à partir des baguettes-supports a nécessité environ 115h de travail, soit un peu plus de 2h par pointe⁴⁷.

La fabrication des préhampes s'est déroulée de manière légèrement différente. Ces pièces étant plus longues (de 14 à 17 cm, cf. ci-dessous), 4 baguettes de 20 cm leur furent consacrées, chaque baguette ne produisant qu'une seule préhampe. Par ailleurs, leur fabrication ayant eu lieu très peu de temps avant la date prévue pour les tirs,

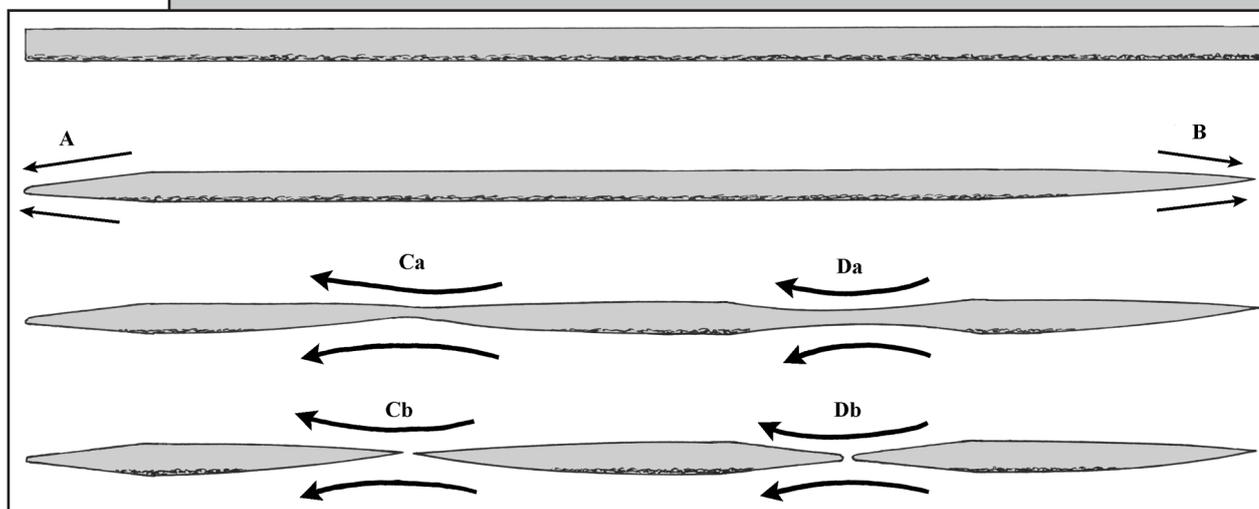
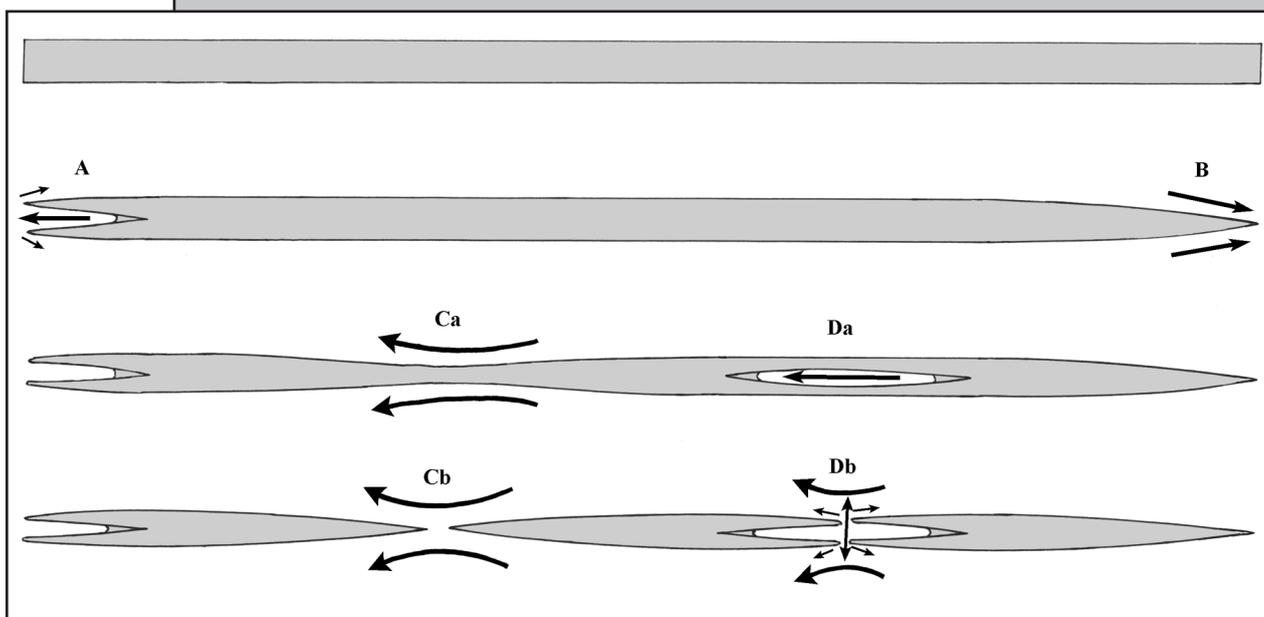
⁴⁶ Pour le façonnage des biseaux doubles et des extrémités distales, il est plus difficile de faire la même comparaison, car l'utilisation fréquente de la scie à métaux pour l'ébauchage biaise l'estimation du temps de travail. A titre indicatif, la fabrication de 2 biseaux doubles tête-bêche, entièrement au silex, nous a demandé en moyenne 1h30. Le façonnage de 2 extrémités distales pointues par raclage en diabolo était plus rapide (30 minutes), mais les pointes devaient ensuite être affinées et régularisées par raclage et abrasion (ce qui demandait environ 30 minutes par pointe).

⁴⁷ Ce chiffre est inférieur à celui calculé pour 2003 (3h par pointe en moyenne). Cette différence est en partie due au gain de temps représenté par le procédé de façonnage tête-bêche, mais aussi et surtout à une plus grande expérience dans le travail du bois de Cervidé... sans que nous soyions pour autant parvenu au degré de maîtrise d'un véritable artisan !

De haut en bas.

Fig. 102 : expérimentation 2004 - fabrication expérimentale de 3 pointes à base fourchue tête-bêche, à partir d'une longue baguette (vue supérieure). A : façonnage d'une fourche par rainurage bifacial au burin dièdre ; façonnage de l'extrémité des fourchons par raclage et abrasion. B : façonnage d'une partie mésio-distale par raclage au chanfrein de burin ou au tranchant de lame. Ca : raclage en diabolo, au chanfrein de burin ou au tranchant de lame. Cb : achèvement du raclage et séparation des extrémités distales des deux pointes. Da : façonnage d'un évidement par rainurage bifacial au burin dièdre. Db : amincissement des fourchons par raclage en diabolo sur leurs faces externes, puis séparation des deux pointes par sciage, puis rapide finition des extrémités des fourchons par raclage.

Fig. 103 : expérimentation 2004 - fabrication expérimentale de 3 pointes à biseau double tête-bêche à partir d'une longue baguette (vue latérale). A : façonnage d'une extrémité à biseau double, par raclage (au chanfrein de burin ou au tranchant de lame) et abrasion (sur bloc de grès). B : façonnage d'une partie mésio-distale par raclage et abrasion. Ca : raclage en diabolo. Cb : achèvement du raclage et séparation des extrémités distales des deux pointes. Da : raclage en diabolo. Db : achèvement du raclage et séparation des extrémités proximales des deux pointes.



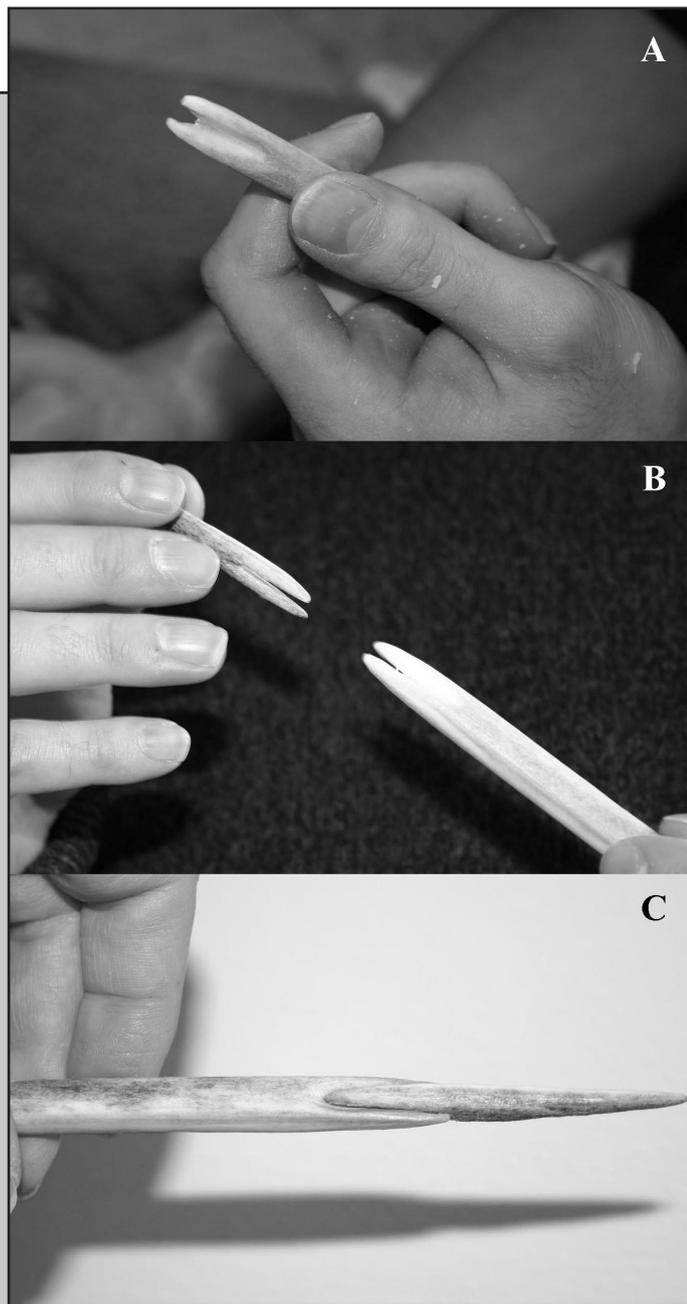


Fig. 104 : expérimentation 2004 - fabrication de l'une des préhampes (clichés P. Chauvaux). A : extrémité distale de préhampes en cours de façonnage. B : vérification de l'ajustement de la pointe à base fourchue sur la préhampes. C : l'armature composite (pointe + préhampes) après façonnage, et avant collage et ligature.

les contraintes de délai nous ont conduit à utiliser une ponceuse à bande pour l'essentiel du façonnage, seule la finition des pièces étant effectuée par raclage au silex afin de leur donner un état de surface comparable à celui des pièces archéologiques. L'extrémité distale fourchue a en revanche été façonnée entièrement au silex : mise en place de la fourche par rainurage bifacial, puis finition des fourchons par raclage et abrasion. En effet, pour que le joint entre la préhampes et la pointe soit solide, il était nécessaire d'ajuster progressivement l'extrémité de la préhampes à la partie proximale de la pointe choisie, de telle sorte que les deux s'emboîtent étroitement (fig. 104).

VIII.2.2. Caractéristiques morphométriques des armatures

- Pointes à base fourchue : par rapport à la série de 2003, la concordance entre pointes expérimentales et archéologiques a été améliorée (tabl. 47 et fig. 105 à 108). Nous avons notamment reproduit plus fidèlement la répartition trimodale des longueurs totales et mésio-distales (fig. 105). Par ailleurs, la matière première utilisée en 2004 nous a permis de fabriquer des pointes plus épaisses, respectant ainsi les proportions largeur proximale / épaisseur proximale des pièces archéologiques (fig. 108, C) : le coefficient de corrélation est de 0,8 pour ces dernières, et de 0,79 pour les pointes expérimentales. La section mésiale des pièces expérimentales est presque toujours subquadrangulaire (une seule est circulaire) ; les sections distales sont en revanche plus variées qu'en 2003 (13 ovales, 12 subquadrangulaires, 7 circulaires, 4 biconvexes), conséquence de notre volonté de mieux restituer la répartition métrique des largeurs distales (fig. 107, A). Enfin, comme en 2003, un quart de nos pointes présentent un léger désaxement de la partie proximale, dont il a fallu tenir compte lors de l'emmanchement (*cf.* fig. 74).

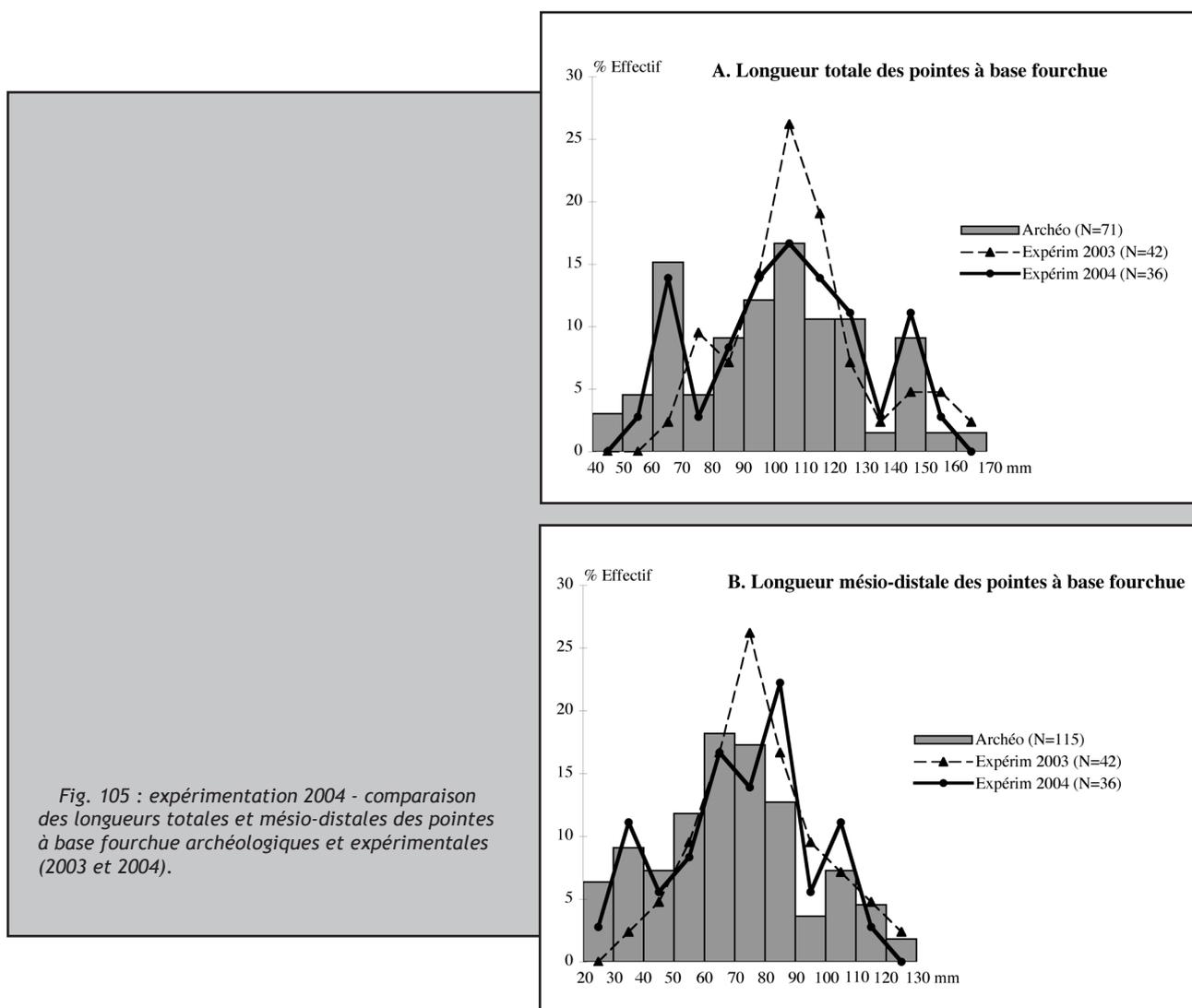
- Pointes à biseau double : les 18 pointes expérimentales ont été conçues pour reproduire les caractéristiques des pointes à biseau double « typiques », sous-type largement dominant dans le corpus archéologique (82 % des pièces). Ici encore, la correspondance entre les deux corpus nous semble satisfaisante (tabl. 48 et fig. 109-110). Le biseau double présente un profil et une section plats, et une extrémité droite ou lancéolée, tout comme celui des pointes de la couche I/F1. Onze pièces portent des incisions d'adhérence descendantes sur les pans de leur biseau, les 7 autres ayant conservé un biseau double à pans lisses — ce qui correspond aux deux cas les plus fréquents sur le matériel archéologique. La seule légère différence concerne la forme des sections. Les pointes expérimentales présentent des sections mésiales généralement subquadrangulaires (15 cas, contre 3 circulaires) et des sections distales plus diversifiées, majoritairement ovales (9 cas, pour 6 circulaires et 3 subquadrangulaires) — ce qui ne correspond pas exactement à la répartition des sections des pointes archéologiques (*cf.* tabl. 28). Les formes dominantes — ovale et subquadrangulaire — restent cependant les mêmes.

- Préhampes : les caractéristiques des préhampes expérimentales s'inspirent de celles des 3 préhampes entières de la couche I/F1 qui présentaient la plus grande homogénéité typologique — une longueur totale de 136 à 172 mm (cette dernière légèrement tronquée), une largeur et une épaisseur maximales de 9 à 11 mm, une section circulaire et un biseau double proximal d'une longueur de 29 à 34 mm. Conformément à ce modèle, les 4 préhampes expérimentales sont longues de 143, 152, 161 et 172 mm, pour une largeur et une épaisseur maximales de 8,8 à 10,6 mm, une section circulaire et un biseau double proximal long de 30 à 33 mm.

La mesure de la masse, l'estimation du volume et de la densité ont été pratiquées de la même manière qu'en 2003 (tabl. 44) ; seuls le volume et la densité des préhampes n'ont pas pu être évalués faute de temps. On peut tout de même

	36 POINTES EXPÉRIMENTALES	12 POINTES DE FLÈCHE	24 POINTES DE SAGAIE	419 POINTES ISTURITZ
Longueur totale	104,5	102,8	105,3	100,3
Longueur proximale	33,6	32,7	33,9	33,7
Longueur mésio-distale	70,9	70,1	71,3	69,2
Largeur proximale	9,2	9,1	9,3	9,3
Épaisseur proximale	7	6,7	7,2	7,1
Largeur distale	4,9	4,8	4,9	5
Épaisseur distale	3,8	3,9	3,8	3,7
Profondeur évident	23,7	23,4	23,9	24,6
Ecartement fourche	4,4	4,2	4,5	4,3
Masse (en grammes)	6,1	5,9	6,2	-

Tabl. 42 : expérimentation 2004 - mesures moyennes (en mm) de l'ensemble des pointes à base fourchue expérimentales, du sous-ensemble des pointes de flèche, du sous-ensemble des pointes de sagaie et des pointes à base fourchue d'Isturitz.



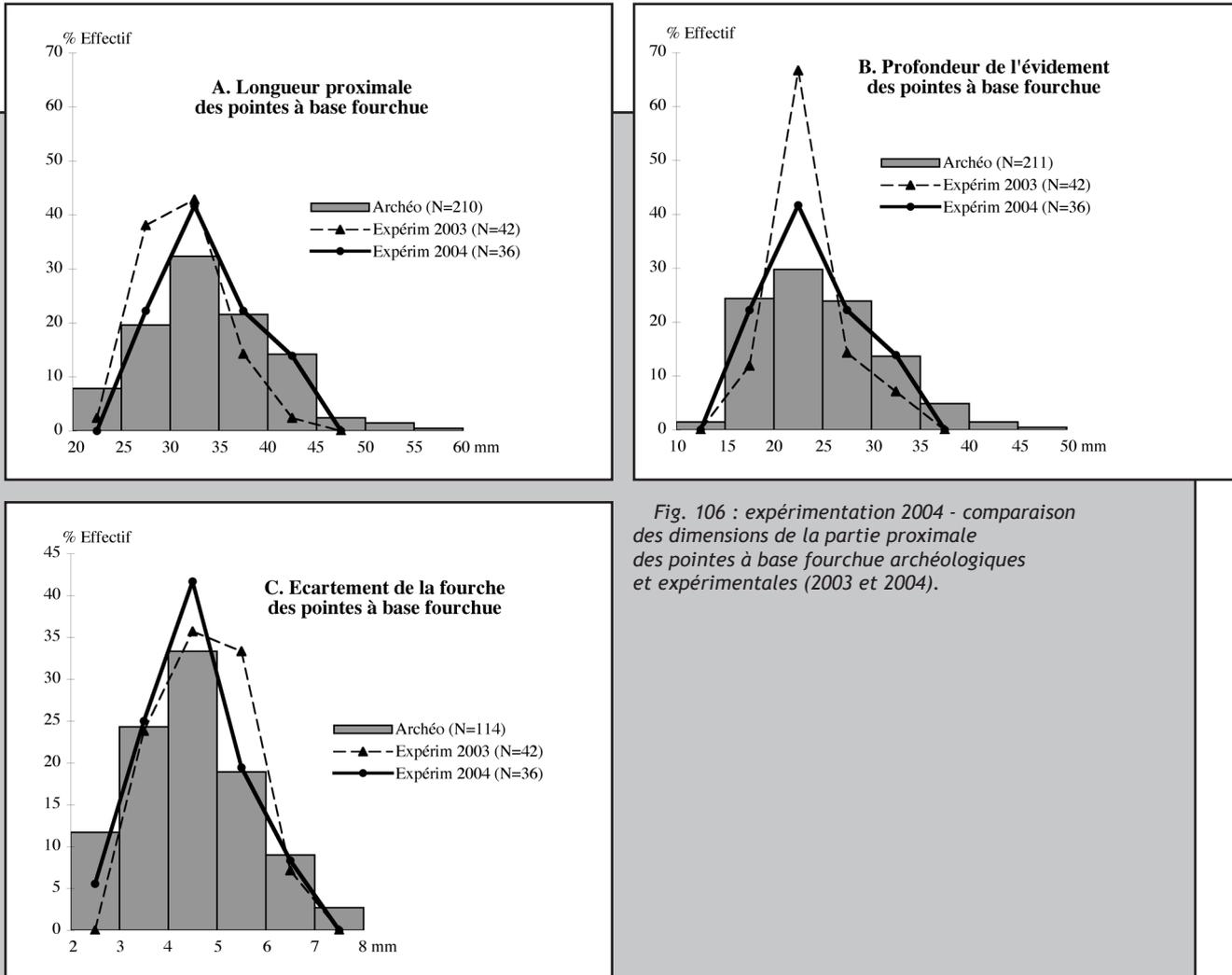
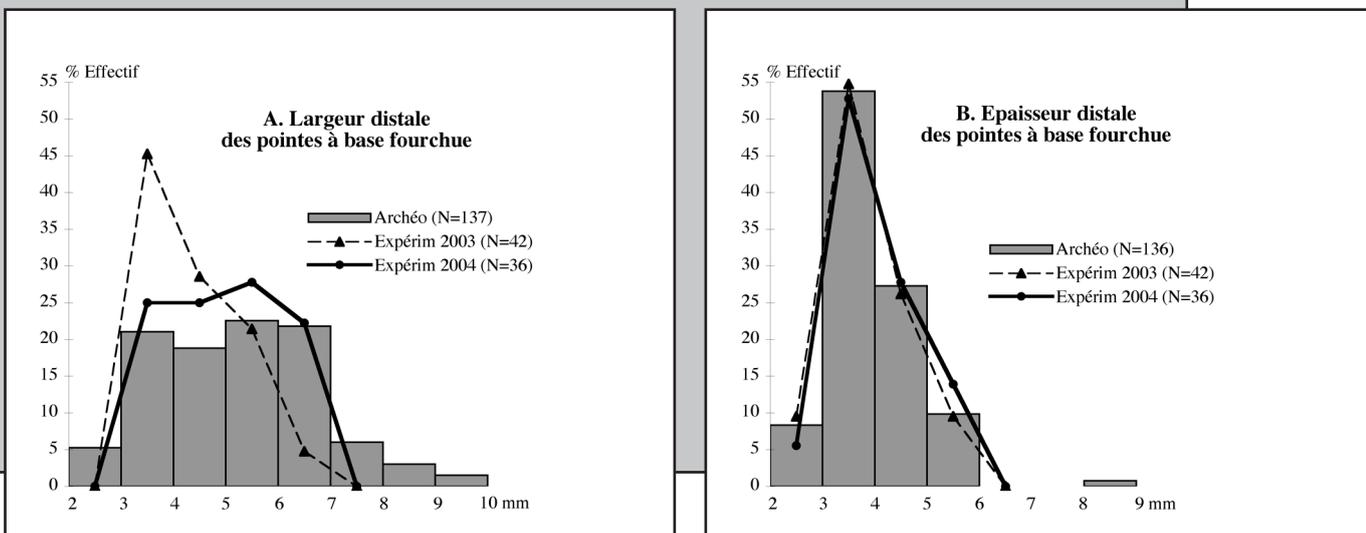


Fig. 106 : expérimentation 2004 - comparaison des dimensions de la partie proximale des pointes à base fourchue archéologiques et expérimentales (2003 et 2004).

Fig. 107 : expérimentation 2004 - comparaison des largeurs et épaisseurs distales des pointes à base fourchue archéologiques et expérimentales (2003 et 2004).



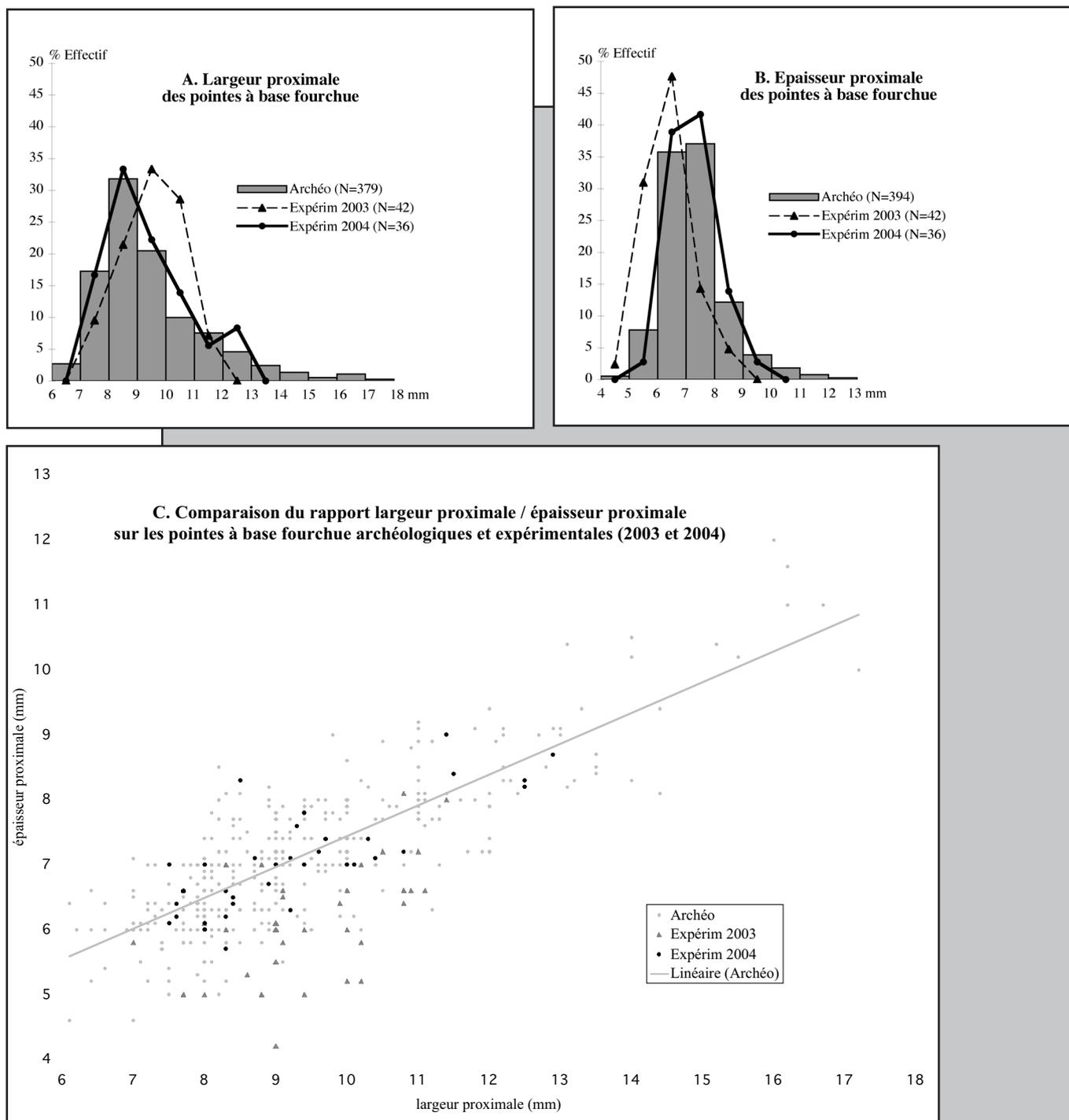


Fig. 108 : expérimentation 2004 - comparaison des largeurs et épaisseurs proximales des pointes à base fourchue archéologiques et expérimentales (2003 et 2004).

	18 POINTES EXPÉRIMENTALES	9 POINTES DE FLÈCHE	9 POINTES DE SAGAIE	95 POINTES ISTURITZ
Longueur totale	90,2	89,6	90,8	91,8
Longueur proximale	29,1	29,7	28,4	29,9
Long. méso-distale	61,1	60	62,3	60,6
Largeur proximale	7,9	8,1	7,7	7,9
Épaisseur proximale	6,9	7,2	6,7	7
Largeur distale	4,8	4,8	4,9	5
Épaisseur distale	4,1	3,9	4,2	4,1
Largeur du biseau	6,6	6,8	6,5	6,9
Épaisseur du biseau	2,8	2,8	2,8	2,8
Masse (en grammes)	5,1	5,2	5	-

Tabl. 43 : expérimentation 2004 - mesures moyennes (en mm) de l'ensemble des pointes à biseau double expérimentales, du sous-ensemble des pointes de flèche, du sous-ensemble des pointes de sagaie et des pointes à biseau double «typiques» d'Isturitz (sous-type dominant).

noter que les préhampes sont notablement plus lourdes que les pointes (en moyenne 16 g contre 5,8 g).

La densité moyenne des pointes est identique à celle calculée en 2003 (1,7 g/cc), ce qui est étonnant puisque la totalité des pièces provient cette fois de la perche A et de l'andouiller de glace, censément plus denses que le reste du bois (cf. VI.2.3.). De fait, nous avons pu constater lors de la fabrication des pièces que 2 des bois présentaient une compacta certes épaisse, mais relativement peu dense (fig. 111). Nous ne savons pas comment expliquer cette situation ; elle ne correspond pas à une différence entre bois de chute et bois de massacre.

VIII.2.3. Répartition flèches - sagaies

Les pointes à biseau double ont été réparties en 2 lots égaux et morphométriquement équivalents, l'un destiné à être emmanché sur les hampes de flèche, l'autre à équiper les hampes de sagaies (tabl. 43). Nous n'avons en effet aucune hypothèse *a priori* concernant le mode de lancer de ces pointes.

Pour les pointes à base fourchue en revanche, nous avons réservé les 2/3 de la série aux sagaies, n'en laissant qu'une douzaine pour armer les flèches (tabl. 42). Ce choix s'appuyait sur les résultats de la première expérimentation, qui nous laissaient plutôt présager pour ces pointes une fonction d'armatures de sagaie. De plus, c'est le lancer au propulseur qui avait produit le plus grand nombre de fractures, et nous espérons donc, en le privilégiant, obtenir un catalogue plus large de stigmates d'utilisation.

Chaque lot de flèches et de sagaies a ensuite été divisé en 3 «sous-lots» équivalents, chacun attribué à une position de tir — latéral, trois-quarts avant ou trois-quarts arrière (cf. VIII.1.). Toutefois, suite à une erreur de manipulation au début de l'expérimentation, une sagaie équipée d'une pointe à base fourchue a été placée dans le lot «trois-quarts arrière» alors qu'elle aurait dû être dans le lot «tir latéral». Cette erreur n'ayant pas été détectée avant la fin des tirs, nous nous sommes retrouvés avec des lots de 7, 8 et 9 sagaies à pointe fourchue, au lieu de 3 lots de 8 sagaies (tabl. 45).

Enfin, les préhampes ont été réparties équitablement entre les flèches (2 exemplaires, dont une dans le lot «tir latéral» et une dans le lot «trois-quarts avant») et les sagaies (idem).

VIII.3. Les hampes de projectile

Nous avons récupéré les hampes de flèches de 0,9 cm de diamètre utilisées en 2003, en les raccourcissant de telle sorte que tous les projectiles mesurent 80 cm de long une fois la pointe emmanchée. Cette harmonisation a été effectuée à la demande de P. Cattelain, qui souhaitait pouvoir ajuster sa visée en se réglant sur une longueur standard de projectile, ce qui n'avait pas été possible en 2003 (cf. Annexe 2).

Les hampes de flèches seules pesaient de 21 à 28 g, les projectiles complets de 27 à 41 g (moyenne : 31). Le centre de gravité des flèches était systématiquement décalé vers l'avant, généralement entre 50,6 et 55,6 % de la longueur totale du projectile. Pour 5 flèches, il était même situé entre 57,5 et 60,6 % ; parmi elles figuraient les 2 flèches équipées de préhampes.

Nous avons en revanche entièrement renouvelé les hampes de sagaies, choisissant des fûts plus épais (passage de 1,2 à 1,4 cm de diamètre). En effet, bien que le diamètre de 1,2 cm soit un des plus couramment utilisés lors des concours de tir au propulseur, 1,4 cm correspond mieux aux dimensions moyennes des sagaies ethnographiques (P. Cattelain, comm. pers.) ; ce chiffre évoque par ailleurs le calibre de la préhampe magdalénienne du Tuc d'Audoubert, probablement utilisée en association avec une pointe à base fourchue (cf. VI.1.1.). De plus, dans l'optique de rechercher les fractures d'utilisation, le changement de diamètre avait également pour conséquence d'alourdir le projectile, augmentant ainsi son énergie cinétique et donc la violence de l'impact.

Nous souhaitons conserver pour les hampes de sagaies le même bois qu'en 2003 (le pin) ; malheureusement, suite à un problème d'approvisionnement, nous avons finalement dû utiliser des fûts en ramin, achetés de surcroît en 2 lots séparés et hétérogènes. Le premier lot (N = 16) était composé de hampes plus lourdes et de couleur plus sombre que le second (N = 17), dont le bois provenait apparemment de l'aubier, et dont la moitié (N = 9) présentait par ailleurs un problème de rectitude (torsion du quart distal). A la demande de P. Chauvaux, les hampes du premier lot ont été ajustées de manière à mesurer 240 cm de long avec la pointe

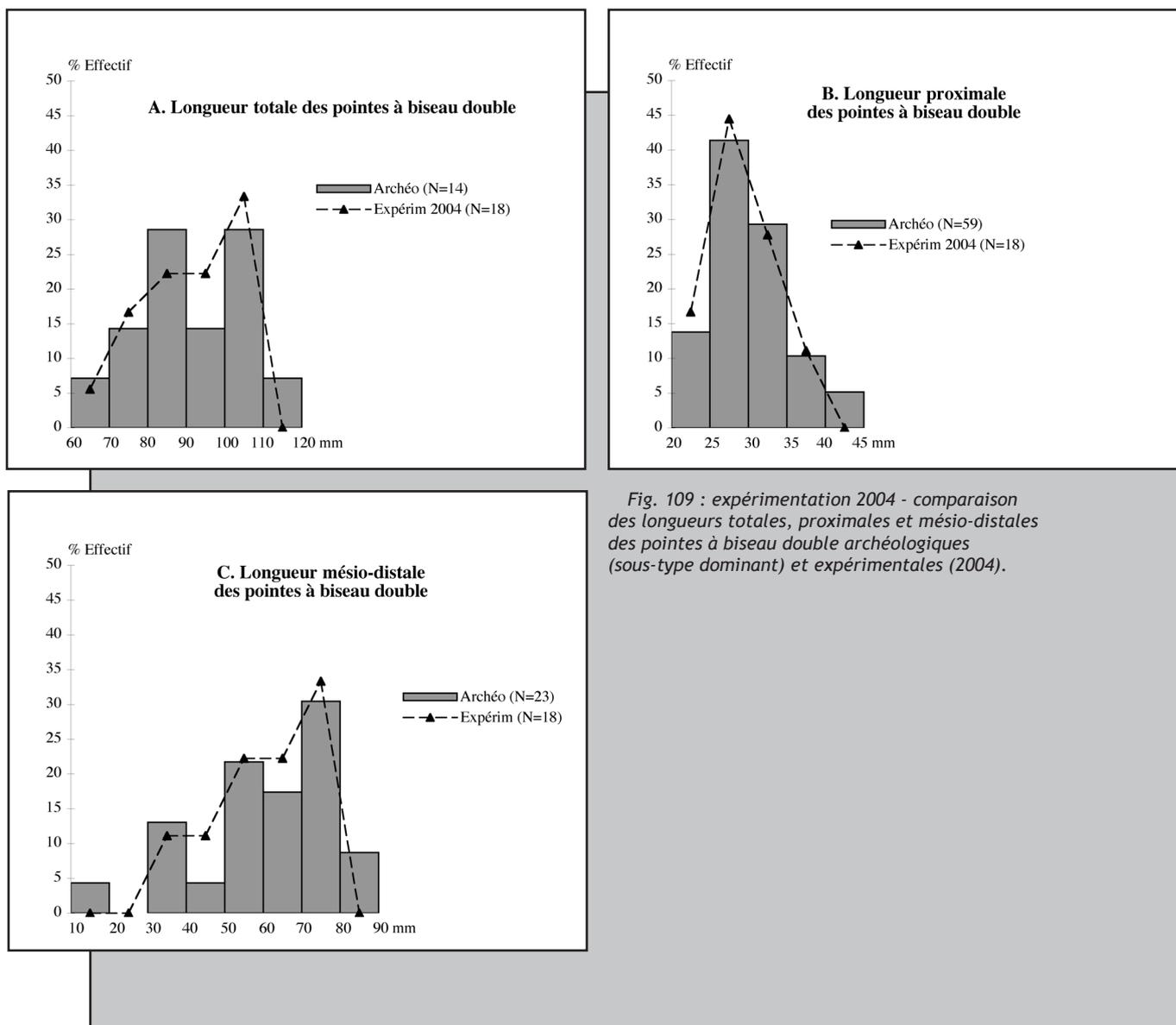


Fig. 109 : expérimentation 2004 - comparaison des longueurs totales, proximales et méso-distales des pointes à biseau double archéologiques (sous-type dominant) et expérimentales (2004).

emmanchée, les hampes du second lot étant harmonisées à une longueur de 260 cm, toujours avec la pointe.

La masse des sagaies variait pour le premier lot de 188 à 230 g (avec les pointes : 195 à 237 g, moyenne 216), et pour le second de 149 à 180 g (avec les pointes : 153 à 193 g, moyenne 171). Sur l'ensemble des sagaies, le centre de gravité était situé à 47,5 - 50 % de la longueur totale du projectile, à l'exception de 2 pièces où il était légèrement décalé vers l'avant (respectivement 50,4 et 52,7 %) : il s'agissait des 2 sagaies équipées de préhampes. Toutes les sagaies étaient empennées de 3 plumes radiales de 20 à 24 x 3 cm.

VIII.4. Emmanchement des pointes sur les hampes

Pour les pointes à base fourchue, la forme de l'emmanchement était la même qu'en 2003 (deux fourches emboîtées : cf. fig. 79). Pour les pointes à biseau double, et la partie proximale des préhampes, une encoche en forme de «V» était simplement aménagée à l'extrémité de la

hampe, forme classique utilisée par tous les expérimentateurs ayant testé ce type d'emmanchement (fig. 112 ; cf. Arndt et Newcomer, 1986 ; Stodiek, 1993 ; Bertrand, 1999). L'encoche était taillée perpendiculairement au fil du bois afin de diminuer le risque de fendage longitudinal de la hampe à l'impact (Arndt et Newcomer, 1986, p. 166 ; Stodiek, 2000, fig. 5, n° 1).

Les pointes ont été fixées à la colle de peau (la même qu'en 2003), puis ligaturées avec du tendon de dos de bison. Deux modes de fixation de la ligature ont été utilisés : dans le premier, le tendon est humidifié, appliqué sur le fût, séché, puis recouvert d'une nouvelle couche de colle de peau ; dans le second, le tendon est directement trempé dans la colle de peau liquide, puis appliqué sur le fût. Les deux types d'emmanchement se sont révélés très résistants. Sur les 4 armatures composites, le joint entre la préhampe et la pointe a été traité de la même manière (collage + ligature).

Suite au grand nombre de démanchements observés en 2003, nous avons cette fois-ci renforcé la ligature des pointes à base fourchue en la prolongeant de 5 à 10 mm sur la partie méso-distale de la pointe, au-delà de la fourche (fig. 113). L'utilité de

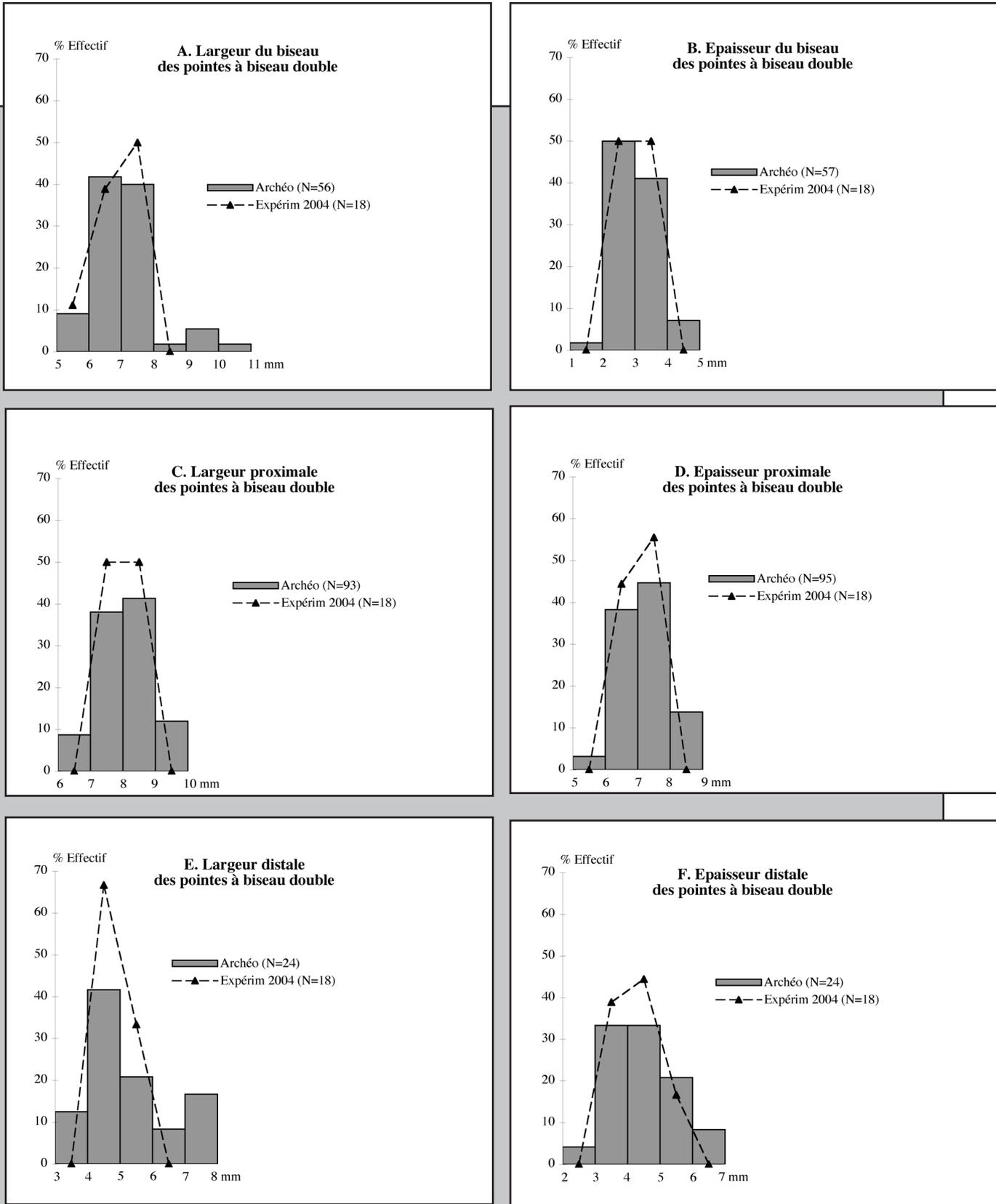


Fig. 110 : expérimentation 2004 - comparaison des largeurs et épaisseurs des pointes à biseau double archéologiques (sous-type dominant) et expérimentales (2004).

	EFFECTIF	MASSE (G)			VOLUME MOY. ESTIMÉ (CC)	DENSITÉ MOY. (G/CC)
		MINI.	MAXI.	MOY.		
pointes à base fourchue	36	2,1	14,9	6,1	3,8	1,7
pointes à biseau double	18	2,9	7,3	5,1	2,8	1,8
préhampes	4	12,3	20,8	16	?	?

Tabl. 44 : expérimentation 2004 - masse, volume et densité des armatures expérimentales.

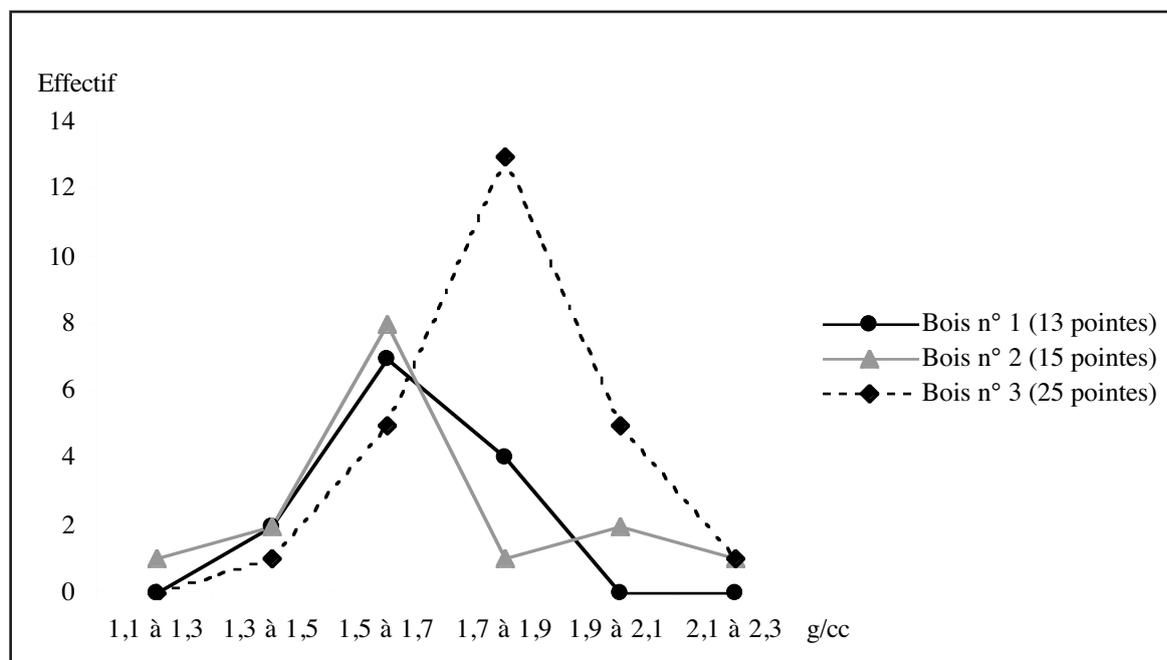


Fig. 111 : expérimentation 2004 - estimation de la densité des pointes expérimentales selon le bloc de matière première utilisé.

	33 SAGAIES			21 FLÈCHES		
	tir latéral	3/4 avant	3/4 arrière	tir latéral	3/4 avant	3/4 arrière
pointes à biseau double	3	3	3	3	3	3
pointes à base fourchue	7 *	8 *	9	4 *	4 *	4

Tabl. 45 : expérimentation 2004 - répartition des pointes à biseau double et à base fourchue en fonction du mode de lancer et de la position de tir (* = dont 1 pointe équipée d'une préhampe).

cette modification nous fut confirmée par J. Tinnes — qui a déjà utilisé ce type de pointe lors de plusieurs expérimentations — et elle se vérifia grandement lors des tirs.

VIII.5. Déroulement de l'expérimentation

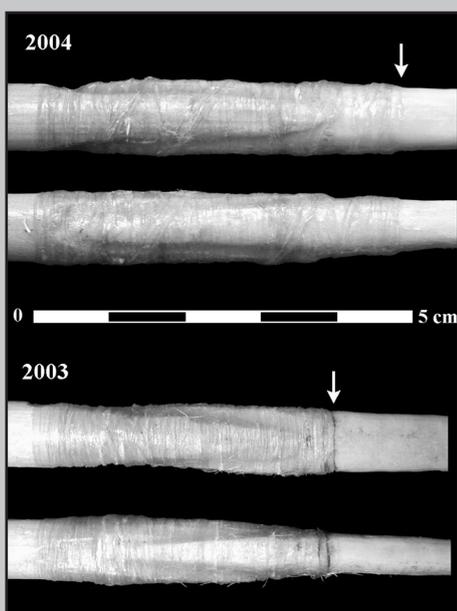
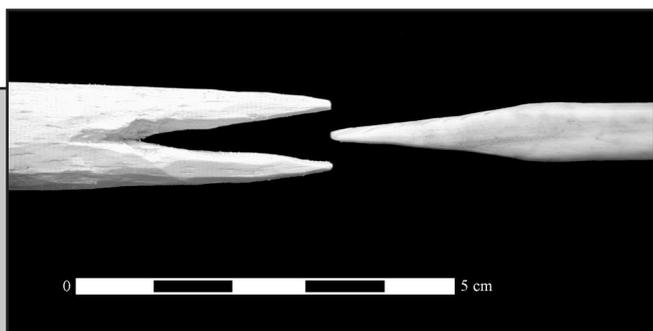
VIII.5.1. Disposition du pas de tir

Les tirs se déroulèrent les samedi 14 et dimanche 15 février 2004, les tirs au propulseur ayant lieu le premier jour et les tirs à l'arc le second. L'expérimentation prit place dans un pré jouxtant le Musée du Malgré-Tout, au même endroit que l'année précédente (fig. 114), par temps couvert, sans vent, la température ambiante étant de +5 °C à +10 °C. Les daines, abattues d'une balle dans la tête une heure avant le début de l'expérimentation, étaient suspendues à une charpente en bois par deux crochets de boucher passés dans la peau de la nuque et de la croupe, les sabots touchant le sol, le flanc tourné vers le tireur. Les tirs qui rataient la cible

atterrissaient dans le sol végétal herbeux, non gelé et donc beaucoup plus meuble que l'année précédente.

Les tirs à l'arc furent effectués par Pierre Cattelain, à l'aide de l'arc déjà utilisé en 2003. Au propulseur, l'ensemble des tirs devait à l'origine être effectués par Pascal Chauvaux ; mais devant la résistance inattendue des pointes et le grand nombre de tirs nécessaires (plus de 300 !), ce sont finalement 4 tireurs qui se sont relayés tout au long de la journée — Pascal Chauvaux, Emmanuel Demoulin, Florent Rivère et Pierre Cattelain. Tous utilisaient des propulseurs au manche en bois végétal et à la partie distale en bois de Cervidé.

Comme expliqué plus haut, 3 angulations de tir furent testées (fig. 115) : tir latéral, tir depuis l'avant (le flanc de l'animal et la ligne de tir formant un angle d'environ 60°), et tir depuis l'arrière (position symétrique à la précédente, côté caudal). La distance de tir était de 13 m pour le tir latéral et de 11 m pour les 2 autres positions, l'animal représentant



De haut en bas.

Fig. 112 : expérimentation 2004 - morphologie de l'emmanchement des pointes à biseau double (hampe de sagaie, vue latérale).

Fig. 113 : expérimentation 2004 - ligation des pointes à base fourchue. On voit que, du côté distal, la ligation est plus étendue qu'en 2003 (comparer la position des deux flèches blanches).

sous ces angles une cible plus petite et donc plus difficile à atteindre. La consigne de tir était au départ la même que l'année précédente — viser les parties vitales de l'animal — mais face à la grande solidité des pointes, nous avons très rapidement dû l'abandonner et la remplacer par une autre : chercher à fracturer délibérément les pointes en visant les zones osseuses.

VIII.5.2. Déroulement et enregistrement des tirs, traitement des carcasses

La séance de tirs au propulseur se déroula le samedi de 10h à 13h30, puis de 15h à 18h. Les tirs à l'arc eurent lieu le lendemain de 10h à 13h30. A chaque fois, nous avons procédé d'abord à l'ensemble des tirs latéraux, puis aux tirs depuis l'avant, enfin aux tirs depuis l'arrière. A l'intérieur de chaque ensemble, les tirs étaient effectués par séries de rang identique (cf. VI.6.2.). En règle générale, un projectile était retiré de l'expérimentation lorsque se produisaient l'un et/ou l'autre des événements suivants :

- Fracture proximale ou distale de la pointe ou de la préhampe ;

- Fracture de la hampe au niveau de l'emmanchement ;

- Démanchement de l'armature (à l'impact, ou lors d'une tentative pour extraire le projectile de la blessure) ;

- Désaxement de la pointe (une situation où la pointe, sans se démancher entièrement, «jouait» à l'intérieur de sa ligation et ne se retrouvait plus alignée avec la hampe du projectile ; cela ne s'est produit qu'avec les pointes à biseau double).

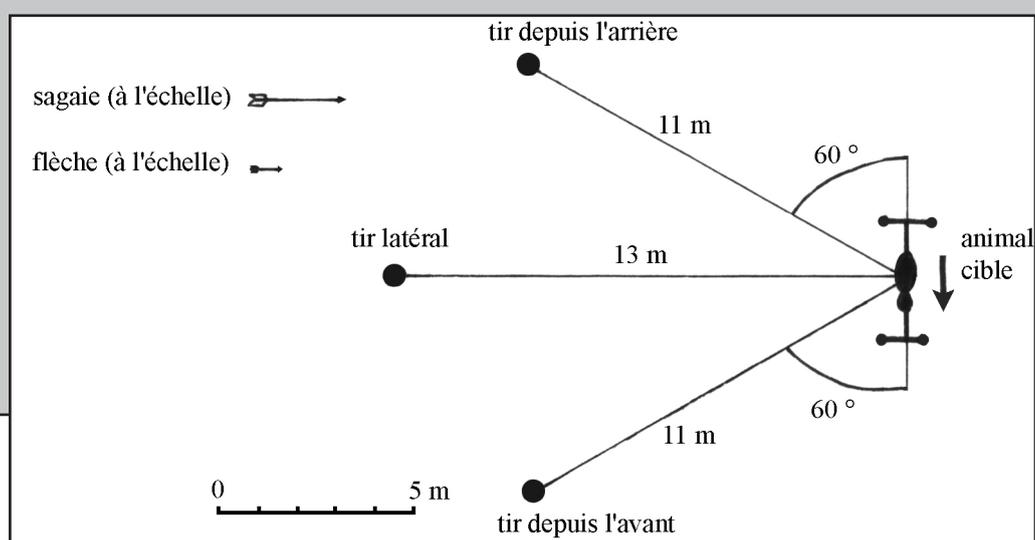
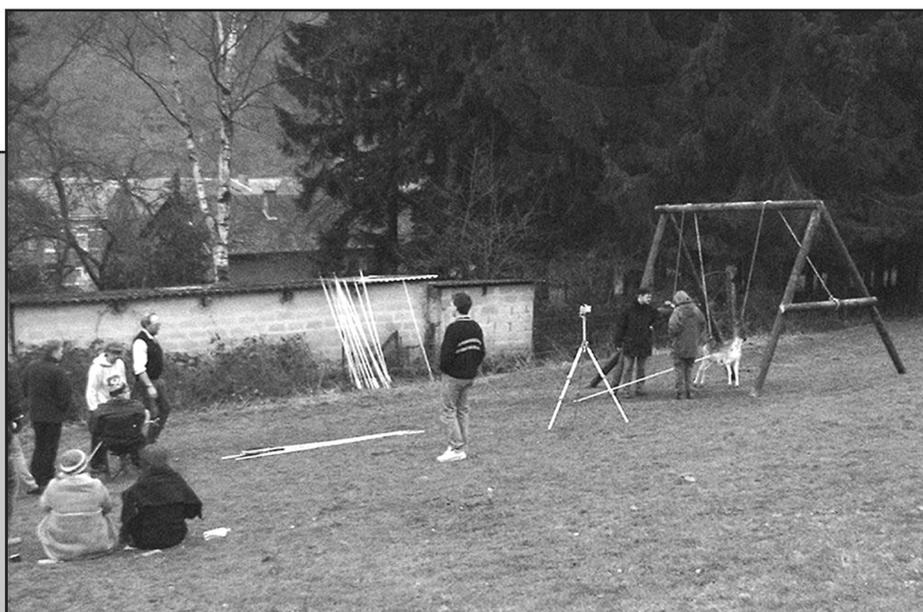
Il faut toutefois signaler quelques cas de pointes écartées pour d'autres raisons :

- Tirs dans la charpente en bois : 3 tirs de sagaies ont percuté un des éléments de la charpente en bois qui soutenait l'animal. L'un des impacts a entraîné un démanchement de la pointe, qui a alors été retirée de l'expérimentation. Dans les 2 autres cas, la pointe s'est profondément plantée dans le poteau en bois, et démanchée lorsque nous avons tenté de l'en retirer. L'une d'entre elles a finalement pu être extraite avec une pince ; intacte, elle fut réemmanchée et réutilisée pendant 6 tirs avant de se démancher à nouveau lors d'un impact dans le sol. En revanche, la seconde pointe, plantée «jusqu'à la garde», est restée définitivement incrustée dans le bois.

- Affaiblissement de la ligation : 2 sagaies équipées de pointes à base fourchue ont été tirées respectivement 35 et 43 fois, sans subir la moindre fracture. Cependant, leur utilisation prolongée a entraîné un relâchement et une désagrégation progressive de la ligation, ainsi que des dommages mineurs à l'extrémité de la hampe, au niveau de l'emmanchement. Les pointes n'étant plus fixées solidement à l'extrémité des projectiles, nous avons préféré les écarter. On peut également ranger dans cette catégorie une troisième pointe, écartée après s'être démanchée au bout du 35ème tir : il semble en effet que ce démanchement ne soit pas dû principalement au choc de l'impact, mais à un affaiblissement de la ligation ayant entraîné une fragilisation de l'emmanchement et un endommagement de l'extrémité de la hampe.

- Abandon : la séance de tirs au propulseur ayant été particulièrement longue, la troisième série de tirs (depuis l'arrière de l'animal) n'a pu être menée à son terme. En effet, vers 18h, la nuit tombante, la fatigue des tireurs et les premiers signes de raidissement de la carcasse nous ont déterminés à mettre fin à l'expérimentation alors que nous en étions aux tirs de rang 7, et que la majorité des sagaies composant ce lot était encore intacte (7 sur 12 ; un examen détaillé, après la fin de l'expérimentation, a cependant révélé que 3 d'entre elles présentaient un très léger esquillement de l'extrémité distale). Pour les mêmes raisons de temps, la dernière sagaie de la série précédente (tirs depuis l'avant de l'animal) a été retirée de l'expérimentation alors qu'elle était encore intacte après 14 tirs.

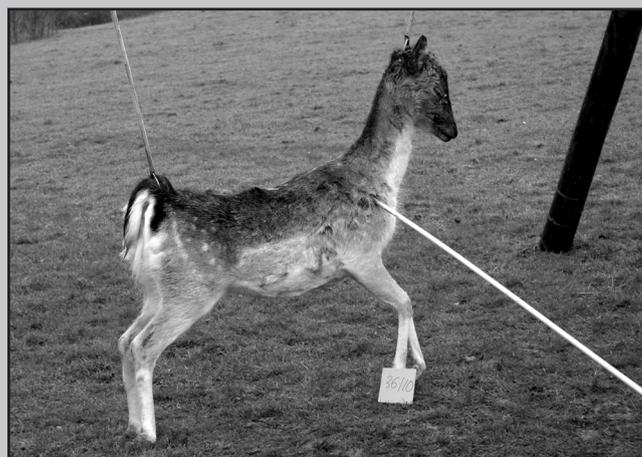
Le protocole d'enregistrement des tirs était le même que l'année précédente, y compris la photographie systéma-



tique de chaque impact selon un angle constant (fig. 116). La fiche d'enregistrement a toutefois été légèrement modifiée (fig. 117).

Après chaque séance de tirs, l'animal cible a été immédiatement dépouillé, vidé et décharné. L'ensemble des ossements a été récupéré, à l'exception des bas de pattes (carpe, tarse, métapodes et phalanges, jamais touchés lors des tirs) et de la tête de la daine tirée à l'arc (zone rarement atteinte lors de nos tirs, et très endommagée par la balle ayant servi à abattre l'animal). Le traitement du matériel a ensuite été achevé dans les locaux du Paléoscope des Mureaux (Yvelines). Toutes les opérations de boucherie ont été effectuées avec des lames en silex.

Le tabl. 46 résume l'ensemble des modifications apportées à notre protocole entre la première expérimentation et celle de 2004, dont nous allons maintenant présenter les résultats.



De haut en bas.

Fig. 114 : expérimentation 2004 - vue générale du pas de tir, pendant les tirs au propulseur (cliché D. Gambier).

Fig. 115 : expérimentation 2004 - schéma de la disposition du pas de tir, montrant les trois positions successivement occupées par les tireurs (tir latéral, depuis l'avant, depuis l'arrière).

Fig. 116 : expérimentation 2004 - l'une des photos prises systématiquement à chaque impact lors des tirs au propulseur. Il s'agit ici du 10ème tir de la sagaie portant la pointe n° 36.

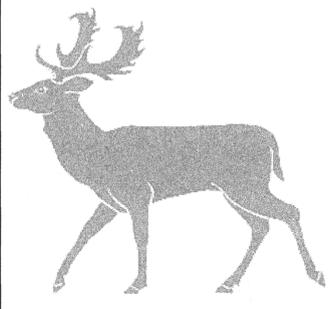
NUMERO DU TIR :		HORAIRE :	
<input type="checkbox"/> TIR AU BUT Organe ou os touché : Longueur projectile restante : Si projectile a transpercé la cible : <input type="checkbox"/> Extraction du projectile : <input type="checkbox"/> Sans problème <input type="checkbox"/> Pointe se démanche à l'extraction et reste dans la cible <input type="checkbox"/> Pointe fracturée, fragment laissé dans la cible		<input type="checkbox"/> TIR MANQUÉ <input type="checkbox"/> Tir manque la cible, atterrit dans le sol <input type="checkbox"/> Tir "ripé" (glisse sur l'animal et atterrit dans le sol) <input type="checkbox"/> Tir frappe la charpente en bois <input type="checkbox"/> Autre :	
<input type="checkbox"/> FRACTURE DE LA POINTE <input type="checkbox"/> Fracture mésiale ou distale <input type="checkbox"/> Fracture d'un fourchon <input type="checkbox"/> Fracture des deux fourchons			
		} → <i>Le fragment distal ou méso-distal est-il :</i> <input type="checkbox"/> Récupéré <input type="checkbox"/> Laissé dans la cible <input type="checkbox"/> Perdu	
<input type="checkbox"/> FRACTURE DU FÛT :		<input type="checkbox"/> Fracture au niveau de l'emmanchement <input type="checkbox"/> Autre :	
<input type="checkbox"/> FRACTURE DE LA PRÉ-HAMPE :			
REMARQUES			

Fig. 117 : expérimentation 2004 - fiche utilisée pour l'enregistrement de chaque tir.

		EXPÉRIMENTATION 2003	EXPÉRIMENTATION 2004
Projectiles	types d'armatures	42 pointes à base fourchue	36 ptes à base fourchue (dont 4 avec préhampes), 18 ptes à biseau double
	emmanchement des bases fourchues	ligature de la fourche	ligature de la fourche + prolongement de 5 à 10 mm sur partie mésiale
	répartition flèches / sagaies	21 flèches, 21 sagaies	21 flèches (dont 12 p. à b. fourchue), 33 sagaies (dont 24 p. à b. fourchue)
	longueur des flèches (avec pointes)	de 86 à 94 cm (moyenne : 89)	80 cm
	caractéristiques des sagaies (avec pointes)	longueur 250 cm, diamètre 1,2 cm, masse 141-171 g (moyenne 157)	longueur 240 ou 260 cm, diamètre 1,4 cm, masse 149-230 g (moyenne 193)
Disposition et déroulement	animaux cibles	2 veaux mâles	2 daines
	température ambiante	-5 °C à -10 °C	+5 °C à +10 °C
	état du sol	gelé	meuble
	angulation(s) de tir	orthogonal (tir latéral)	orthogonal (tir latéral), 60° (tir depuis l'avant), 120° (tir depuis l'arrière)
	distance(s) de tir	10 m à l'arc, 12-13 m au propulseur	arc et propulseur : 13 m en tir latéral, sinon 11 m
	nombre de tireurs	1 à l'arc, 1 au propulseur	1 à l'arc, 4 au propulseur
	consigne de tir	viser les parties vitales (zone cœur-poumons)	chercher à fracturer les pointes (tir dans zones osseuses)

Tabl. 46 : résumé des différences entre les protocoles expérimentaux 2003 et 2004.

IX. ...ET DES RESULTATS INATTENDUS

Comme précédemment, les résultats concernant la précision des tirs, la profondeur de pénétration ou encore les dommages aux ossements figurent en fin de volume (Annexe 3) ; nous ne détaillerons ci-dessous que les données traitant de la fracturation des projectiles.

IX.1. Fréquence des dommages : une inversion des résultats de 2003 ?

Au total, 315 lancers au propulseur (dont 88 ratés et 41 «ripés») et 150 tirs à l'arc (dont 34 ratés et 8 «ripés») ont été effectués. Chaque sagaie a donc été lancée en moyenne 9,5 fois, tandis qu'à l'arc le nombre moyen de tirs par projectile est de 7,1. Ces chiffres sont en augmentation considérable par rapport à l'année précédente, où ils étaient respectivement de 3 et 4,2. Ils signalent, contrairement à ce que nous attendions, une résistance beaucoup plus grande des projectiles, et montrent une inversion de la tendance constatée en 2003 : ce sont cette fois-ci les impacts à l'arc qui semblent être les plus destructeurs...

Les chiffres des lancers au propulseur doivent toutefois être pondérés. Nous avons en effet indiqué plus haut que 2 sagaies avaient été retirées de l'expérimentation après avoir heurté un poteau en bois, tandis que, faute de temps, 8 autres avaient dû être écartées alors qu'elles étaient encore intactes (ou quasi) ; et qu'enfin, 3 sagaies «incassables» avaient été tirées respectivement 43, 35 et 35 fois avant qu'un problème de ligature ne conduise finalement à leur exclusion. En écartant ces 13 projectiles «atypiques», on obtient un nombre moyen

de 6,6 lancers par sagaie, nombre légèrement inférieur à celui obtenu pour les flèches (tabl. 47). La présence des 3 sagaies «incassables», qui représentent à elles seules plus du tiers des lancers, biaise les statistiques des lancers au propulseur (rappelons qu'à part elles, aucun projectile de l'expérimentation 2004 n'a survécu à plus de 16 tirs...)⁴⁸.

Malgré ces ajustements, on constate tout de même une augmentation importante du nombre de tirs par projectile d'une année sur l'autre : + 120 % au propulseur (de 3 à 6,6), et + 70 % à l'arc (de 4,2 à 7,1). Comment expliquer cette situation ?

IX.1.1. Effets des tirs manqués

Au propulseur, la consistance meuble du sol a indéniablement joué un rôle important. L'année précédente, alors que le sol était gelé, 7 tirs manqués sur 30 avaient occasionné une fracture de la pointe et/ou de la hampe. En 2004, seuls 5 tirs manqués sur 80 ont abouti à l'éviction du projectile de l'expérimentation (en excluant les impacts sur le poteau, et tous les lancers effectués avec les 3 sagaies «incassables») : les dégâts dus aux tirs manqués sont donc 3,7 fois moins fréquents. Encore ces dégâts consistent-ils dans 2 cas en un «simple» démanchement de la pointe à l'impact, sans que celle-ci, ni la hampe, ne soient endommagées ; ce type

⁴⁸ La raison de l'extrême solidité de ces sagaies n'est pas claire. Toutes étaient équipées de pointes à base fourchue, dont l'une était la plus longue, la plus épaisse et l'une des plus larges de notre série expérimentale ; mais les 2 autres pointes présentaient des dimensions beaucoup plus «standard», si l'on excepte une largeur proximale supérieure à la moyenne (10,3 et 10,4 mm).

d'incident s'est produit uniquement avec les pointes à biseau double, qui n'avaient pas été employées en 2003. Si on ne considère cette fois-ci que les sagaies équipées de pointes à base fourchue, le nombre de fractures dues aux tirs manqués passe à 2/54, soit une fréquence 6,3 fois inférieure à celle constatée lors de l'expérimentation précédente.

La différence sol gelé / sol meuble permet donc de rendre compte dans une large mesure de la résistance plus importante des sagaies en 2004 ; on comprend notamment ainsi l'écart plus ténu constaté cette dernière année entre le nombre moyen de tirs à l'arc et au propulseur (tabl. 47).

Toutefois, ce premier élément concernant les tirs manqués n'éclaire pas à lui seul l'ensemble des contrastes entre les deux expérimentations ; en particulier, il n'explique pas l'apparente augmentation de la solidité des flèches. Il faut donc également examiner de plus près les autres tirs, ceux qui ont touché le corps de l'animal.

IX.1.2. Effets des tirs sur cibles animales

Dans ce domaine, rappelons les principaux résultats obtenus en 2003 :

- Les tirs dans la peau ou dans la région des côtes représentaient près des 2/3 des impacts ayant touché l'animal (62 % au propulseur, 65 % à l'arc), et n'entraînaient pratiquement pas de dégâts pour les projectiles ; tout au plus les pointes de flèche se démanchaient-elles parfois à l'extraction, et restaient coincées dans la carcasse (5 tirs sur 48).

- En revanche, les impacts sur les os plus robustes (vertèbres, scapulas, humérus, radio-ulna, frontal : 38 % des impacts au propulseur, 35 % à l'arc) occasionnaient très fréquemment un endommagement des projectiles. A l'arc, cet endommagement prenait la forme d'une implantation de la pointe dans l'os, suivie de son démanchement lors de la tentative d'extraction (14 cas sur 26 tirs) — les fractures restant cependant exceptionnelles (3 cas sur 26). Au propulseur, l'implantation de la pointe dans la carcasse était également la règle (12 cas sur 13 tirs), mais elle s'accompagnait dans la majorité des cas de fractures en languette (7 cas sur 13), le plus souvent proximales (4 pointes fracturées au niveau des fourchons, 1 à l'extrémité distale, 2 cumulant les deux types de fracture).

Or, l'image donnée par les résultats de 2004 diffère sur plusieurs points.

Les tirs effectués en 2004 ont été regroupés dans les tabl. 48 et 49 en fonction de la zone touchée (au propulseur, les impacts dans le poteau et les lancers des sagaies «incassables» ont été exclus). La catégorie «sol» rassemble les tirs ratés et ripés. La catégorie «peau / muscles» regroupe les tirs ayant pris en écharpe la peau du cou, du dos, de la croupe, du bas-ventre ou de la patte, sans atteindre d'os ni d'organe interne ; ainsi que les tirs plantés dans la musculature du cou, du poitrail, de la patte ou de la cuisse, mais n'ayant pas rencontré d'os ; et enfin les quelques tirs ayant rebondi sur la peau de l'animal sans la pénétrer. La catégorie «tronc» réunit les tirs qui ont touché l'abdomen ou le poitrail, passant entre les côtes ou

frappant l'une d'entre elles, mais sans toucher les vertèbres ni les scapulas ; dans 3 cas (2 au propulseur et 1 à l'arc), la pointe s'est plantée dans le sternum. Les autres catégories correspondent au type d'os touché : «colonne vertébrale» désigne les impacts dans les vertèbres et le sacrum ; «ceintures» les tirs dans la scapula et l'os coxal ; «tête» les tirs dans le crâne ; et «os longs» l'ensemble des impacts sur l'humérus et le radio-ulna (auquel il faut ajouter, à l'arc, 2 tirs ayant atteint le tibia).

Les deux modes de propulsion affichent cette fois des fréquences de fractures relativement proches, quelle que soit la zone d'impact (tabl. 50 ; les quelques écarts constatés entre les pourcentages sont peu significatifs, en raison de la faiblesse des effectifs considérés). Il n'y a donc pas, comme en 2003, concentration de la quasi-totalité des fractures sur les pointes de sagaie.

Par ailleurs, l'étude de la fréquence des fractures aboutit à répartir les impacts sur le corps de l'animal en 3 catégories : les impacts les moins destructeurs sont ceux qui ne touchent que la peau ou les muscles (3 à 9 % de ces tirs provoquent des fractures), puis viennent les impacts dans le tronc et la colonne vertébrale (10 à 14 %), enfin l'ensemble des impacts sur les os les plus massifs (ceintures, tête et os longs) qui entraînent une fracture de la pointe et/ou de la hampe dans 50 à 100 % des cas⁴⁹.

Cette hiérarchisation anatomique correspond à peu près à celle qui se dégageait de l'expérimentation 2003 (à l'exception des tirs dans les vertèbres, alors plus destructeurs pour les projectiles). Toutefois, la différence principale réside dans le fait que, en 2004, les tirs dans les «zones destructrices» ne représentent que 12 à 13 % des impacts sur le corps de l'animal (14 tirs sur 120 au propulseur, 14 sur 108 à l'arc), soit 3 fois moins que l'année précédente. Il est évident qu'une fréquence plus importante des tirs dans ces zones, équivalente à celle atteinte en 2003, aurait occasionné une fracturation beaucoup plus rapide des projectiles. Il faut souligner en particulier le caractère dévastateur des impacts sur les os longs, qui en 2004, à une exception près, ont systématiquement entraîné une fracture de la pointe — alors que l'os lui-même ne présentait parfois aucune trace (cf. Annexe 3).

Le nombre relativement réduit d'impacts dans les «zones destructrices» s'explique par une difficulté accrue à les atteindre lors des tirs, difficulté vraisemblablement liée à l'anatomie des animaux. Les os longs des daines, notamment, étaient beaucoup plus fins que ceux des veaux précédemment utilisés comme cibles ; par ailleurs, coxal, fémur, scapula et humérus étaient très efficacement protégés par l'importante musculature de la cuisse et de l'épaule, ainsi que par des réserves de graisse, tous deux beaucoup plus développés que sur les veaux... C'est ainsi que le fémur n'a été atteint par aucun tir, malgré plusieurs tentatives en ce sens.

⁴⁹ L'absence de fractures lors des 3 tirs à l'arc sur le crâne n'est pas significative, dans la mesure où ce dernier avait été très endommagé lors de l'abattage de l'animal (cf. VIII.5.2.) et n'offrait donc plus la même résistance.

	TIRS AU PROPULSEUR			TIRS À L'ARC		
	nombre de tirs	nombre de projectiles	nombre moyen de tirs par proj.	nombre de tirs	nombre de projectiles	nombre moyen de tirs par proj.
pointes à base fourchue	82	13	6,3	81	12	6,7
pointes à biseau double	50	7	7,1	69	9	7,7
TOTAL	132	20	6,6	150	21	7,1

Tabl. 47 : expérimentation 2004 - nombre moyen de tirs par projectile, à l'arc et au propulseur. Au propulseur ont été exclus les lancers des 13 sagaies «atypiques» (voir texte).

Zone touchée	POINTES À BASE FOURCHUE			POINTES À BISEAU DOUBLE				
	Nombre de tirs	Pointe et/ou hampe fracturée	Pointe reste dans l'animal	Nombre de tirs	Pointe et/ou hampe fracturée	Pointe reste dans l'animal	Pointe désaxée	Pointe démanchée à l'impact
sol	54	2	0	26	1	0	0	3
peau / muscles	25	1	0	11	0	0	0	0
tronc	42	5	1	8	0	0	0	0
colonne vertébrale	11	1	1	9	1	0	1	0
ceintures	4	3	1	6	2	0	0	0
tête	1	0	0	1	1	0	0	0
os longs	2	1	1	0	0	0	0	0
TOTAL	139	13	4	61	5	0	1	3

Tabl. 48 : expérimentation 2004 - fracturation et démanchement des sagaies selon la zone touchée. Les impacts sur le poteau et les lancers des 3 sagaies «incassables» ont été exclus.

Zone touchée	POINTES À BASE FOURCHUE			POINTES À BISEAU DOUBLE				
	Nombre de tirs	Pointe et/ou hampe fracturée	Pointe reste dans l'animal	Nombre de tirs	Pointe et/ou hampe fracturée	Pointe reste dans l'animal	Pointe désaxée	Pointe démanchée à l'impact
sol	20	0	0	22	1	0	0	0
peau / muscles	33	4	0	22	1	0	0	0
tronc	17	1	0	15	3	0	1	0
colonne vertébrale	3	1	0	4	0	0	0	0
ceintures	2	1	0	2	1	0	0	0
tête	1	0	0	2	0	0	0	0
os longs	5	5	1	2	2	1	0	0
TOTAL	81	12	1	69	8	1	1	0

Tabl. 49 : expérimentation 2004 - fracturation et démanchement des flèches selon la zone touchée.

	TIRS AU PROPULSEUR			TIRS À L'ARC		
	Nombre de tirs	Pointe et/ou hampe fracturée	Fréquence des fractures (en % du N de tirs)	Nombre de tirs	Pointe et/ou hampe fracturée	Fréquence des fractures (en % du N de tirs)
peau / muscles	36	1	3 %	55	5	9 %
tronc	50	5	10 %	32	4	13 %
colonne vertébrale	20	2	10 %	7	1	14 %
ceintures	10	5	50 %	4	2	50 %
tête	2	1	50 %	3	0	0 %
os longs	2	1	50 %	7	7	100 %

Tabl. 50 : expérimentation 2004 - fréquence des fractures pour les tirs ayant touché l'animal. Au propulseur ont été exclus les lancers des 3 sagaies «incassables».

Reste cependant une dernière discordance inexplicée entre les deux expérimentations : la différence dans le type de dommage infligé aux projectiles, à zone d'impact équivalente. En effet, en 2004, les implantations de la pointe dans la carcasse sont beaucoup moins fréquentes que l'année précédente : 6 occurrences sur l'ensemble de l'expérimentation (4 au propulseur et 2 à l'arc). Dans 4 cas, il s'agit d'une situation où, la hampe ou la partie proximale de la pointe s'étant fracturée, la partie distale du projectile (pointe ou fragment mésio-distal) est restée coincée dans la blessure ; dans 2 cas seulement (1 pointe à biseau double et 1 préhampe à biseau double), l'armature s'est démanchée lors de la tentative d'extraction. Par ailleurs, toutes ces implantations s'accompagnent de fractures de la pointe : aucune armature n'a donc été écartée à la suite d'un «démachement et implantation sans dommage», contrairement à l'expérimentation de 2003 où ce fut le cas de plus de la moitié des projectiles (en particulier, de la quasi-totalité des flèches).

Ce contraste doit, selon nous, être attribué à une différence de comportement des os de la cible au moment de l'impact. En effet, lors des tirs de 2003, les cibles — des animaux immatures — présentaient un squelette incomplètement ossifié et minéralisé. Leurs os, relativement peu résistants, ont donc assez facilement laissé pénétrer les pointes, généralement sans les endommager ; en revanche, une fois la pointe logée à l'intérieur de l'os, il devenait pratiquement impossible de l'en retirer — le tissu osseux, plus élastique que sur un animal adulte, ayant de surcroît tendance à se resserrer autour de la pointe prisonnière. Cette situation, commune aux deux modes de propulsion, s'est alliée à d'autres variables pour donner des résultats opposés en termes de fracturation :

- A l'arc, la combinaison entre l'implantation des pointes dans les os et une ligature insuffisante de la fourche (cf. VIII.4.) a provoqué un démanchement facile et presque systématique des armatures lors des tentatives d'extraction.
- Au propulseur, l'arrêt brutal des projectiles lors de leur implantation dans l'os, associé à la trajectoire irrégulière, aux dimensions et à la masse importante des sagaies, a entraîné une flexion violente de la hampe au moment de l'impact — flexion qui a elle-même causé de nombreuses fractures au niveau du joint entre la pointe et la hampe (fracture des fourchons, ou fracture de la hampe à la hauteur de l'emmanchement). En 2004, ce type d'incident s'est également produit, mais beaucoup moins fréquemment : ainsi, anticipant légèrement sur l'exposé des résultats, nous pouvons d'ores et déjà indiquer que sur les pointes de sagaie à base fourchue, en ne considérant que les impacts sur la carcasse animale, le rapport fractures proximales / fractures distales s'est inversé d'une année à l'autre (2003 : 7 fractures proximales, 3 distales ; 2004 : 3 proximales, 9 distales).

En résumé, lors de l'expérimentation de 2003, l'utilisation de cibles animales immatures a paradoxalement accéléré l'élimination des projectiles, les squelettes incomplètement minéralisés fonctionnant comme de véritables «pièges à pointes» ; par ailleurs, en termes de fracturation, cette situation a eu des effets divergents selon le mode de propulsion, entraînant une absence presque totale de fractures à l'arc, et

au contraire, au propulseur, un nombre inhabituellement élevé de fractures proximales.

IX.1.3. De 2003 à 2004, des différences... mais pas de contradiction

Les différences entre les résultats des expérimentations 2003 et 2004 s'expliquent donc essentiellement par 4 facteurs :

- La présence, parmi les projectiles de 2004, de 3 sagaies «indestructibles» dont la résistance exceptionnelle (et largement inexplicée) a biaisé les calculs portant sur les lancers au propulseur ;
- L'état du sol (gelé en 2003, meuble en 2004) qui a joué un rôle décisif dans la fracturation des sagaies lors des tirs manqués ;
- Les particularités anatomiques des animaux utilisés comme cibles en 2004, particularités qui ont entraîné une plus grande difficulté à toucher les zones de l'animal les plus destructrices pour les pointes (en particulier les ceintures et les os longs) ;
- La réaction très différente, à l'impact, des os «immatures» des veaux et des os «adultes» des daines.

Remarquons que les variations de l'angle de tir n'ont pas eu d'incidence sur les dommages subis par les projectiles (ni d'ailleurs sur le taux de tirs au but : cf. Annexe 3).

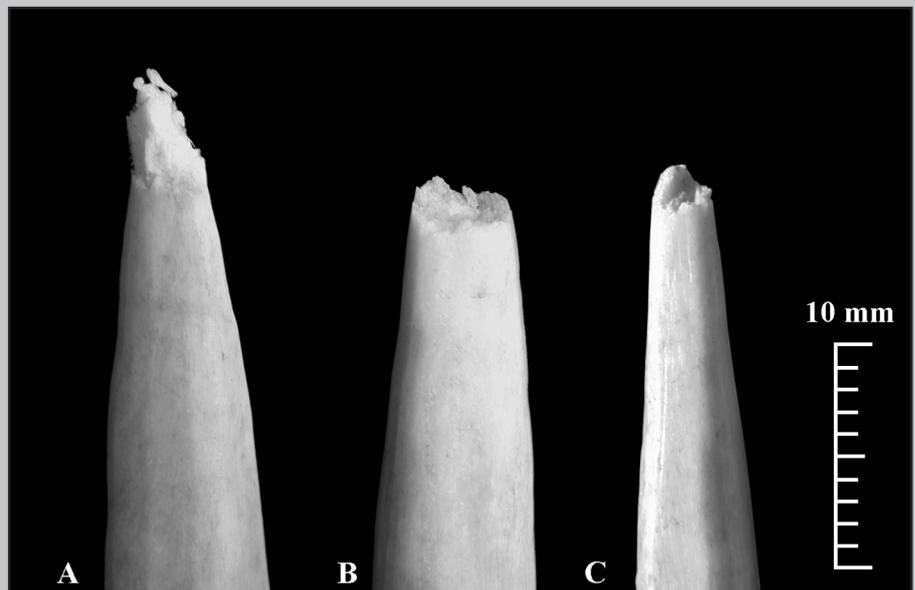
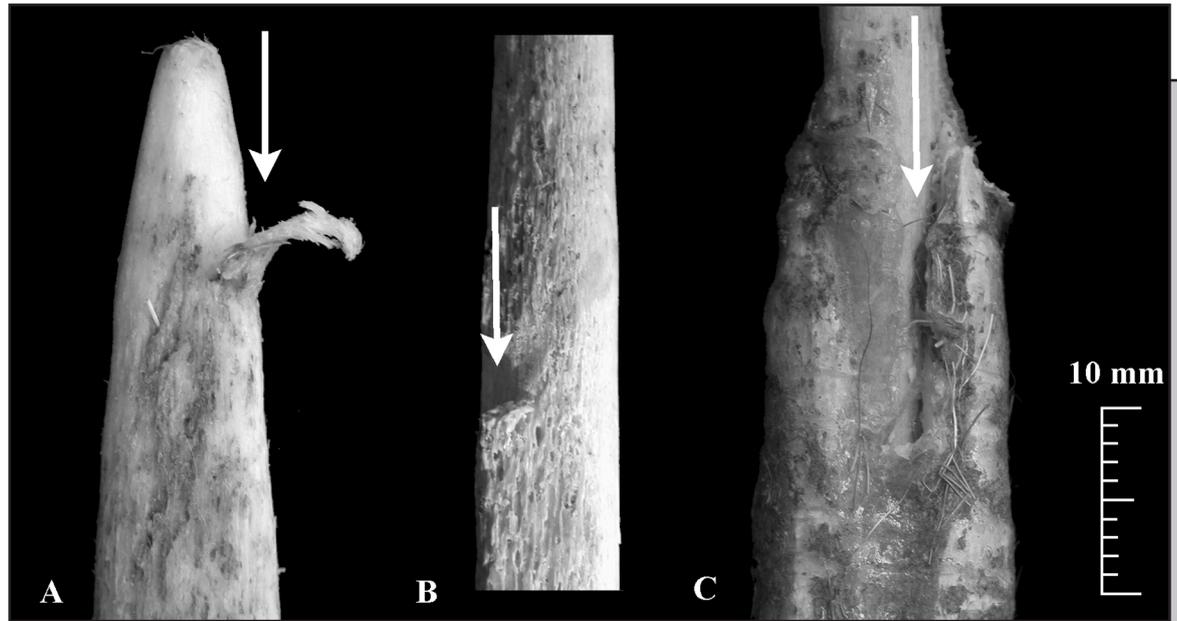
Dans cette perspective, les données de 2004 ne contredisent ni n'infirmement celles de 2003. Elles rappellent seulement, si besoin était, que les résultats d'une expérimentation sont conditionnés par l'ensemble des éléments du protocole expérimental (y compris ceux dont on n'avait pas soupçonné *a priori* l'importance), et doivent être interprétés dans les limites de celui-ci. En particulier, nous allons voir que le quatrième des facteurs énumérés ci-dessus a eu une influence déterminante sur les types de fractures subies par les armatures.

IX.2. Description des dommages aux projectiles

Pour présenter les fractures survenues lors de l'expérimentation 2003, nous avons choisi de décrire les dommages des flèches, puis ceux des sagaies. La nature des résultats obtenus en 2004 (notamment l'ubiquité de certains types de fractures) nous a conduit à adopter un parti différent, et à procéder par catégorie de dommage.

IX.2.1. Les éraflures

Ces dégâts se sont produits en 2 occasions (1 tir à l'arc dans le tibia et 1 tir au propulseur dans la scapula) ; ils sont dus au raclement de la pointe contre une arête osseuse lors de l'impact. Dans le premier cas (fig. 118, A), cela a entraîné l'arrachement d'un copeau de matière le long de la face inférieure de la pièce, non loin de l'extrémité distale (qui a elle-même été écrasée par l'impact, cf. ci-dessous). Le second cas (fig. 118, B) correspond également à un arrachement du



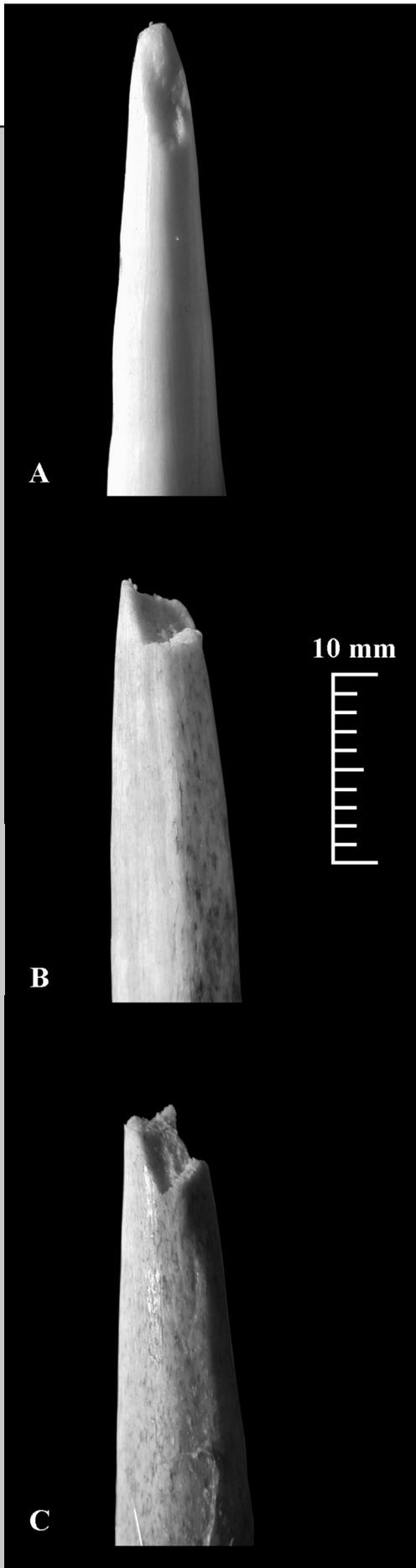
De haut en bas;
 Fig. 118 : expérimentation 2004 - éraflures et dommages assimilés. A : éraflure de la face inférieure, partie distale (tir à l'arc). B : éraflure de la face inférieure, partie mésiale (tir au propulseur). C : cisaillement de la ligature par une esquille osseuse (tir au propulseur).
 Fig. 119 : expérimentation 2004 - écrasements de l'extrémité distale. A et B : tir à l'arc ; C : tir au propulseur.

		ECRASEMENTS	FRACTURES EN LANGUETTE
PROPULSEUR	pointes à base fourchue	6	5
	pointes à biseau double	4	1
ARC	pointes à base fourchue	9	3
	pointes à biseau double	7	2

Tabl. 51 : expérimentation 2004 - fractures distales des pointes.

	ECRASEMENTS	FRACTURES EN LANGUETTE
sol	4	0
peau / muscles	5	1
tronc	7	3
colonne vertébrale	1	1
ceintures	3	4
tête	1	0
os longs	5	2
TOTAL	26	11

Tabl. 52 : expérimentation 2004 - types d'impacts ayant produit des fractures distales (tirs à l'arc et au propulseur cumulés).



De gauche à droite.
 Fig. 120 : expérimentation 2004 -
 fractures distales en languette.
 A : en biseau (tir à l'arc) ; B : en marche
 (tir au propulseur) ; C : en charnière
 (tir à l'arc).

Fig. 121 : expérimentation 2004 -
 fracture distale en languette ayant filé
 le long du bord de la pointe (tir à l'arc).

tissu spongieux sur une faible épaisseur, sur une longueur de quelques millimètres à mi-hauteur de la pièce.

On peut enfin ranger dans la même catégorie un incident survenu lors d'un tir de sagaie dans la scapula (fig. 118, C) : une esquille osseuse a glissé contre l'emmanchement, cisillant la ligature sur une longueur d'environ 20 mm avant de venir se coincer entre la pointe et la hampe.

IX.2.2. Les fractures distales

Comme en 2003, on relève 2 types de dommages à l'extrémité distale : l'écrasement et la fracture en languette. Mais alors que, l'année précédente, cette distinction correspondait à une différence de mode de propulsion (les écrasements étant survenus à l'arc et les fractures en languette au propulseur), cette fois les 2 types se retrouvent sur les flèches comme sur les sagaies, sur les pointes à biseau double comme sur les pointes à base fourchue, avec ou sans préhampe (tabl. 51).

Comme expliqué précédemment (V.2.2. et VII.2.1.), l'écrasement correspond à une dislocation de l'extrémité distale de la pointe lors du contact avec la cible (fig. 119) ; il est présent dans tous les types d'impacts (tabl. 52). Cette catégorie de dommage est toujours d'étendue limitée : la fracture se situe généralement à un niveau où la largeur et l'épaisseur de la pointe ne dépassent pas 2 à 4 mm, et la longueur de

la partie détruite varie de 1 à 5 mm. Seuls font exception 4 écrasements survenus à l'arc, où la pointe a perdu 6 à 8 mm de sa longueur initiale ; dans 3 cas sur 4, ces dégâts légèrement plus importants correspondent à des impacts sur les os longs.

Les fractures en languette résultent d'une force exercée obliquement par rapport à l'axe du projectile, entraînant le détachement d'un éclat qui emporte l'extrémité distale de la pointe (fig. 120). En 2004, ces fractures sont survenues presque exclusivement lors des impacts dans le tronc, les ceintures et les os longs (tabl. 52). La longueur perdue par la pointe varie de 2 à 6 mm ; le pan de fracture, long de 2 à 7 mm, s'achève généralement à un niveau où la largeur et l'épaisseur de la pointe se situent entre 3 et 5 mm. Trois fractures témoignent cependant de dégâts plus importants : 2 correspondent à une perte de longueur de 11 et 14 mm, tandis que dans le dernier cas, bien que la longueur perdue soit minimale (4 mm), le pan de fracture a «filé» le long du bord de la pointe pour atteindre une longueur de 26 mm (fig. 121). Là encore ces 3 fractures se sont produites à l'arc, et il s'agit, dans 2 cas sur 3, d'impacts dans les os longs. Par ailleurs, sur 4 autres pointes (dont 2 tirs sur l'os coxal), l'extrémité distale du pan de fracture présente un aspect esquillé, correspondant aux «fractures en languette écrasées» obtenues expérimentalement par S. Arndt, M. Newcomer et U. Stodiek (cf. V.2.2 et fig. 54).

Au total, les dommages à l'extrémité distale sont donc beaucoup plus fréquents en 2004 qu'en 2003, aucune catégorie ne s'avérant diagnostique de l'un ou l'autre mode de propulsion (le fait que les écrasements et les fractures en languette les plus importants se soient produits à l'arc est manifestement dû au type d'os touché, en particulier aux impacts plus nombreux sur les os longs, et non à l'arme employée). Comme expliqué plus haut, ces variations renvoient selon nous à la différence entre le tir sur animal adulte et le tir sur animal immature⁵⁰. L'expérimentation 2004 a en revanche confirmé la valeur diagnostique d'autres types de fractures...

IX.2.3. Les fractures proximales : une exclusivité des pointes de sagaie à base fourchue

Quatre fractures proximales se sont produites lors de nos tirs ; toutes concernent des pointes à base fourchue montées sur des sagaies tirées au propulseur. On retrouve parmi elles les 3 catégories de fractures expérimentales distinguées en 2003 :

- Fracture d'une partie de l'un des fourchons (fig. 122) : le fourchon droit de l'une de nos pointes s'est brisé environ à la moitié de sa hauteur. Cet incident s'est produit lors d'un impact sur le cartilage recouvrant la partie proximale de l'humérus, cartilage dans lequel la pointe s'est d'ailleurs implantée avant d'être délogée lors du dépeçage. La pointe était montée sur une préhampe qui a elle-même souffert au moment de l'impact (cf. IX.2.6. ci-dessous).

- Fracture de l'un des fourchons, à la base (fig. 123) : cette fracture s'est produite sur une pointe, qui a subi à la

même occasion un écrasement de l'extrémité distale. Il s'agit de l'une des rares fractures survenues lors d'un tir manqué, dans le sol.

- Fracture des deux fourchons, à la base (fig. 124) : ce type de fracture proximale, qui en 2003 était le plus souvent observé, demeure en 2004 le plus fréquent, puisqu'il s'est produit à deux reprises. Le premier cas est survenu lors de l'implantation d'une pointe dans la scapula gauche, la fracture proximale étant associée à une fracture distale en languette. Le second cas est un tir dans une vertèbre cervicale, impact qui constitue la seule incrustation observée en 2004 (l'«incrustation» désigne les cas où, même après dépeçage et nettoyage du squelette, il fut impossible de retirer la pointe de l'os dans lequel elle s'était plantée : cf. Annexe 3).

Comme l'année précédente, les fractures proximales sont donc liées à des impacts dans le sol, ou à des implantations de la pointe dans la carcasse. Le mécanisme de formation de ces fractures tel que nous l'avions proposé (flexion violente de la hampe après un arrêt brutal de la pointe, cf. IX.1. ci-dessus) semble donc se confirmer, même si les types d'impacts favorables à l'apparition de ces fractures ont été beaucoup moins fréquents lors de la seconde expérimentation.

L'autre point essentiel est que, comme en 2003, les dommages affectant les fourchons demeurent caractéristiques du tir au propulseur — cela alors que plusieurs pointes à base fourchue tirées à l'arc ont pourtant subi des impacts particulièrement violents, qui ont notamment entraîné des dommages importants au niveau de la hampe (cf. IX.2.5. ci-dessous).

IX.2.4. Les problèmes d'emmanchement des pointes à biseau double

Aucune pointe à base fourchue ne s'est démanchée lors de l'expérimentation 2004, une situation en partie attribuable à l'amélioration apportée à la ligature de la fourche (cf. VIII.4.). En revanche, 7 pointes à biseau double ont connu des problèmes d'emmanchement, que l'on peut diviser en 3 catégories :

- Démanchement à l'impact (fig. 125) : 4 pointes à biseau double se sont détachées de leur hampe lors de tirs manqués au propulseur. L'un de ces impacts doit être écarté en raison de son caractère atypique (tir dans le poteau), mais les 3 autres correspondent bien à des démanchements dans le sol — l'un d'entre eux s'accompagnant d'un écrasement de l'extrémité distale.

- Désaxement (fig. 126) : en 2 occasions (1 impact de sagaie sur une vertèbre et 1 tir à l'arc dans le tronc), la pointe a bougé à l'intérieur de son emmanchement,

⁵⁰ De même, on constate que les fractures en languette de 2004 sont en moyenne moins développées que les 6 obtenues au propulseur en 2003, qui s'étaient produites plus bas sur le fût, la longueur perdue par la pointe variant de 7 à 19 mm (moyenne : 15). Là encore, nous pensons que ce contraste renvoie à deux modes de formation différents — les fractures distales de 2003 n'étant pas directement causées par le choc contre la cible, mais par la flexion de la hampe qui a immédiatement suivi (4 de ces 6 fractures correspondent d'ailleurs à des tirs manqués).

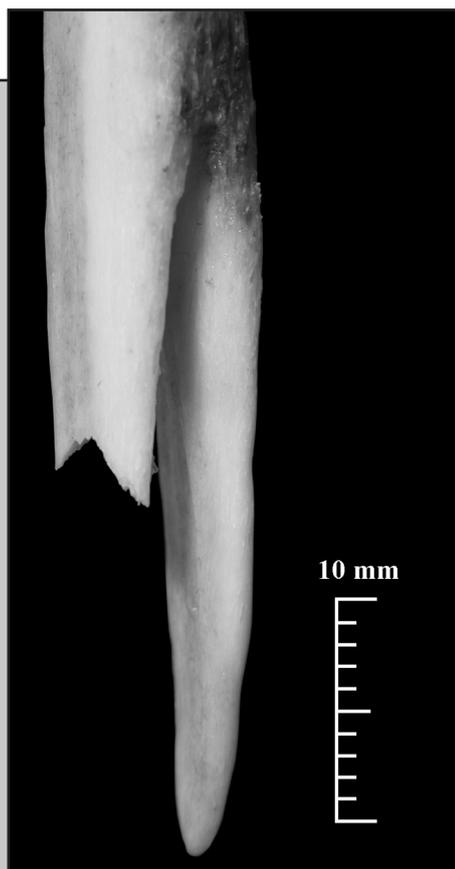


Fig. 122 : expérimentation 2004 - fracture d'une partie d'un fourchon (tir au propulseur).

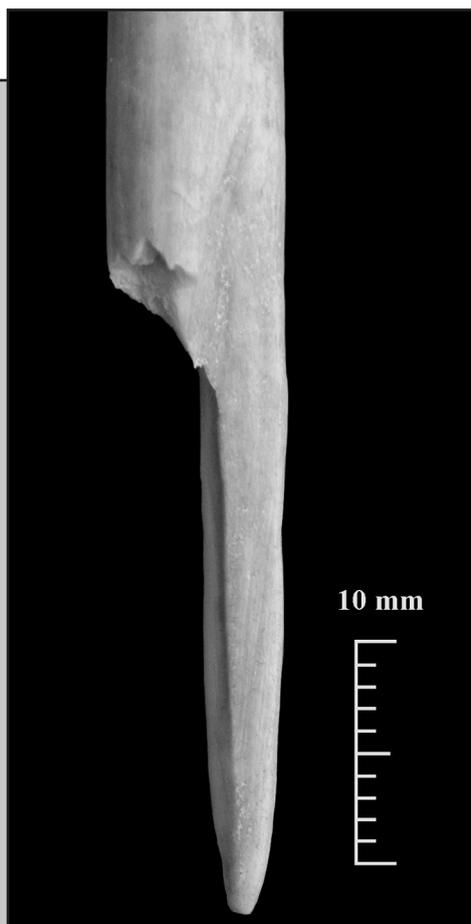


Fig. 123 : expérimentation 2004 - fracture d'un fourchon, à la base (tir au propulseur).



Fig. 124 : expérimentation 2004 - fracture des deux fourchons, à la base (tir au propulseur). La pointe de droite (B) est incrustée dans une vertèbre cervicale de l'animal cible.

de telle sorte qu'elle ne se trouvait plus alignée avec la hampe du projectile. Lors du tir au propulseur, la pointe s'est même en fait enfoncée de biais comme un coin à l'intérieur de son logement, provoquant une fissuration longitudinale de la hampe (fig. 127). La présence de la ligature, et l'épaisseur du fût de la sagaie, ont cependant empêché la hampe de se fendre. Dans les 2 cas, le désaxement de la pointe va de pair avec un écrasement de l'extrémité distale.

- Démanchement à l'extraction : une pointe à biseau double, tirée à l'arc et plantée dans l'humérus, s'est démanchée lorsque nous avons tenté de l'extraire de la blessure ; elle n'a pu être récupérée qu'au dépeçage. Elle s'est par ailleurs fracturée au niveau distal (il s'agit de la pointe représentée fig. 121). Ce type de démanchement s'est également produit sur une préhampe : cf. IX.2.6. ci-dessous.

Ces divers incidents ne sont pas liés à la présence ou l'absence d'incisions d'adhérence sur le biseau (sur les 7 pointes démanchées, 4 en présentaient, les 3 autres non). Il est possible qu'ils soient dus à une mauvaise conception de l'emmanchement de notre part ; cependant, les problèmes similaires signalés par les autres expérimentateurs ayant utilisé ce type de pointe (Arndt et Newcomer, 1986, p. 166 ; Stodiek, 1993, p. 206 ; Bertrand, 1999, p. 109 ; Cattelain, comm. pers.) nous incitent plutôt à penser qu'il s'agit là d'une faiblesse structurelle de l'emmanchement à biseau double.

Par ailleurs, le fait que la quasi-totalité des désaxements et des démanchements à l'impact se soit produite lors de tirs au propulseur (4 sur 5, dont 3 tirs dans le sol, l'impact dans le poteau étant exclu) nous permet de suggérer que c'est probablement là encore une flexion de la hampe qui est responsable de ce type de dégât. A ce propos, il aurait été particulièrement intéressant de voir ce que des impacts de sagaies équipées de pointes à biseau double auraient donné sur un sol gelé...

IX.2.5. Les fractures des hampes

Trois hampes de flèche se sont fracturées lors d'impacts sur des os longs, et une quatrième lors d'un tir ayant rebondi sur le corps de l'animal. Dans tous les cas, la fracture s'est produite à la hauteur de l'extrémité proximale de la pointe, c'est-à-dire à la base de l'emmanchement (2 flèches étaient équipées de pointes à biseau double, les 2 autres de pointes à base fourchue). Dans un cas — tir de pointe à base fourchue dans le tibia — une fracture médiolaterale du fût s'est produite simultanément, la hampe se brisant donc en 3 morceaux. Tous les impacts ayant provoqué une fracture de la hampe ont également entraîné l'écrasement de l'extrémité distale de la pointe.

Au propulseur, un seul projectile a subi une fracture de l'emmanchement, lors d'un impact mettant en jeu une pointe montée sur une préhampe (cf. ci-dessous). Cette plus grande résistance des hampes de sagaie doit probablement être mis sur le compte de leur calibre bien supérieur.

IX.2.6. Les préhampes

Les 2 préhampes montées sur des flèches n'ont subi aucun dégât lors des tirs ; elles ont finalement été retirées de l'expé-

rimentation car les pointes dont elles étaient équipées s'étaient fracturées au niveau distal.

Au propulseur, la première préhampe s'est démanchée lors d'une tentative d'extraction après un impact dans le tronc. L'ensemble de l'armature — pointe + préhampe — est resté fiché dans l'animal jusqu'à sa récupération au moment du dépeçage (nous avons alors pu constater que la pointe, endommagée à l'extrémité distale, avait cassé une côte).

La dernière préhampe s'est fracturée lors d'un impact de sagaie très spectaculaire contre la partie proximale de l'humérus (fig. 128). Ce tir a causé simultanément l'implantation de la pointe dans le cartilage touché, la fracture du fourchon droit de la pointe (cf. IX.2.3. ci-dessus), la fracture jumelle des fourchons de l'extrémité distale de la préhampe, et la fracture de la hampe de sagaie au niveau du joint avec la préhampe. Pointe, hampe et préhampe se sont donc séparés, les fourchons distaux de la préhampe restant ligaturés à la pointe fichée dans l'animal, tandis que le fragment du fourchon proximal de la pointe demeurait, lui, fixé à l'extrémité de la préhampe tombée au sol. La fracture distale de la préhampe est donc l'unique macro-stigmate d'utilisation obtenu expérimentalement sur ce type de pièce... mais nous verrons qu'il a plusieurs équivalents archéologiques.

IX.3. Comparaison avec les fractures des armatures archéologiques

IX.3.1. Les éraflures

Nous n'avons pas observé, sur les armatures du Magdalénien supérieur d'Isturitz, de stigmates correspondant aux 2 éraflures survenues sur les pointes expérimentales. Il est vrai que le caractère superficiel de ce type de dommage, et le fait qu'il semble affecter préférentiellement le tissu spongieux (plus fragile), ne laissent que peu d'espoir de le retrouver conservé sur les pièces archéologiques. On peut cependant évoquer une trace unique, présente sur un fragment de préhampe déjà évoqué plus haut (V.4.) : il s'agit d'une micro-esquille d'os plantée en écharpe sur le bord gauche de la pièce, dont elle a soulevé les fibres en surface (fig. 61). Si ce n'est pas là une éraflure au sens strict du terme, son principe de formation — raclement d'une face de l'armature contre un os au moment de l'impact — est similaire.

IX.3.2. Les fractures distales

Les écrasements et fractures distales en languette obtenues expérimentalement en 2004 sont très proches de certaines traces présentes sur les pointes archéologiques à biseau double et à base fourchue (comparer les fig. 119 et 55, fig. 120 et 56 ; voir données morphométriques des fractures respectivement in IX.2.2. et V.3.3.).

Toutefois, pas plus qu'en 2003 nous ne sommes parvenus à reproduire les fractures distales les plus conséquentes des pointes magdaléniennes, fractures qui dans beaucoup de cas semblent avoir brisé la pointe en deux au milieu du



De haut en bas.

Fig. 125 : expérimentation 2004 - démanchement d'une pointe à biseau double (tir au propulseur).

Fig. 126 : expérimentation 2004 - désaxement d'une pointe à biseau double (tir à l'arc). La pointe a également subi un écrasement de l'extrémité distale.

Fig. 127 : expérimentation 2004 - désaxement d'une pointe à biseau double, avec enfoncement de la pointe à l'intérieur de son emmanchement. La pointe a également subi un écrasement de l'extrémité distale (tir au propulseur ; la ligature de la pointe a été ôtée pour la photo).

fût (fractures en dents de scie, fractures en languette de grande ampleur : cf. V.3.3.). Au contraire, les fractures distales expérimentales correspondent cette fois encore à des dégâts limités, dont la réparation ne nécessiterait qu'un rapide réaffûtage de l'extrémité distale.

IX.3.3. Les fractures proximales

Nous avons vu que la série des fractures proximales de l'expérimentation 2004 reproduisait précisément, avec un effectif plus réduit, la série de fractures obtenues sur les bases fourchues lors des tirs de 2003. De ce fait, la comparaison avec les fractures des pointes à base fourchue magdaléniennes donne les mêmes résultats : tous les stigmates expérimentaux ont des équivalents archéologiques (comparer en particulier les fig. 122 et 97), mais *a contrario*, certaines fractures proximales archéologiques, en particulier les fractures débordantes, ne se retrouvent pas expérimentalement.

Tant au niveau proximal qu'au niveau distal, le premier objectif de l'expérimentation 2004 — obtenir des fractures de plus grande ampleur que lors de la précédente séance de tirs — n'a donc pas pu être rempli. Nous reviendrons plus bas sur ce problème persistant.

En revanche, en ce qui concerne les pointes à biseau double, l'absence complète de fractures proximales expérimentales semble correspondre à la réalité archéologique : sur les 121 pointes à biseau double du Magdalénien supérieur d'Isturitz, seules 5 présentent une fracture de l'extrémité du biseau attribuable à un impact d'utilisation (fig. 129). Il s'agit donc manifestement là d'un accident très rare, dont la simulation expérimentale aurait sans doute réclamé de très longues séries de tirs.

IX.3.4. Les fractures des préhampes

Sur les préhampes archéologiques, l'extrémité proximale — biseau ou fourche — lorsqu'elle est présente, est toujours intacte (hors dégâts postdépositionnels). En revanche, au niveau de la fourche distale, on observe 2 types de stigmates qui rappellent les dommages des pointes à base fourchue : la fracture d'un fourchon à la base (fig. 130 ; N = 2) et la fracture jumelle des 2 fourchons, à la base (fig. 131 ; N = 5). Enfin, parmi les 38 préhampes fragmentaires, 13 présentent une fracture d'utilisation mésiale, en dents de scie (fig. 132 ; N = 2) ou en languette (fig. 133 ; N = 11). Ces stigmates correspondent morphométriquement aux fractures de grande ampleur visibles sur le fût de certaines pointes de projectile.

Expérimentalement, l'unique fracture obtenue sur une préhampe est une fracture distale des 2 fourchons, à la base (fig. 128), qui correspond donc au type de dommage le plus souvent présent sur les parties distales des préhampes archéologiques. On voit cependant que sur ce type de pièce également, les dégâts les plus importants constatés archéologiquement (ici les fractures mésiales) n'ont pas pu être reproduits.

IX.4. Bilan des expérimentations : discussion sur le système d'armement des habitants d'Isturitz au Magdalénien supérieur

Au terme de ce chapitre, il est temps de dresser le bilan de nos deux expérimentations, et des perspectives qu'elles nous ont ouvertes pour la reconstitution du système d'armement des occupants d'Isturitz au Magdalénien supérieur.

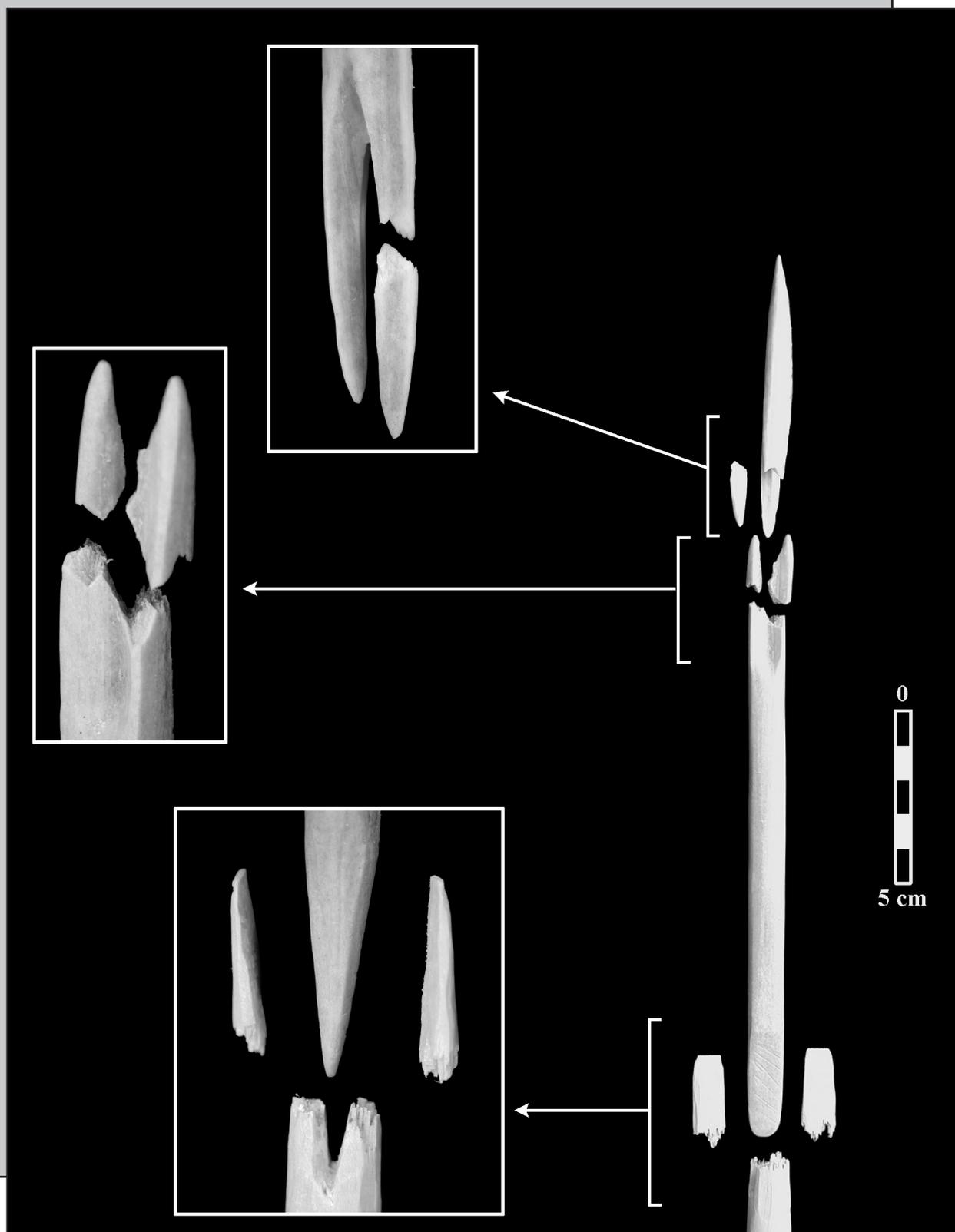
Une étude typologique (chap. III) et une première approche fonctionnelle (chap. V) nous avaient permis d'établir que ces hommes disposaient de trois catégories d'armatures en bois de Renne :

- Des pointes à biseau double, elles-mêmes réparties en deux sous-types, les «pointes typiques» et les «grosses pointes» (en écartant comme trop anecdotique le sous-type «pointes fines» qui se réduit à deux pièces) ;
- Des pointes à base fourchue ;
- Des armatures composites associant une pointe à base fourchue et une préhampe (avec pour ces dernières deux sous-types : à fourche et biseau double opposés, ou à deux fourches opposées).

À l'issue des tirs expérimentaux, il nous semble que, pour les deux dernières catégories, l'identification comme armatures de sagaie peut raisonnablement être avancée. Dans le cas des pointes à base fourchue, les fractures proximales, nombreuses sur les pièces archéologiques, se sont en effet révélées caractéristiques du lancer au propulseur, toutes conditions d'utilisation égales par ailleurs — un résultat valable pour les deux expérimentations, malgré les changements apportés entretemps au protocole de tir. Pour les préhampes, la seule fracture expérimentale dont nous disposons (et qui se retrouve en plusieurs exemplaires sur le matériel archéologique) indique également une utilisation lors de lancers au propulseur ; il peut paraître hasardeux de proposer ainsi une interprétation à partir d'un seul stigmate, mais la ressemblance de ce dernier avec les fractures des bases fourchues nous incite à penser qu'il s'agit bien là d'un dommage typique d'un impact de sagaie (ce point demanderait bien sûr à être confirmé par d'autres expérimentations portant sur un plus grand nombre de préhampes).

Par ailleurs, rappelons que nous avons également suggéré une utilisation comme têtes de sagaie pour environ un tiers des «grosses» pointes à biseau double, en nous appuyant cette fois sur leur calibre, trop important pour des pointes de flèche (cf. VI.1.2.). Il ne subsisterait donc en définitive que les pointes à biseau double «typiques» — ainsi que les «grosses» pointes restantes — dont le mode de propulsion est indéterminé : ces pièces, au calibre relativement «passe-partout», ne présentent pratiquement que des fractures distales, qui lors de l'expérimentation 2004 se sont formées indifféremment sur les armatures de flèche et de sagaie (contrairement à ce que nous avons constaté à l'issue de l'expérimentation 2003).

Fig. 128 : expérimentation 2004 - fracturation multiple d'une armature composite (tir au propulseur).
Vue générale de l'armature et détail des fractures de la partie proximale de la pointe, de la partie distale de la préhampe et de l'extrémité distale de la hampe.



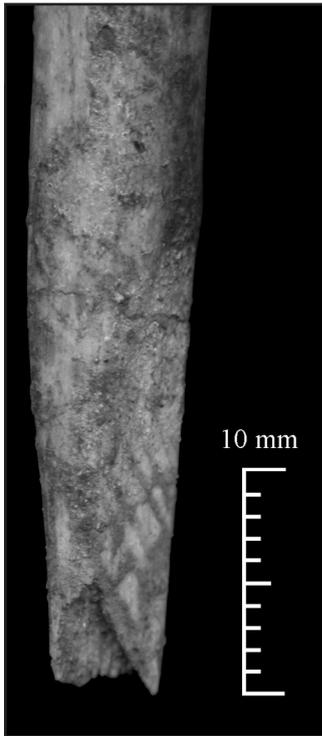


Fig. 129 : fracture proximale d'une pointe à biseau double d'Isturitz (coll. Saint-Périer, couche II, réattrib. Magd. sup.).

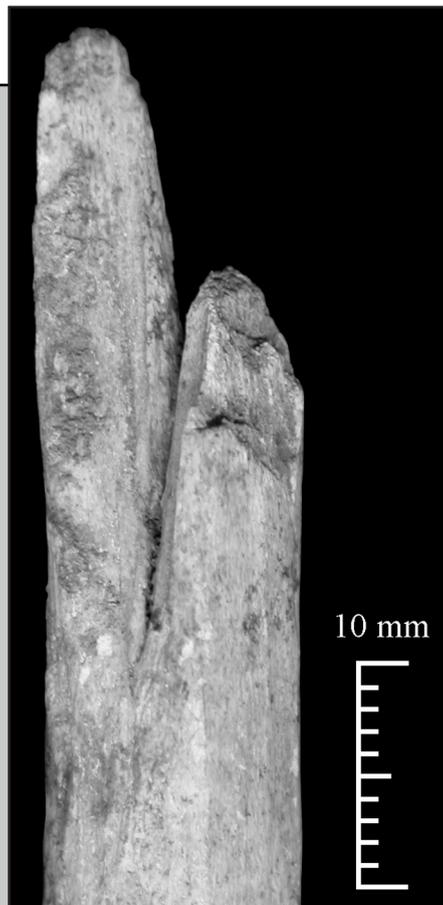


Fig. 130 : fracture distale d'une préhampe d'Isturitz : fracture d'un fourchon (n° MAN 77159F48, coll. Passemard, couche E, réattrib. Magd. sup.).

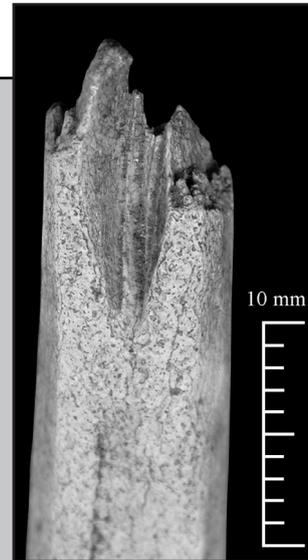


Fig. 131 : fracture distale d'une préhampe d'Isturitz : fracture des deux fourchons (coll. Saint-Périer, couche I).

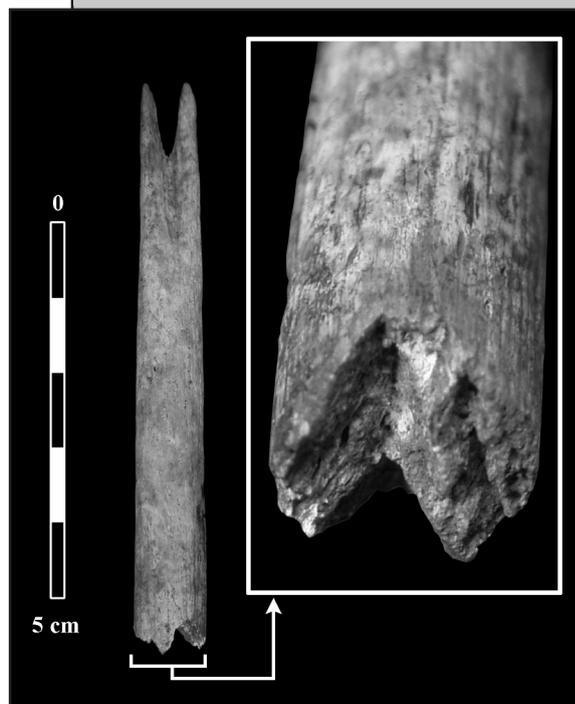


Fig. 132 : fracture mésiale d'une préhampe d'Isturitz : fracture en dents de scie (coll. Saint-Périer, couche I).



Fig. 133 : fracture mésiale d'une préhampe d'Isturitz : fracture en languette (coll. Saint-Périer, couche I).

Quoi qu'il en soit, l'utilisation du propulseur nous paraît attestée avec une forte probabilité pour au moins la grande majorité des armatures du Magdalénien supérieur d'Isturitz. Ce résultat suscite deux remarques :

- Il confirme la perdurance de l'usage du propulseur (au moins à Isturitz !) même après la transition Magdalénien moyen / Magdalénien supérieur, dans des couches où les parties distales de propulseur en bois de Cervidé ont pourtant disparu de la liste des vestiges. Même si c'est trivial, cette situation a le mérite de nous rappeler que ce n'est pas parce qu'un objet ne se retrouve plus en contexte archéologique qu'il avait cessé d'exister pour les hommes de l'époque, surtout si cet objet est susceptible — comme c'est apparemment le cas ici — d'avoir été entièrement fabriqué en matières végétales périssables.

- D'après ce que l'on sait des conditions d'utilisation du propulseur chez les peuples actuels et subactuels (Cattelain, 1994), on peut avancer que la présence de cette arme implique une chasse en milieu ouvert, sans couvert végétal important, ce qui s'accorde d'ailleurs avec les espèces dominantes du tableau de chasse : le Renne (rang 1) et le Cheval (rang 2).

Ces deux points — la question des éléments d'armement en bois végétal, et celle de l'environnement de chasse — nous ramènent indirectement à un problème qui se pose toujours à nous après les expérimentations : l'impossibilité récurrente d'obtenir des fractures comparables aux dégâts de grande ampleur constatés sur les pointes archéologiques.

Réfléchissant — collectivement, avec les autres membres de l'équipe d'expérimentation — à un moyen de rendre le protocole de tir «encore plus destructeur» pour les armatures, nous avons émis deux idées :

- Augmenter à nouveau considérablement la masse des sagaies (qui en 2004 était en moyenne de 193 g), pour arriver aux valeurs de 400-500 g relevées sur de nombreux projectiles inuits ou australiens (Cattelain, *ibid.*).

- Explorer plus avant la question des tirs manqués. En effet, au final, après avoir testé deux types de cibles animales sans pour autant être parvenu à reproduire les fractures recherchées, nous ne voyons pas comment ces dernières ont pu se produire autrement que lors d'impacts violents sur des obstacles naturels particulièrement solides (rochers, permafrost...) ; les fractures sur sol gelé obtenues au propulseur en 2003 nous donnent peut-être un premier aperçu des résultats que pourrait livrer un programme expérimental explicitement orienté vers la simulation de ce type d'impacts. De fait, il n'est pas aberrant d'imaginer que les tirs manqués soient, de loin, la cause principale des fractures d'utilisation présentes sur les pièces archéologiques⁵¹.

Ces quelques réflexions dessinent les premiers contours d'un troisième projet d'expérimentation, qui n'a pas été entrepris dans le cadre de ce doctorat, mais qui reste à venir...

Par ailleurs, la question de la fracturation des pointes nous conduit à son tour vers une autre facette de notre probléma-

tique : la comparaison du comportement et des performances des différents types d'armatures.

Traisons tout d'abord du cas des préhampes. L'effectif mis en jeu lors de l'expérimentation était certes très réduit, mais la fracturation spectaculaire de l'une des préhampes de sagaie, ainsi que les fractures d'utilisation présentes sur un nombre non négligeable de préhampes archéologiques, semblent indiquer que la présence de ce type de pièce n'augmente pas significativement la solidité ou la durée de vie d'une armature (en s'appuyant sur les résultats expérimentaux, on pourrait même soutenir que l'emploi des préhampes augmente les risques de fracture de la hampe au niveau de l'emmanchement...). Au total, le seul effet constaté des préhampes au propulseur fut de contribuer, grâce à leur longueur et leur masse importantes, à déplacer vers l'avant le centre de gravité du projectile : sur l'ensemble des expérimentations 2003 et 2004, les seules sagaies dont le centre de gravité était légèrement décalé vers l'avant (*i.e.*, situé au-delà de 50 % de la longueur totale du projectile) étaient les deux équipées de préhampes. Cela peut se révéler utile du point de vue balistique, dans la mesure où, pour une sagaie non empenée, le meilleur équilibrage semble se situer aux 6/10 de la longueur totale (Rozoy, 1992, p. 177-178 ; Cattelain, 1994, p. 20). Pour une flèche, cet équilibrage particulier n'est pas nécessaire, et peut même être préjudiciable à la précision du projectile (*cf.* Annexe 2)⁵².

Enfin, reste la comparaison entre les résultats des pointes à biseau double et ceux des pointes à base fourchue. En termes de fracturation distale, l'expérimentation 2004 a montré le comportement très similaire des deux types de pointes lorsqu'elles sont placées dans des conditions équivalentes (en particulier, même type d'os touché). Ce comportement se caractérise par une grande solidité et une très bonne résistance à l'impact — les dégâts, lorsqu'ils se produisent, restant faciles à réparer et limités à la partie distale. Ce constat vaut en particulier pour les impacts dans les zones normalement visées par un chasseur, c'est-à-dire le thorax. Il convient d'insister sur ce point : une pointe de projectile en bois de Renne est un objet qui, dans les conditions normales d'une utilisation réussie (c'est-à-dire un tir au but dans les parties vitales de l'animal visé), ne «s'use» pas et ne se fracture que très rarement, et possède donc une durée d'utilisation théoriquement indéfinie — sauf accident. A notre sens, toute comparaison entre les «performances» de tel ou tel type d'armature doit se faire à l'ombre de cette réalité. C'est d'ailleurs là une des différences fondamentales des arma-

⁵¹ Dans des conditions de chasse réelles, où le tireur tente d'atteindre les parties vitales de la cible — zone cœur / poumons — un tir mal ajusté a sans doute plus de chances de passer complètement à côté ou au-dessus de l'animal que de toucher les parties du squelette des plus destructrices pour les pointes, à savoir les ceintures et les os longs (à l'exception possible de la scapula).

⁵² Nous serions tenté d'évoquer un dernier «effet» des armatures composites, qui pourra paraître saugrenu (quoique...), c'est leur effet «showoff» («épaté»). C'est un fait que, lors de l'expérimentation 2004, la complexité du système d'emmanchement multiple à fourche + biseau double, et le caractère impressionnant de ces armatures (qui présentaient un calibre supérieur à celui des autres pièces, et atteignaient des longueurs de plus de 20 cm), ont suscité auprès de plusieurs membres de l'équipe un intérêt que ne semblaient justifier ni le nombre de projectiles concernés, ni leur importance réelle au sein de l'expérimentation...

tures osseuses avec les armatures lithiques, dont le destin est de se briser assez rapidement, et souvent de manière irréparable, même en cas d'impact dans des zones qui ne sont pas les plus destructrices⁵³.

En termes de fracturation proximale, la différence expérimentale entre bases fourchues et biseaux doubles est en revanche évidente : emmanchées sur des sagaies, les premières se fracturent parfois à l'impact, les seconds jamais. Les fractures proximales des pointes à base fourchue sont d'autant plus gênantes qu'elles sont généralement irréparables, et imposent un remplacement de la pointe. On serait donc tenté de conclure à l'infériorité technique de ce type d'emmanchement... Un verdict qui doit toutefois être fortement nuancé.

En effet, comme l'ont montré en particulier les résultats de l'expérimentation 2004, les fractures proximales des bases fourchues restent des événements relativement rares (3 occurrences sur 181 tirs ayant touché l'animal). On peut donc estimer que la différence de «durée de vie» entre une pointe à base fourchue et une pointe à biseau double, due à la fragilité particulière de l'emmanchement fourchu, ne devient perceptible qu'à condition de disposer de séries statistiquement importantes de plusieurs centaines de tirs — ce que nous avons fait expérimentalement, mais qui n'a rien à voir avec les conditions réelles d'utilisation d'un projectile de chasse. Il est donc raisonnable de penser que, à l'échelle d'une activité de chasse «normale», la différence entre les deux types d'armatures ne sera pas vécue comme significative — en d'autres termes, les fractures des bases fourchues resteront assez peu fréquentes pour ne pas entraîner un rejet de ces pointes comme «trop fragiles». Rappelons à ce propos que les trois sagaies «indestructibles» de l'expérimentation 2004, lancées au total 113 fois sans dommages, étaient toutes équipées de pointes à base fourchue...

Par ailleurs, si les pointes à biseau double ne se fracturent pas au niveau proximal, nous avons vu qu'elles se démanchaient ou se désaxaient parfois à l'impact, en particulier au propulseur : un type d'incident qui ne se produit pas avec les pointes à base fourchue, et qui semble être un problème structurel de l'emmanchement à double biseau plus qu'une erreur de notre protocole expérimental. Or, du point de vue de l'utilisateur du projectile, démanchement et fracture proximale ont finalement des conséquences immédiates comparables : le projectile ne peut pas être réutilisé sur-le-champ ; il faut défaire la ligature, réemmancher une pointe et la re-ligaturer. La seule différence est que, dans le cas d'un «simple» démanchement, on peut réutiliser la même pointe (si elle n'a pas été perdue dans le sol lors d'un tir raté...), tandis qu'une pointe dont la base s'est fracturée doit être remplacée.

La question des «avantages et inconvénients» des deux types de base s'avère donc au final être un problème économique plus que technique : l'emmanchement à biseau double représente un «avantage» seulement si on se trouve dans une situation où, pour telle ou telle raison, il est important pour le groupe de minimiser le nombre de pointes produites, et donc d'allonger au maximum leur durée de vie et le nombre de leurs réutilisations possibles. Si au contraire la production de pointes est largement suffisante pour satisfaire, voire excéder les besoins en armatures de recharge, alors la différence «d'efficacité» entre les deux types de base s'estompe entièrement.

Dans laquelle de ces deux situations se trouvaient placés le ou les groupes qui ont occupé Isturitz au Magdalénien supérieur ? C'est ce que nous allons maintenant tenter de déterminer.

⁵³ P. Cattelain et M. Perpère (1993) indiquent que 35 % de leurs tirs expérimentaux à l'arc dans le poitrail de l'animal ont entraîné la fracturation de la pointe, ce pourcentage montant à 62 pour les lancers au propulseur (les armatures étaient des pointes de la Gravette, la cible une carcasse de chèvre). Pour des indications ethnographiques concernant la fragilité des pointes de projectile lithiques, voir Ellis, 1997, p. 56 sqq.

Quatrième partie. Interprétation économique

X. REPARATION ET RECYCLAGE DES ARMATURES DE PROJECTILE

L'étude expérimentale menée dans les chapitres précédents a permis de reconstituer plusieurs aspects du système d'armement du Magdalénien supérieur d'Isturitz, et a également apporté plusieurs informations concernant le mode de formation de certaines fractures présentes sur les armatures archéologiques. La discussion de ces résultats — notamment la comparaison entre pointes à biseau double et pointes à base fourchue — nous a conduit à poser la question du comportement des Paléolithiques vis-à-vis de la fracturation de leurs armatures : nature, fréquence et ampleur des réparations ; intensité de la réutilisation et du recyclage des pointes ; etc.

Or, même si chaque fracture correspond à un accident d'utilisation ponctuel et singulier, l'étude de la «gestion» globale, par le groupe paléolithique, des dommages survenus sur les projectiles relève d'une analyse de type techno-économique. En d'autres termes, il s'agit d'étudier l'ensemble des opérations techniques postérieures à l'utilisation proprement dite, c'est-à-dire les phases de récupération, de réparation et de recyclage des objets.

X.1. Mise au point terminologique

Dans la littérature préhistorienne, la dénomination des opérations techniques d'entretien des outils souffre d'une certaine imprécision terminologique. Au fil de nos lectures, nous avons ainsi répertorié au moins 21 termes se rapportant à ce sujet (tabl. 53) ; cet inventaire a été effectué à partir de publications de langue française majoritairement consacrées

à l'industrie osseuse (en particulier aux pointes), mais il nous semble malgré tout relativement complet.

Mis à part un emploi immodéré du préfixe «re-», ces 21 termes sont assez hétéroclites, leur définition, lorsqu'elle existe, variant souvent d'un auteur à l'autre. Nous avons tenté de clarifier la situation, écartant quelques barbarismes («réaviver» par exemple n'existe pas en français), quelques impropriétés et beaucoup de termes synonymes. Au final, nous proposons le séquençage suivant (fig. 134) :

- Au cours de son utilisation, l'outil peut subir une usure ou une fracture. Si l'utilisateur considère que l'outil n'est plus apte, de ce fait, à remplir aucune fonction, l'objet est alors **abandonné**. Dans le cas contraire, il est **récupéré**.
- La récupération peut prendre deux formes : si son but est de rendre à l'outil sa fonction première, on parlera de **réparation** ; si l'objectif est de lui conférer une nouvelle fonction, on emploiera le terme **recyclage**.
- La réparation elle-même a deux modalités, dont nous empruntons la distinction à un texte de H. Knecht concernant l'entretien des pointes de projectile : «*Resharpening* describes maintenance of the damaged tip of a point. [...] Resharpening can usually be accomplished without removing the projectile from its haft. *Reworking* is the modification of a damaged or broken projectile point to produce a new, useable projectile point. The possibility of resharpening or reworking is dependent on both the nature and the location of the damage or breakage» (Knecht,

Opération technique visant à remettre en état une partie active (le plus souvent pointue) :	ravivage (ou réavivage)
	raffûtage (ou réaffûtage)
	réaiguïsage
	réappointage
	retailage
Opération technique visant à rendre à un objet son efficacité fonctionnelle première :	réparation
	restauration
	réfection
	rafistolage
Opération technique visant à modifier la fonction d'un objet :	recyclage
	reconversion
	reconfiguration
	retransformation
Termes ambigus, synonymes tantôt de «réparation», tantôt de «recyclage» :	refaçonnage
	reprise
	récupération
	réaménagement
	réutilisation
	réemploi

Tabl. 53 : recensement bibliographique des termes se rapportant à l'entretien des outils, avec les acceptions généralement utilisées.

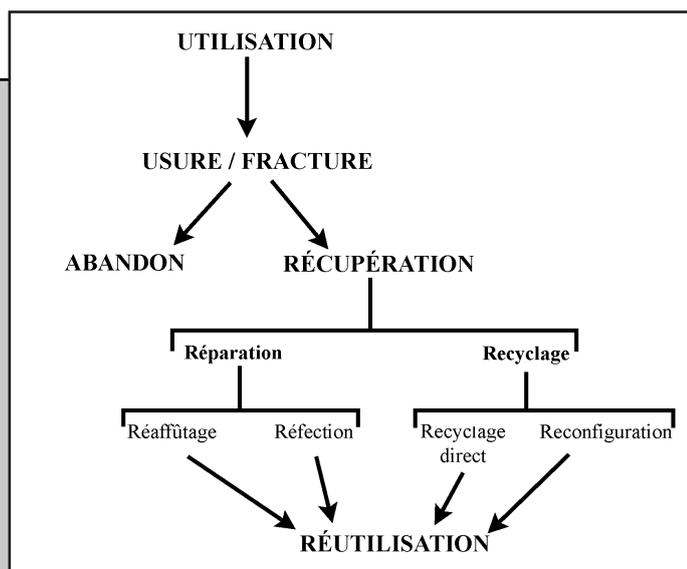


Fig. 134 : vocabulaire descriptif des opérations techniques d'entretien des outils.

1997b, p. 204)⁵⁴. Le réaffûtage sera donc la rectification de la forme de la partie active d'un outil, partiellement altérée ; et la *réfection* une réparation de plus grande ampleur, impliquant le refaçonnage intégral d'une partie entièrement détruite de l'outil.

- Enfin, le recyclage peut être *direct* (l'objet est affecté à une nouvelle fonction, sans modification de sa forme) ou nécessiter une *reconfiguration* — c'est-à-dire une modification de forme affectant tout ou partie de l'outil, afin de le mettre en adéquation avec sa nouvelle fonction.

- Une fois réparé ou recyclé, l'outil peut être réutilisé. Si, à l'usage, ce vocabulaire ne se révélera pas forcément

idéalement adapté à tous les types d'outils, il a du moins le mérite d'exister et de fournir un cadre descriptif commode à notre propre étude.

X.2. Au retour de la chasse... l'introduction des armatures dans le site

Les armatures de projectile font partie des rares catégories de vestiges pour lesquelles on peut d'emblée postuler une utilisation à l'extérieur du site, sur le terrain de chasse. La présence au sein du remplissage archéologique de pointes et de préhampes fracturées à l'usage soulève donc le problème de leur mode d'introduction dans le gisement, problème qui doit logiquement être abordé avant toute étude portant sur la réparation des pièces.

Dans ce domaine, la présence, sur plusieurs pointes, de stigmates indiquant vraisemblablement leur récupération à l'intérieur du corps de l'animal abattu constitue un premier élément de discussion (les pages qui suivent ont fait l'objet d'une publication préliminaire : Pétilion et Letourneux, 2003).

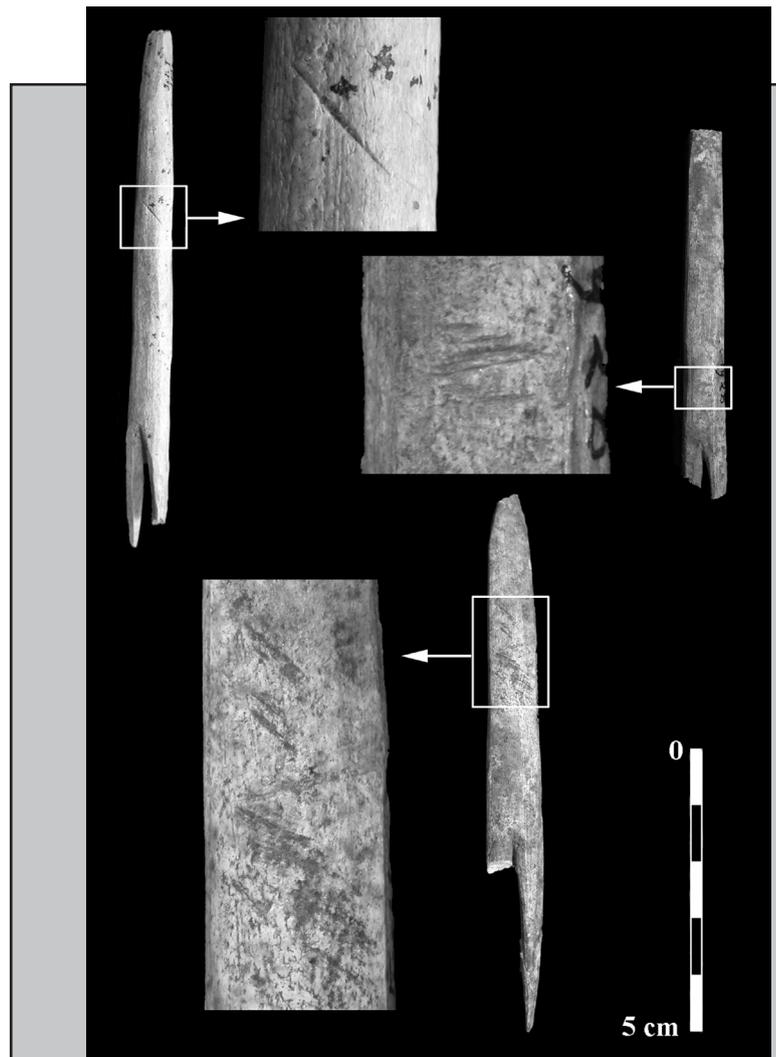
X.2.1. Traces de récupération des pointes dans les carcasses

Lors de l'étude préliminaire des pointes du Magdalénien supérieur d'Isturitz, nous avons constaté sur certaines pièces la présence de stries courtes, isolées, localisées sur les faces et arêtes de la partie mésio-distale, et descendant parfois jusqu'à la limite de la partie proximale ; ces stries, d'orientation perpendiculaire ou oblique par rapport à l'axe de la pointe, se superposent aux traces de façonnage de la pièce (fig. 135). Nous les avons observées avec certitude sur 34 pièces (22 pointes à base fourchue, 4 pointes à biseau double, 2 préhampes, 4 fragments mésio-distaux, 2 méسياux), et de façon moins nette sur 24 autres (16 pointes à base fourchue, 5 à biseau double, 2 préhampes et 1 fragment mésio-distal). Ce phénomène concerne donc environ 5 à 8 % du corpus.

En première approche, nous avons envisagé trois hypothèses pour expliquer la présence de ces traces :

- Traces de fabrication : dans l'hypothèse où ces stries se rapporteraient à la fabrication des pointes, elles se formeraient obligatoirement lors de la phase de finition, puisqu'elles sont toujours postérieures aux traces de façonnage *stricto sensu*. Cependant, de par leur nombre et leur localisation, ces stries ne relèvent pas d'une finition de la pièce par abrasion ou par raclage, et n'évoquent pas un quelconque décor ; rien ne soutient donc leur identification comme traces de fabrication.

⁵⁴ «Le réaffûtage désigne l'entretien de l'extrémité endommagée d'une pointe. [...] Il peut généralement être effectué sans détacher l'armature de sa hampe. La réfection désigne la transformation d'une pointe de projectile endommagée ou fracturée, dans le but de produire une nouvelle pointe utilisable. Les possibilités de réaffûtage et de réfection dépendent de la nature et de l'emplacement de la fracture ou des dommages». Les termes sont soulignés dans le texte. «Réfection» traduit «reworking» ; le verbe correspondant est «refaire».



De haut en bas.
 Fig. 135 : pointes à base fourchue présentant sur la partie méso-distale des stries courtes, perpendiculaires ou obliques par rapport à l'axe de la pièce (coll. Saint-Périer, couche I).

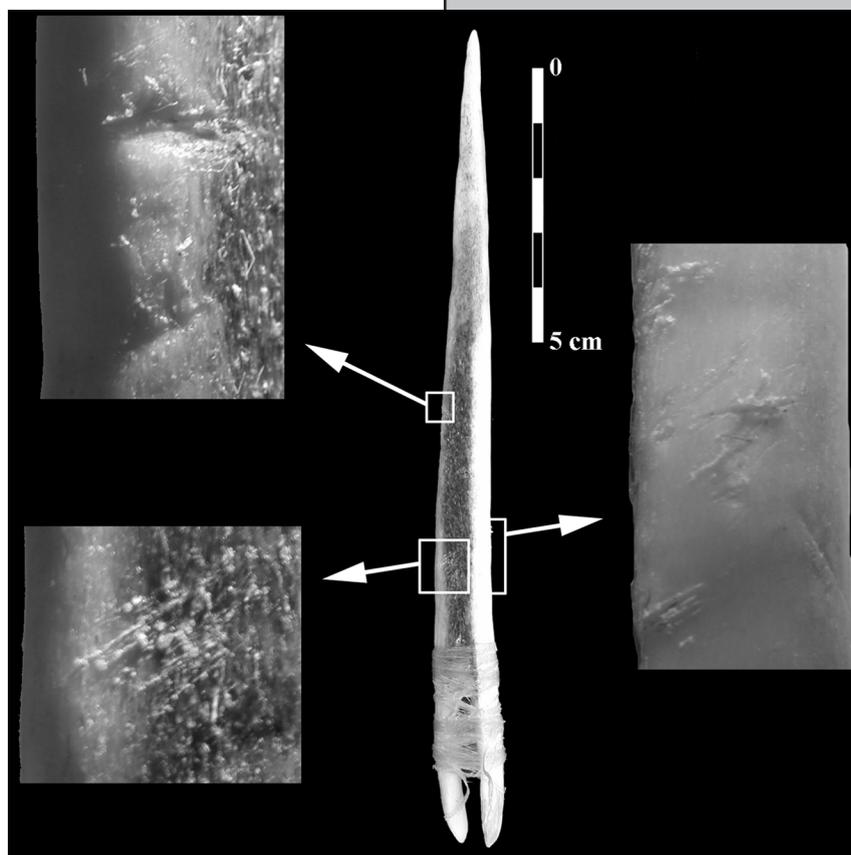


Fig. 136 : expérimentation 2003 - pointe à base fourchue présentant des stries produites lors de sa récupération dans la carcasse de l'animal-cible.

- Traces d'utilisation : il nous paraît également difficile d'imaginer que ces stries puissent se produire lors de l'utilisation de l'armature de projectile. Car un impact de tir étant par définition une contrainte exercée dans l'axe longitudinal de la pièce, on s'attendrait à ce que les éventuels stigmates d'impact soient parallèles à cet axe ; or les stries observées sont au contraire d'orientation exclusivement perpendiculaire ou oblique.

- Traces postdépôtives : quelques rares pointes de notre corpus portent des traces laissées par les griffes de petits animaux fouisseurs (*cf.* II.4.) ; mais, par leur morphologie comme par leur organisation, ces stigmates se distinguent clairement des stries décrites ci-dessus, et il ne nous semble pas y avoir à ce niveau de confusion possible. On pourrait également proposer d'interpréter ces stries comme des traces de charriage ou de piétinement, résultant du frottement de l'objet contre des particules abrasives présentes dans le sédiment. Cependant, ces dernières traces présentent normalement une orientation variable et une organisation aléatoire, à laquelle s'oppose encore une fois l'orientation préférentiellement perpendiculaire ou oblique de nos stries.

Nous n'avons donc aucune hypothèse réellement satisfaisante pour expliquer l'origine de ces stigmates, jusqu'à ce que nous observions des traces similaires sur 11 pointes expérimentales, après leur utilisation (7 pointes de l'expérimentation 2003, et 4 de l'expérimentation 2004 : *cf.* fig. 136).

Ces stigmates expérimentaux se sont formés sur des pointes qui s'étaient implantées dans la carcasse de l'animal cible — soit parce qu'elles avaient rencontré un os, soit parce que les muscles et la peau de l'animal s'étaient resserrés autour d'elles après l'impact («effet boutonnière»). Pour dégager ces pointes lors du dépeçage, il fut donc nécessaire de découper au silex la peau et les chairs qui les entouraient. Lors de cette opération, quelques-unes d'entre elles reçurent des coups de silex, qui laissèrent des traces tout à fait comparables à des stries de boucherie et similaires à celles observées archéologiquement⁵⁵.

Les stries présentes sur les pièces archéologiques témoignent donc vraisemblablement de la récupération des pointes par les Paléolithiques à l'intérieur des carcasses des animaux abattus. Cette récupération pouvait avoir pour objectif la réutilisation des pointes (après éventuel réemmanchement et/ou réparation), ou tout simplement le nettoyage de la carcasse : on enlève les pointes fichées dans l'animal afin de rendre la viande propre à la consommation, ou de récupérer la peau sans trop l'abîmer... D'ailleurs, même si ce type de stries n'a à notre connaissance jamais été signalé auparavant, il n'y a a priori aucune raison pour qu'elles ne se trouvent que sur les pointes du Magdalénien supérieur d'Isturitz ; un réexamen d'autres séries de pointes de projectile en matières osseuses permettrait certainement de découvrir des stigmates similaires dans de nombreux sites.

La récupération des armatures dans les carcasses, dont ces stries sont le témoignage, peut toutefois se produire aussi bien sur le terrain de chasse que dans l'habitat, et concerner

des pointes entières comme des fragments. L'observation de ces traces ne permet donc pas en elle-même de comprendre les modalités d'accumulation des armatures usagées dans le gisement : il nous faut utiliser d'autres outils d'analyse.

X.2.2. Distribution des fragments des pointes de sagaie expérimentales

S'appuyant sur des données expérimentales, J.P. Chadelle, J.M. Geneste et H. Plisson (1991) suggèrent que les parties basales des pointes à cran solutréennes de Combe Saunière ont été «apportées au campement [...] parce qu'elles étaient encore enchâssées et ligaturées dans les fûts. [...] La proportion de 49 % de fragments basaux témoigne de la restauration d'armes de trait à Combe Saunière même». Les fragments apicaux (20 % de la série archéologique) seraient quant à eux revenus à l'intérieur des carcasses des animaux abattus (*fig.* 137). Nous avons cherché à adapter cette réflexion à notre propre corpus, en comparant la fragmentation des pointes archéologiques à celle des pointes expérimentales à la fin des séances de tir.

Pour rendre compte en détail de cette fragmentation, il a toutefois été nécessaire d'affiner notre terminologie descriptive. La *fig.* 138 présente ainsi l'ensemble des catégories de fragments théoriquement possibles pour les pointes à base fourchue et à biseau double. Outre les termes déjà employés précédemment (fragments **distaux**, **mésio-distaux** et **mésiaux**), nous avons distingué les fragments **proximaux** (qui correspondent à des fourchons isolés, ou à des fragments d'extrémité à biseau double), **mésio-proximaux** (pointes dont la base est intacte, mais qui présentent une fracture mésiale ou distale), **pseudo mésiaux** et **pseudo mésio-distaux**. Ces deux dernières catégories désignent des pointes qui ont subi une fracture de la partie proximale, mais sur lesquelles cette dernière est encore typologiquement identifiable car il en subsiste une portion (racine des fourchons, départ du biseau double) — ce qui n'est pas le cas sur les «vrais» fragments mésiaux et mésio-distaux. Ainsi, une pointe à base fourchue dont les 2 fourchons se brisent simultanément produit 2 fragments proximaux (les fourchons) et 1 pseudo fragment mésio-distal, correspondant au reste de la pièce sur laquelle l'emplacement des fourchons est encore visible.

Nous avons construit notre référentiel en nous appuyant sur les données des deux expérimentations, mais en ne tenant compte que des résultats des tirs au propulseur — ce mode de lancer étant le plus probable pour les pièces archéologiques (*cf.* IX.4.). Les pointes intactes ont été écartées, ainsi que les pointes n'ayant subi qu'un écrasement de l'extrémité distale, en raison du caractère très limité de ce type de dégât.

⁵⁵ La pointe expérimentale montrant les traces les plus nombreuses et les plus marquées (*fig.* 136) était une pointe de flèche de l'expérimentation 2003 plantée dans la musculature du cou de l'animal cible, dont elle fut particulièrement difficile à extraire. La relative rareté de ces traces (présentes sur 11 pointes parmi les 75 utilisées au total en 2003 et 2004) est due au fait que, lors du dépeçage de 2003, nous avons explicitement essayé de ne pas toucher les pointes avec les outils en silex, afin de ne pas créer de stigmates parasites dans la perspective d'une éventuelle étude tracéologique des micro-traces d'impact ; en 2004, nous avons abandonné cette attitude «prudente» (espérant ainsi mieux correspondre à la pratique supposée des Paléolithiques), mais le nombre de pointes implantées dans les carcasses était alors beaucoup plus réduit.

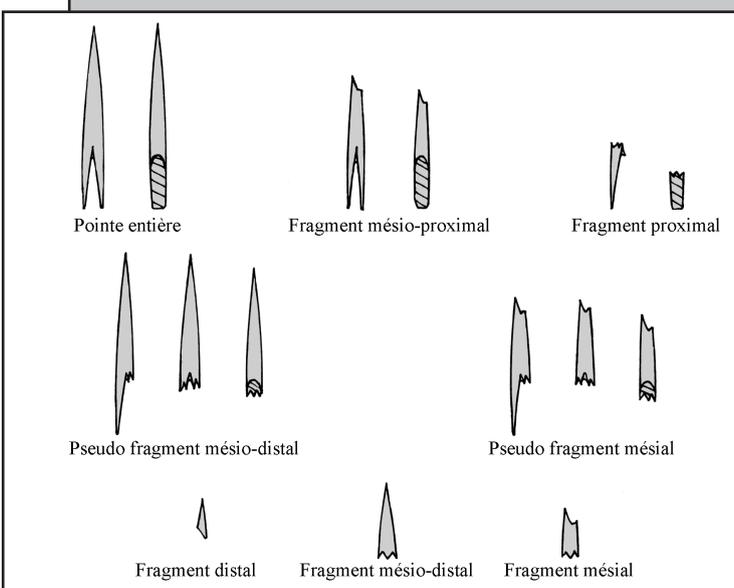
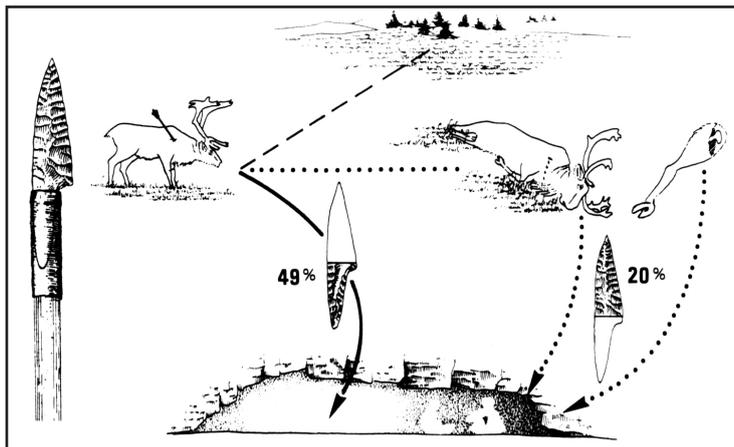
Pour l'expérimentation 2004, nous avons traité simultanément les fragments des pointes à base fourchée et ceux des pointes à biseau double, ces derniers étant au nombre de 2 seulement : 1 fragment distal et 1 méso-proximal provenant de la même pointe (à l'issue des tirs, toutes les autres pointes de sagaie à biseau double étaient en effet intactes, ou affectées seulement d'un écrasement distal). Les préhampes n'ont en revanche pas été incluses dans cette étude, car leur morphologie particulière aurait nécessité un référentiel spécifique, or le nombre de fractures expérimentales (une seule !) était trop réduit.

A la fin des expérimentations (tabl. 54 et 55), certains fragments de pointes étaient encore fixés sur la hampe de la sagaie, tandis que d'autres se trouvaient à l'intérieur du corps de l'animal, ou encore sur le sol (certains de ces derniers ont d'ailleurs été perdus, malgré tous nos efforts pour récupérer l'ensemble des fragments). En situation de chasse, on peut donc estimer que, parmi les fragments :

- Les **fourchons fracturés** (fragments proximaux) ont de fortes probabilités de retourner sur le site d'habitat après la chasse, puisque grâce à la ligature, ils restent pratiquement toujours solidaires de la hampe du projectile, hampe dont on peut supposer qu'elle est systématiquement récupérée par le tireur. Les 2 seuls cas de fourchons tombés au sol — 1 en 2003, 1 en 2004 — correspondent à une situation où la base de la pointe et la hampe (ou la préhampe) de la sagaie se sont fracturées simultanément, le fragment de hampe (ou de préhampe) emportant alors un des fourchons. L'unique fourchon retrouvé dans la carcasse de l'animal (en 2004) concerne un cas où les 2 fourchons d'une pointe s'étaient fracturés simultanément ; mais sur l'un d'entre eux, la fracture s'est incomplètement propagée et le fourchon est resté fixé de façon précaire au corps de la pointe logé dans la cible, avant de se détacher lors du dépeçage. De même, les **fragments méso-proximaux** restent le plus souvent fixés sur la hampe, ou se retrouvent, rarement (1 cas), démanchés à l'intérieur de la carcasse de l'animal abattu : dans les deux cas, leur retour au campement semble évident.

- Les **pseudo fragments mésiaux** et **pseudo fragments méso-distaux**, ainsi que les **fragments distaux**, peuvent également regagner le campement fichés dans la carcasse des animaux abattus⁵⁶. Mais ces trois types de fragments peuvent également se perdre sur le sol lorsque la fracture survient à la suite d'un tir raté, cas de figure plus fréquent en 2003 qu'en 2004 à cause du changement de consistance du sol.

- Enfin, les **fragments mésiaux** et **mésio-distaux** n'ont pas été observés expérimentalement, en raison de l'absence sur nos pointes de fractures de grande ampleur, susceptibles de briser la pointe au niveau mésial. On peut toutefois supposer pour ces deux catégories de fragments un fonctionnement proche de celui décrit à l'alinéa précédent (perte dans le sol, ou retour dans la carcasse) — avec peut-être de plus grandes « chances » de finir sur le sol, dans la mesure où nous avons émis plus haut l'hypothèse selon laquelle les fractures de grande ampleur se produiraient es-



De haut en bas.

Fig. 137 : modes d'introduction présumés des deux principales catégories de fragments de pointes à cran solutréennes montées en têtes de projectile dans la couche IV de Combe Saunière. Modèle établi d'après les données expérimentales ; à gauche le type de montage retenu comme le plus adapté aux documents archéologiques et expérimentaux (d'après Chadelle et al., 1991, fig. 3).

Fig. 138 : types de fragments théoriquement possibles pour les pointes à base fourchée et les pointes à biseau double.

sentiellement lors de tirs ratés contre des obstacles naturels extrêmement résistants (cf. IX.4.).

Au total, si l'on ne considère que les fragments susceptibles de revenir dans l'habitat après la chasse (*i.e.*, fixés aux hampes ou logés dans les carcasses), on voit que les proximaux et méso-proximaux sont en 2004 légèrement plus nombreux que l'ensemble des 3 autres types de fragments présents (10 pièces contre 9), voire beaucoup plus nombreux lors de l'expérimentation précédente (20 pièces contre 9, à cause de la fréquence élevée des fractures proximales cette année-là). Remarquons que cette tendance correspond globalement

⁵⁶ Dans un seul cas, en 2003, un pseudo fragment méso-distal est resté attaché à la hampe car il a été retenu par une ligature « couvrante » (s'étendant sur une partie du fût de la pointe). Par ailleurs, le seul cas de fragment distal resté fixé sur la hampe correspond à une fracture distale en languette avortée, où le fragment, long de quelques millimètres, est resté accroché à la partie distale de la pointe avant d'être récupéré.

	PROXIMAUX (FOURCHONS)	MÉSIO-PROXIMAUX	PSEUDO MÉSIO-DISTAUX	PSEUDO MÉSIAUX	DISTAUX
Fixés aux hampes	16	4	1	0	0
Dans la carcasse	0	0	4	1	3
Tombés au sol	1	0	2	2	4

Tabl. 54 : expérimentation 2003 - distribution des fragments de pointes à la fin des tirs (tirs au propulseur uniquement).

	PROXIMAUX (FOURCHONS)	MÉSIO-PROXIMAUX	PSEUDO MÉSIO-DISTAUX	PSEUDO MÉSIAUX	DISTAUX
Fixés aux hampes	4	4	0	0	1
Dans la carcasse	1	1	2	1	5
Tombés au sol	1	0	1	0	0

Tabl. 55 : expérimentation 2004 - distribution des fragments de pointes à la fin des tirs (tirs au propulseur uniquement).

	PTES À BASE FOURCHUE	PTES À BISEAU DOUBLE
Proximaux	12	0
Mésio-proximaux (hors écrasements)	38	27
Pseudo méciaux et pseudo mécio-distaux	76	5
Distaux et mécio-distaux		19
Mésiaux		2
Distaux, mécio-distaux ou méciaux ? (indét.)		14

Tabl. 56 : inventaires des fragments de pointes archéologiques (fractures d'utilisation uniquement).

à celle constatée archéologiquement sur les pointes à cran de Combe Saunière (49 % de fragments basaux et 20 % d'apicaux), en tenant compte des différences de mode de fracturation entre matières lithiques et osseuses. Mais qu'en est-il des fragments de pointes du Magdalénien supérieur d'Isturitz ?

X.2.3. Les fragments des pointes archéologiques

Nous avons inventorié les fragments de pointes de notre corpus, excluant les pointes entières (ou ne présentant que des ébréchures manifestement récentes), les pointes n'ayant subi qu'un écrasement de l'extrémité distale, et les nombreuses pièces hélas inclassables à cause d'une ou plusieurs fractures postdépositionnelles. Le résultat (tabl. 56) nous montre une situation qui, sans évidemment lui être identique, n'est pas incompatible avec le modèle expérimental.

Ainsi, l'importance numérique de la catégorie des mécio-proximaux (65 au total) correspond à ce que l'on pouvait attendre de ce type de fragment, qui a de grandes chances de revenir dans l'habitat ; d'autant plus si l'on songe que certaines pièces ont pu, après avoir été rapportées, être récupérées et réparées, et donc ne plus figurer comme telles dans le corpus (cf. ci-dessous X.3.1.). De même, pour les pointes à biseau double, l'absence de fragments proximaux, la rareté des fragments pseudo méciaux et pseudo mécio-distaux sont cohérentes avec l'absence de fractures proximales constatée expérimentalement sur ces armatures.

En revanche, pour les pointes à base fourchue, l'abondance de fragments pseudo méciaux et pseudo mécio-distaux — qui témoigne du retour au campement de nombreuses armatures endommagées — contraste avec la discrétion de la catégorie des fourchons isolés, qui sont leur complémentaire et devraient en toute logique être au moins aussi nombreux...

Or ils ne sont ici qu'une douzaine, les autres fragments de ce type (inventoriés dans le chap. II) correspondant à des fourchons fracturés postérieurement au dépôt des pièces, voire lors de la fouille. C'est d'ailleurs très certainement à l'ancienneté de la fouille, et au tri effectué au détriment de tous les éléments de petite taille, qu'il faut attribuer la rareté des fourchons (cf. II.5.3.)...

Cette situation nous incite également à la prudence dans l'interprétation de l'effectif des fragments distaux, méciaux et mécio-distaux, qui se monte à 35 au total. En effet, si ce chiffre relativement réduit peut trouver une explication fonctionnelle (perte de nombreux fragments de ce type dans le sol lors des tirs manqués), il peut également — en particulier pour les distaux — être dû à la sélection opérée lors de la fouille.

Quoi qu'il en soit, la faible représentation des proximaux, distaux, méciaux et mécio-distaux est d'autant plus dommageable que l'étude de ces fragments est riche d'informations pour la compréhension du mode d'introduction des armatures dans le gisement. Les quelques raccords que nous avons pu effectuer, et qui sont présentés ci-dessous, en offrent un aperçu.

X.2.4. Appariement et raccord de fourchons

Parmi les 12 fourchons, nous avons pu effectuer :

- 1 appariement (fig. 139) : deux fourchons, un gauche et un droit, proviennent manifestement de la même pointe. Leurs dimensions et leur morphologie sont identiques, leur matière première également, ainsi que leurs pans de fracture (même si l'une d'elles a été endommagée par une cassure postérieure au dépôt). Ces pièces témoignent donc probablement d'une situation où, la partie mécio-distale de



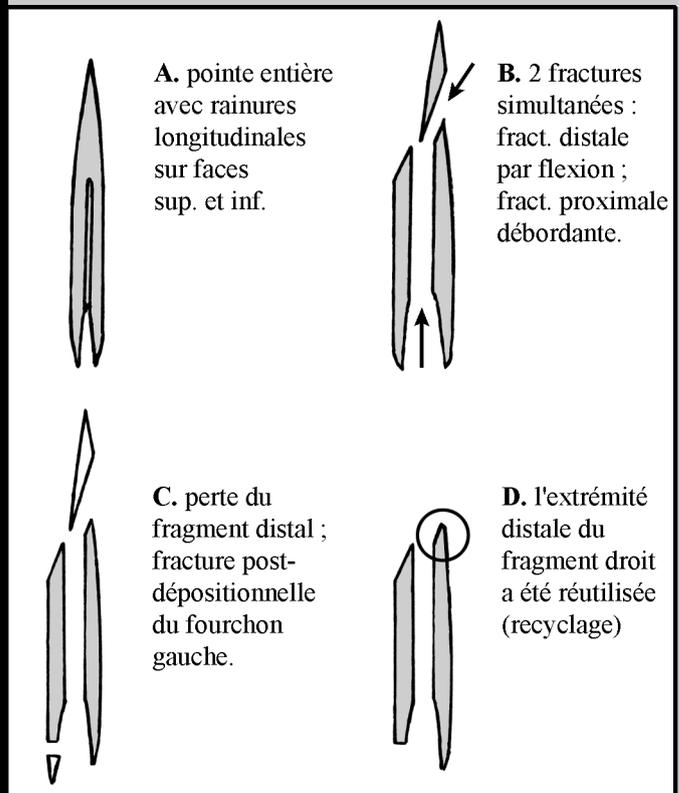
Fig. 139 : appariement de deux fourchons provenant manifestement de la même pointe (les pièces sont figurées extrémité proximale vers la droite). Coll. Saint-Périer, couche I.

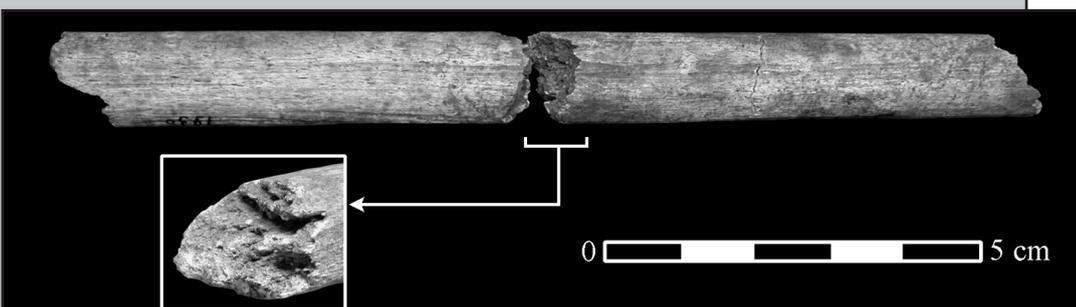
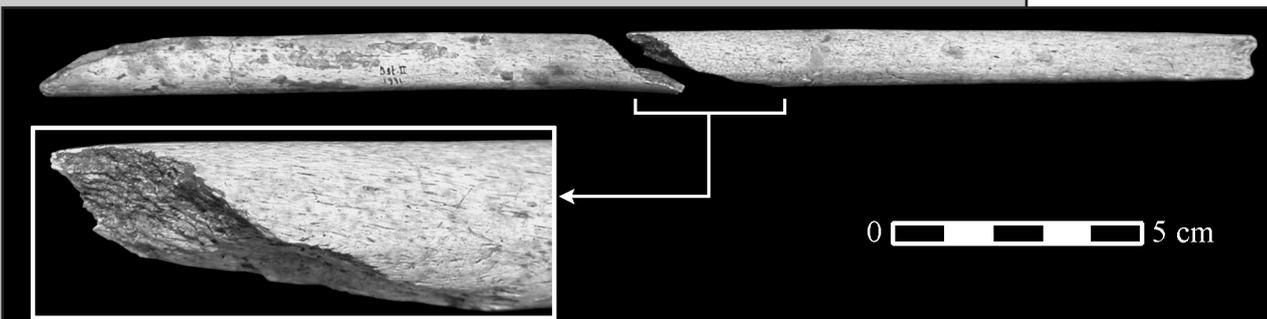
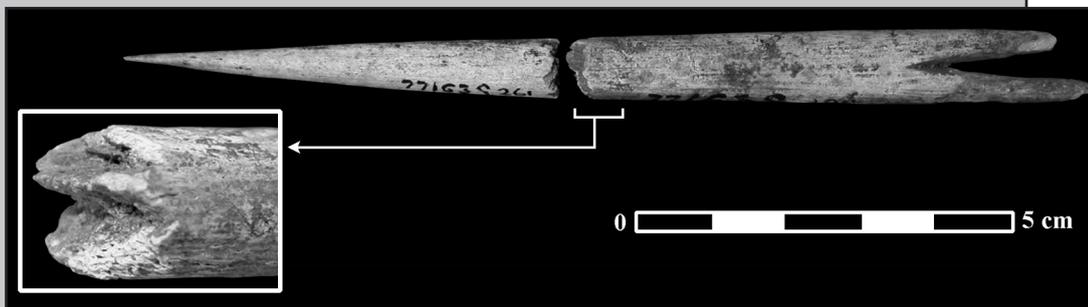
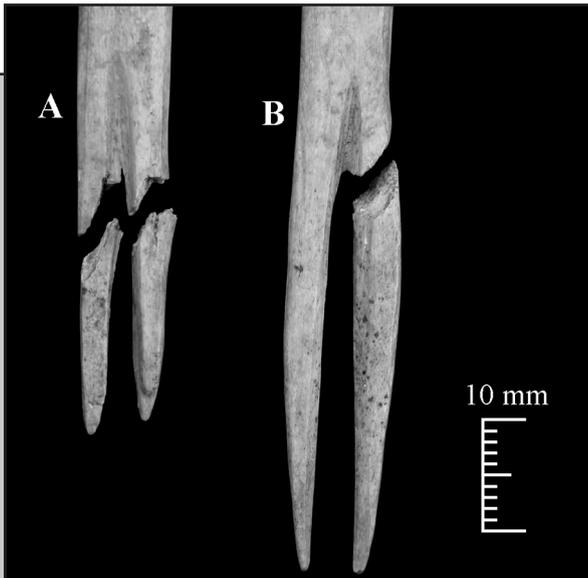


Fig. 140 : raccord d'un fourchon sur une pointe à base fourchue (vue de la face supérieure à gauche, détail du raccord à droite). Coll. Saint-Périer, couche I.



Fig. 141 : raccord d'un fourchon sur une pointe à base fourchue. Clichés : vue de la face supérieure à gauche, détail du raccord à droite. Schémas : reconstitution de la fracturation de la pièce. N° MAN 77159E2 et 77163G69 (coll. Passemard, raccord intercouche F1 et E).





De haut en bas.

Fig. 142 : fractures proximales de pointes à base fourchue d'Isturitz, après «dé-restauration».

A : fracture des deux fourchons, à la base (n° MAN 77163G23, coll. Passemard, couche F1).

B : fracture d'un fourchon, à la base (coll. Saint-Périer, couche I).

Fig. 143 : raccord entre les fragments méso-proximal et méso-distal d'une pointe à base fourchue d'Isturitz (n° MAN 77163G198 + 77163G261, coll. Passemard, couche F1), et détail du pan de fracture côté proximal.

Fig. 144 : raccord entre les fragments méso-proximal et mésial d'une pièce à extrémité en double biseau, interprétée comme préhampe (coll. Saint-Périer, couche II, réattrib. Magd. sup.), et détail du pan de fracture côté proximal.

Fig. 145 : raccord entre deux fragments mésiaux (coll. Saint-Périer, raccord intercouches I et II), et détail du pan de fracture.

la pointe ayant été perdue après une fracture simultanée des deux fourchons, ces derniers sont restés fixés à la hampe et sont revenus sur le site, où ils ont été démanchés et abandonnés par le chasseur lors de la réparation du projectile. Le fait que ces pièces proviennent de la collection Saint-Périer et de la même année de fouille (1930) indique par ailleurs qu'elles ne devaient pas être très éloignées l'une de l'autre dans le gisement (cf. I.5.3.).

- 3 raccords (fig. 140 et 141) : trois fourchons ont pu être raccordés à des bases de pointes fracturées (cf. Pétilon, 2000a, 2000b, et ici II.5.1.). Ces raccords correspondent à des fractures proximales débordantes. Nous avons défini plus haut (VII.3.2.) ce type de dégât comme une fracture proximale «outrepassant» vers l'extrémité distale de la pointe, et emportant avec le fourchon une partie du fût ; ici, dans l'un des 3 cas, la fracture est très spectaculaire puisque la pièce s'est fendue en deux sur une bonne partie de sa longueur, en suivant l'axe d'une rainure aménagée sur la face supérieure (fig. 141). La présence de ces 3 raccords indique que, la base de la pointe une fois fracturée, les fragments ont été maintenus sur la hampe par la ligature jusqu'à leur démanchement et leur abandon sur le site. Pour chaque raccord les deux fragments proviennent de nouveau de la même collection et, quand elle est indiquée, de la même année de fouille⁵⁷.

Près de la moitié des fourchons fracturés (5 sur 12) ont donc donné lieu à des raccords ou des appariements, démontrant tout l'intérêt de ce type de fragments pour la reconstitution des gestes de maintenance des projectiles. A ce sujet, on ne peut que regretter l'ancienneté des fouilles... Deux pièces exceptionnelles, non comptées dans les raccords ci-dessus, laissent d'ailleurs imaginer le type de raccords qu'il aurait probablement été possible d'effectuer si une fouille plus fine avait permis la récupération de tous les petits fragments.

- La première pièce (fig. 142, A) est une pointe à base fourchue de la collection Passemard dont, lorsque nous l'avons étudiée au MAN, les deux fourchons avaient été recollés anciennement. Après «dé-restauration» au MAN par F. Daleau, l'observation des pans de fracture (montrant notamment la présence de sédiment sur une partie d'entre eux) nous a permis d'établir que cette pointe avait subi, lors d'un impact, une fracture simultanée des deux fourchons ; mais la fracture s'étant incomplètement propagée, les fragments de fourchons étaient restés attachés de façon précaire au corps de la pointe, raison pour laquelle l'ensemble a probablement été découvert en connexion et «consolidé» à la colle par E. Passemard. En revanche, si la fracture avait été complète et les fragments de fourchons dispersés au sein du remplissage archéologique, il est douteux, vu leur petite dimension, qu'ils eussent été repérés et prélevés à la fouille...

- La seconde pièce (fig. 142, B), de la collection Saint-Périer, relève du même principe, même s'il s'agit cette fois d'une fracture du fourchon droit, à la base. Ici encore le fourchon avait été recollé, mais une «dé-restauration» a permis d'observer la présence de sédiment sur une partie du pan de fracture, indiquant qu'il s'agit manifestement là d'une fracture avortée, due à l'utilisation de la pointe, puis

«réparée» par le fouilleur lors de la découverte de la pièce.

X.2.5. Raccord de fragments mésiaux et méso-distaux

Trois raccords impliquant des fragments mésiaux et méso-distaux correspondent à de possibles fractures d'utilisation ; leur interprétation est cependant plus problématique que celle des raccords proximaux ci-dessus.

- Le premier raccord (fig. 143) réunit les fragments méso-distal et méso-proximal d'une pointe à base fourchue de la collection Passemard. L'aspect dentelé, irrégulier du pan de fracture nous a poussé à l'interpréter comme une fracture d'utilisation en dents de scie, type que nous n'avons pas obtenu lors de nos tirs mais qui est signalé par d'autres expérimentateurs (cf. V.2.3.). Si le fragment méso-proximal a pu sans problème revenir sur le site à l'extrémité de la hampe du projectile, le fragment méso-distal a dû, lui, être apporté à l'intérieur de la carcasse d'un animal.

- Le deuxième raccord (fig. 144) concerne un fragment mésial et un fragment méso-proximal à biseau double, interprété comme appartenant à une préhampe (cf. III.5.1.) ; tous deux font partie de la collection Saint-Périer⁵⁸. Ils ont été séparés par une fracture en languette de grande ampleur, à terminaison en biseau, dont on retrouve le symétrique à l'autre extrémité du fragment mésial ; cet objet mesure déjà environ 25 cm de long, la troisième partie n'ayant malheureusement pas été retrouvée. Ici encore le fragment méso-proximal a pu revenir fixé sur la hampe, tandis que le fragment mésial, à moins d'avoir été délibérément ramassé sur le sol, n'a pu parvenir au site que dans le corps d'un gibier.

- Le troisième raccord (fig. 145) a été effectué entre deux fragments mésiaux de la collection Saint-Périer ; il s'agit là encore d'une fracture en dents de scie. Le premier fragment montre à son autre extrémité une fracture postdépositionnelle, le second présentant à l'extrémité opposée une fracture en languette de grande ampleur. L'état de fragmentation de cet objet rend son attribution typologique impossible, et l'interprétation fonctionnelle de la fracture délicate.

L'idée que le fragment mésial ou méso-distal serait revenu sur le site à l'intérieur d'une carcasse animale — idée avancée pour interpréter deux des trois raccords — semble cependant contradictoire avec l'hypothèse suggérée plus haut (IX.4.), selon laquelle le type de fracture de grande ampleur qui a produit ces fragments serait spécifique des tirs manqués... Reste malgré tout pour le premier raccord la possibilité que la pointe soit revenue dans l'habitat en un seul morceau, la fracture en dents de scie étant alors inachevée, et que les deux fragments se soient ensuite séparés dans le sédiment, après le dépôt de la pièce ; de telles fractures avortées ont été signalées

⁵⁷ L'un des raccords est toutefois incertain, car la pointe semble avoir été retransformée après fracture en vue d'un recyclage, et l'ajustement entre les deux fragments n'est plus exact (ils n'ont pu être rapprochés qu'en se fondant sur la correspondance des micro-reliefs des deux pans de fracture). Cette pièce sera présentée en détail plus loin (X.4.2.).

⁵⁸ A la différence des autres, ce raccord n'est pas recensé dans la présentation générale du corpus (II.5.1.) car les deux fragments proviennent de la couche II/E, la pièce ayant été rattachée au Magdalénien supérieur pour des raisons typologiques (cf. II.2.5.).

ci-dessus pour les bases fourchues, et sont visibles sur quelques autres pièces de notre corpus qui semblent «fissurées» au niveau mésial. Quoi qu'il en soit, l'interprétation de ces fractures restera hasardeuse tant que nous ne disposerons pas d'un référentiel expérimental adapté...

Le caractère sélectif des fouilles Passemard et Saint-Périer, l'intensité de la fracturation postdépositionnelle, la perte de nombreux petits fragments d'armatures et les limites des résultats de nos expérimentations ont donc empêché toute étude quantitative poussée de la fragmentation des pièces... rendant ainsi illusoire, pour notre corpus, la construction d'un véritable modèle d'accumulation des armatures usagées dans le site d'habitat. Toutefois, les remarques effectuées sur certaines pièces, et l'attribution de l'origine d'une partie des fragments, n'ont pas été inutiles : ces données permettent en effet d'attester l'importance et l'intensité, dans l'occupation d'Isturitz au Magdalénien supérieur, des activités d'entretien des projectiles — notamment le démanchement et le remplacement des armatures endommagées. La réparation et le recyclage des armatures, que nous allons examiner maintenant, sont eux aussi des témoins de ces mêmes activités.

X.3. La réparation des armatures

X.3.1. Des fractures distales réparables

Les réparations les plus fréquemment rencontrées sur les pointes de notre corpus concernent la partie distale. Elles prennent la forme de stries de raclage longitudinales, généralement plus grossières que les stries de façonnage, se superposant à celles-ci et modifiant parfois la délimitation des bords (fig. 146). Ce raclage affecte 36 % des pièces dont la partie distale est observable (sans être nécessairement entière) ; 17 % des pièces présentent par ailleurs des traces d'interprétation plus délicate, difficiles à distinguer formellement des traces de façonnage (tabl. 57).

Comme indiqué lors de l'étude typologique (III.4.1.), ces réparations correspondent au réaffûtage de l'extrémité distale après fracture, et tendent à faire évoluer la section distale de la pièce vers une forme aplatie, d'une largeur supérieure à celle de la partie distale de la pointe d'origine. Le réaffûtage s'étend généralement sur les faces supérieure et inférieure de la partie distale, mais parfois également sur un ou deux bords — ces variations étant probablement dues à l'orientation et à la morphologie de la fracture ayant nécessité la réparation.

Sur certaines pointes parmi celles dont la longueur mésio-distale est la plus réduite, il est possible que les traces de réparation ne correspondent pas à un réaffûtage mais plutôt à une réfection, c'est-à-dire à la réalisation d'une nouvelle partie distale, l'originelle ayant été entièrement emportée par une fracture de grande ampleur. Il est également possible que parmi ces pointes se trouvent des pièces ayant subi plusieurs fractures et réparations distales successives... Quoique probables, ces cas de figure sont difficiles à identifier avec certitude, la réparation oblitérant par définition toute trace de l'état antérieur de la partie distale.

Quoi qu'il en soit, le fort pourcentage de pointes présentant les traces d'un réaffûtage distal s'accorde avec la fréquence élevée des fractures survenant à ce niveau — fréquence constatée expérimentalement — ainsi qu'avec l'ampleur généralement limitée de ce type de dégât, qui peut le plus souvent être réparé rapidement et facilement.

X.3.2. Des fractures proximales rédhibitoires

Dans le cas des fractures proximales, la situation est toute autre. Nous n'avons identifié aucune trace de réparation de fractures de ce type sur les pointes à biseau double ; cela est cohérent avec le fait que les dommages au niveau de la partie biseautée ne semblent se produire que de façon exceptionnelle (5 cas sur l'ensemble de la série : cf. IX.3.3.).

En revanche, nous n'avons pas non plus observé de traces probantes de réparation des fractures proximales des pointes à base fourchue, alors que les pièces présentant 1 ou 2 fourchons fracturés sont nombreuses dans notre corpus (cf. VII.3.2.)... Les stries de raclage prononcées visibles sur les faces externes des fourchons de certaines pièces semblent ainsi liées au façonnage (fabrication de 2 pointes tête-bêche, cf. IV.2.3.) et non à une réparation. Une seule pièce présente des traces que l'on peut peut-être interpréter comme une réfection inaboutie de la fourche (fig. 147) : il s'agirait d'une tentative pour installer une nouvelle fourche au-dessus et dans l'axe de la fourche d'origine, dont les 2 fourchons étaient fracturés — tentative sans doute abandonnée à cause d'un désaxement de la rainure devant délimiter les futurs fourchons.

A l'exception de ce cas unique et incertain, les fractures proximales semblent avoir été considérées comme des dommages rédhibitoires, entraînant systématiquement l'abandon de la pointe, ou du moins la fin de son utilisation comme armature de projectile⁵⁹. En revanche, plusieurs pièces fracturées au niveau proximal figurent parmi les pointes ayant fait l'objet d'un recyclage.

X.4. Le recyclage des armatures

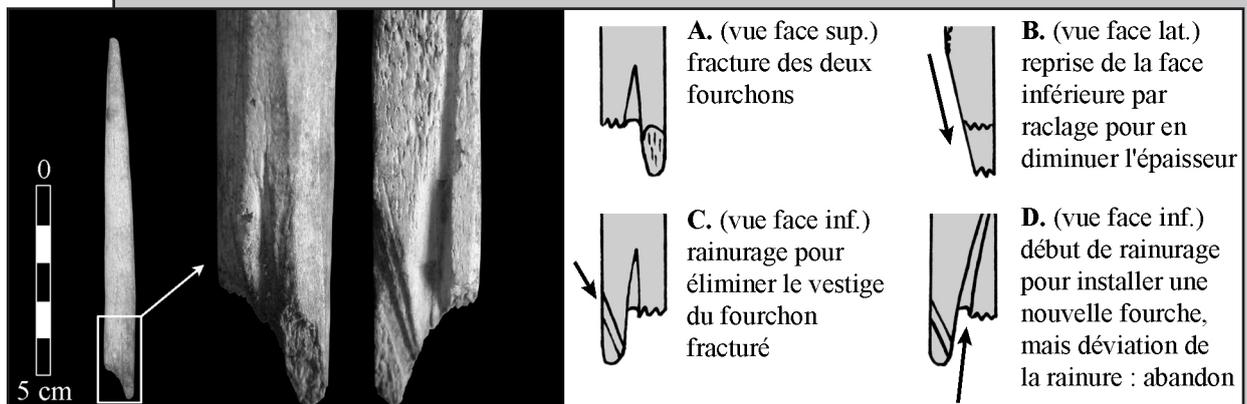
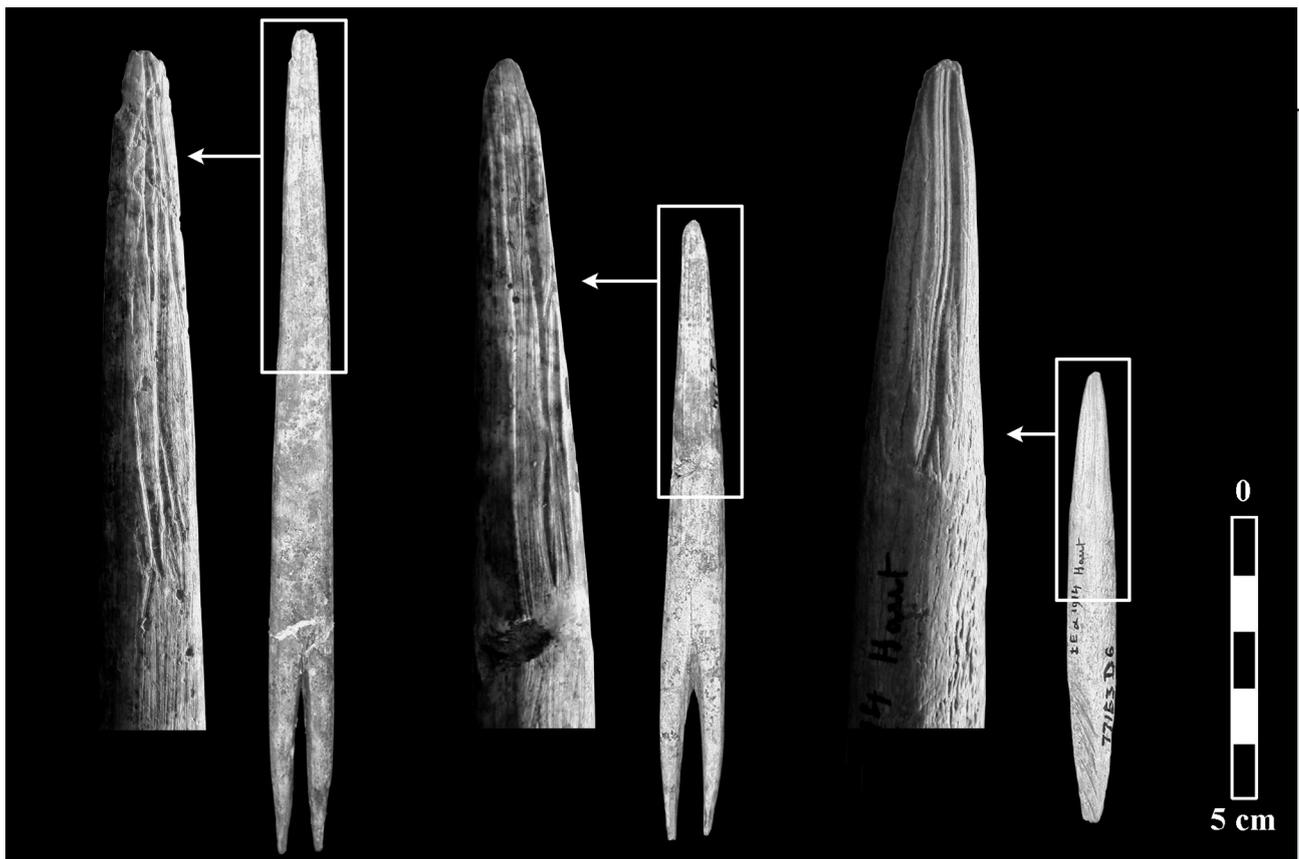
X.4.1. Le recyclage comme outil intermédiaire

L'étude morphométrique avait permis d'établir que les pièces typologiquement identifiées comme des outils à biseau distal bifacial sur baguette (également appelés «coins» ou «ciseaux») étaient bien des objets de première intention, et non des armatures reconverties (cf. III.4.). Cela n'empêche cependant pas que des armatures et fragments d'armatures aient pu être recyclés pour le même type de fonction — c'est-à-dire pour une utilisation comme outils intermédiaires lors d'une opération de percussion indirecte. Cette modalité de recyclage est même la plus répandue au sein de notre corpus : elle concerne des pointes à base fourchue, des pointes à biseau double et des fragments mésiaux.

⁵⁹ Reste bien sûr la possibilité de sectionner la partie proximale endommagée, et de récupérer la partie mésio-distale pour en faire une nouvelle pointe en refaçonant intégralement la base... A supposer qu'elle ait existé, cette pratique serait toutefois délicate à identifier dans la mesure où les pointes ainsi produites se distinguent difficilement des armatures de première facture !

	RÉAFFÛTAGE DISTAL			TOTAL
	ABSENT	POSSIBLE	CERTAIN	
Pointes à base fourchue	87 (43 %)	36 (18 %)	79 (39 %)	202 (100 %)
Pointes à biseau double	25 (45 %)	13 (24 %)	17 (31 %)	55 (100 %)
Fragments distaux et mésio-distaux	23 (77 %)	0	7 (23 %)	30 (100 %)
TOTAL	135 (47 %)	49 (17 %)	103 (36 %)	287 (100 %)

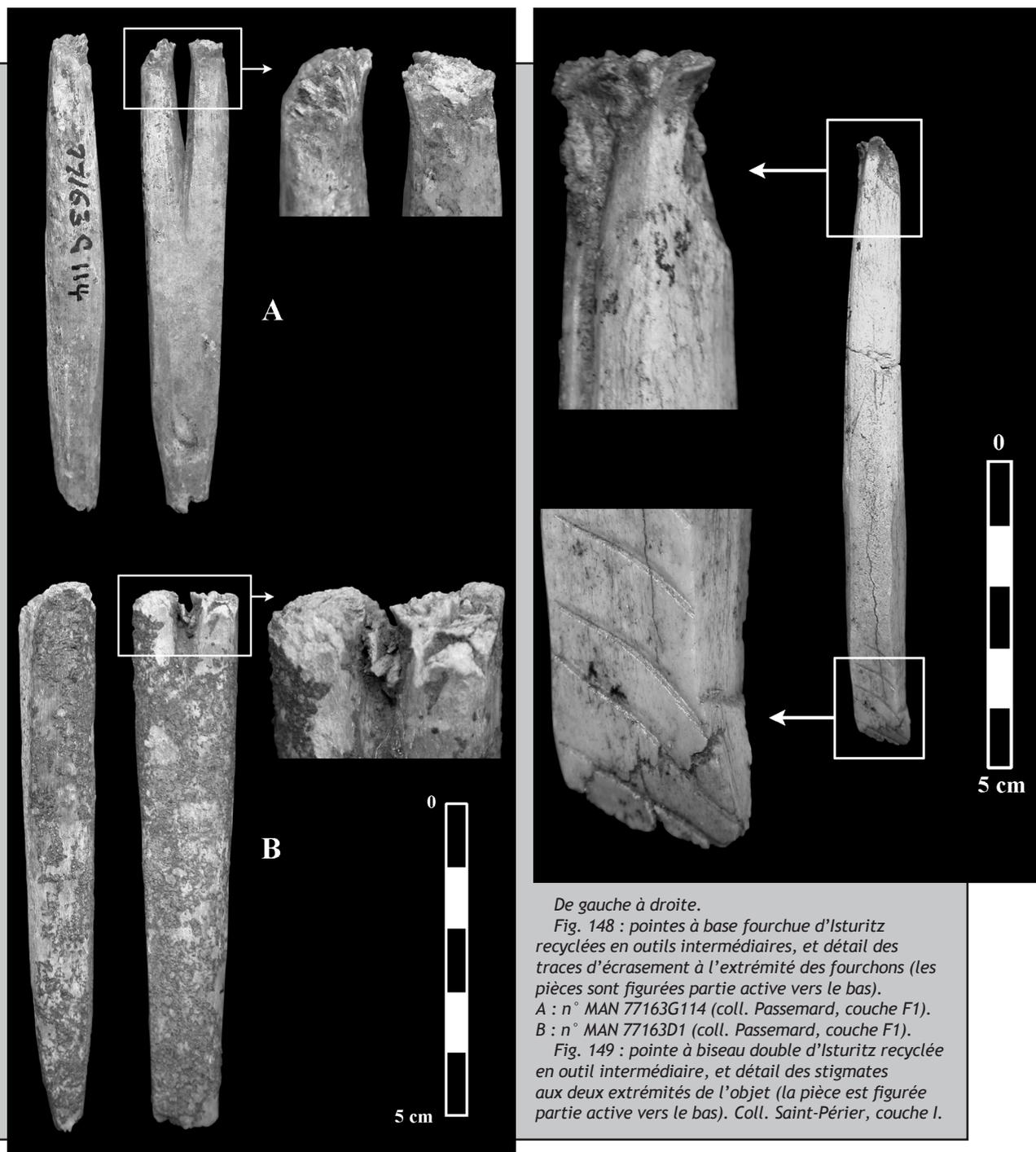
Tabl. 57 : traces de réaffûtage de la partie distale sur les pointes du Magdalénien supérieur d'Isturitz.



De haut en bas.

Fig. 146 : traces de réaffûtage sur la partie mésio-distale de deux pointes à base fourchue et d'une pointe à biseau double d'Isturitz. De gauche à droite : n° MAN 77163G17 (coll. Passemard, couche F1) ; coll. Saint-Périer, couche I ; n° MAN 77153D6 (coll. Passemard, couche E, réattribué Magd. sup.)

Fig. 147 : pièce témoignant d'une possible tentative de réfection d'une base fourchue après fracture. Clichés : vue de la face supérieure, et détail de la partie proximale (faces supérieure et inférieure). Schémas : reconstitution des gestes techniques interprétés comme des opérations de réfection.



De gauche à droite.

Fig. 148 : pointes à base fourchue d'Isturitz recyclées en outils intermédiaires, et détail des traces d'écrasement à l'extrémité des fourchons (les pièces sont figurées partie active vers le bas).

A : n° MAN 77163G114 (coll. Passemard, couche F1).
B : n° MAN 77163D1 (coll. Passemard, couche F1).

Fig. 149 : pointe à biseau double d'Isturitz recyclée en outil intermédiaire, et détail des stigmates aux deux extrémités de l'objet (la pièce est figurée partie active vers le bas). Coll. Saint-Périer, couche I.

Les stigmates de réutilisation comme outil intermédiaire (Provenzano, 1998c ; Legrand, 2000) sont clairement attestés sur 9 **pointes à base fourchue** (fig. 148), et de manière probable sur 5 autres (l'état de fracturation de ces dernières ne permet pas d'être catégorique). L'orientation de la pièce est presque toujours la même : la partie active (distale) de l'outil intermédiaire correspond à l'extrémité distale de la pointe, tandis que la partie proximale de l'outil (celle qui porte les traces de martelage) correspond à l'extrémité proximale, fourchue, de la pointe.

Les pointes à base fourchue recyclées en outils intermédiaires ont manifestement toutes subi une fracture proximale et/ou une fracture distale de grande ampleur, même si celles-ci ont souvent été effacées par les stigmates de réutilisation. Six pièces devaient ainsi présenter une fracture des deux

fourchons à la base, ne laissant subsister de la fourche que le départ du sillon (fig. 148, B) ; cette zone fracturée est devenue l'extrémité proximale de l'outil intermédiaire, le pan de fracture disparaissant à la suite de l'écrasement des fibres du bois (sur l'une des pièces — fig. 148, B — des esquilles de bois de Renne se sont même incrustées entre les fourchons et ont été soudées par une concrétion). Sept autres pièces montrent au contraire des fourchons préservés sur une bonne partie de leur longueur, les traces de martelage se trouvant alors à leur extrémité (fig. 148, A).

La partie distale de l'outil intermédiaire est, dans 3 cas, constituée du pan de la fracture distale de la pointe, utilisé tel quel, sans reconfiguration ; dans 4 autres cas, la partie distale de la pointe a été retravaillée par raclage longitudinal sur les faces supérieure et inférieure afin de lui donner une

forme biseautée. Les autres pièces correspondent à des extrémités distales illisibles du fait de l'étendue des stigmates de réutilisation (3 cas), ou emportées par une fracture postdépôtionnelle (4 cas).

Enfin, une pièce fait exception, car elle a été réutilisée dans le sens inverse des précédentes : cette pointe a en effet subi une fracture proximale débordante, et c'est l'extrémité proximale du fourchon restant qui a été utilisée comme partie distale de l'outil intermédiaire — les traces de martelage se trouvant à l'extrémité opposée, ancienne extrémité distale de l'armature.

Dans tous les cas, l'étude dimensionnelle des pièces montre une sélection clairement orientée vers le choix de pointes de calibre important : la largeur et l'épaisseur moyennes, mesurées à la limite entre la fourche et le fût, sont respectivement de 12,4 et 8,8 mm, nettement au-delà de la moyenne de l'ensemble des pointes à base fourchue (9,3 x 7,1 mm). Les Magdaléniens semblent en fait avoir choisi, parmi les pointes à base fourchue endommagées, celles qui présentaient des fractures d'une morphologie adéquate au recyclage et dont le calibre s'approchait de celui des outils intermédiaires de première intention (11,9 x 10,5 mm en moyenne : cf. III.4.).

Une seule pointe à **biseau double** présente d'indéniables stigmates d'utilisation en outil intermédiaire (fig. 149). L'ancienne extrémité distale de l'armature a été recyclée en partie proximale, l'extrémité biseautée devenant la partie active de l'outil. Les macro-stigmates sont particulièrement évidents et «didactiques» (écrasement de l'extrémité proximale avec repli des fibres vers l'extérieur, esquille et fracture avortée de l'extrémité biseautée) ; ils témoignent d'un recyclage direct, sans trace de reconfiguration de l'une ou l'autre extrémité, sans que l'on puisse même dire si la pointe avait été fracturée à l'usage avant d'être recyclée (l'éventuelle fracture distale ayant été oblitérée par la réutilisation).

Quatre autres pointes à biseau double témoignent d'un recyclage du même type, mais dont l'identification est moins catégorique en raison de la plus grande discrétion des stigmates (2 cas) ou de l'altération / fracturation postdépôtionnelle de l'extrémité proximale de l'outil intermédiaire (2 cas). Sur les 2 pièces où elle est observable, cette extrémité (ex- partie distale de l'armature) est constituée d'un ancien pan de fracture. L'une des pointes semble avoir été réutilisée dans le sens inverse des autres, les traces de martelage se situant au niveau de l'extrémité biseautée ; l'autre extrémité est malheureusement manquante (fracture récente).

Sur l'ensemble des 5 pièces, 4 font partie du sous-type des «grosses» pointes à biseau double (largeur et épaisseur moyennes à la limite du biseau : 11,6 x 8,9 mm), montrant là encore pour cette catégorie de recyclage un choix préférentiel des armatures de gros calibre, proche de celui des outils intermédiaires de première intention (11,9 x 10,5 mm en moyenne, cf. ci-dessus).

Enfin, 2 **fragments mésiaux** de pointes de projectile présentent des traces de réutilisation en outils intermédiaires, après

reconfiguration de l'extrémité distale (comme précédemment, cette reconfiguration prend la forme d'un raclage sur les faces supérieure et inférieure, visant à donner à la future partie active de l'outil un profil biseauté). Dans l'un des cas, la partie proximale de l'outil est constituée d'un ancien pan de fracture en languette, légèrement régularisée par raclage. Quatre autres fragments mésiaux montrent également des traces de recyclage en outil intermédiaire, mais le diagnostic est ici moins assuré en raison de l'altération des stigmates (2 cas) ou de la disparition de l'une des extrémités à la suite d'une fracture (2 cas). Notons que ces fragments mésiaux sont dans l'ensemble plus grêles que les pièces examinées jusqu'ici (en moyenne 10,7 x 7,8 mm pour les largeur et épaisseur maximales).

X.4.2. Autres cas de recyclage

Une demi-douzaine d'autres pièces de notre corpus présentent les traces d'une intervention technique postérieure à une fracture d'utilisation, sans qu'il s'agisse d'une réparation ni d'une transformation en outil intermédiaire. Si ces quelques cas s'inscrivent bien dans une logique de recyclage, il ne nous a pas toujours été possible de déterminer en vue de quel usage précis ces pièces avaient été reconfigurées. Nous les présentons rapidement :

- Une pointe à base fourchue a subi une fracture distale dont le pan a «filé» très bas le long du bord gauche, sans que la longueur perdue ne soit apparemment très importante. La partie distale — constituée de l'extrémité du pan de fracture, déjeté du côté du bord droit — a ensuite été reconfigurée par raclage et abrasion, de manière à former une extrémité mousse, arrondie, assez épaisse, peu vulnérable et donc impropre à une utilisation comme armature de projectile. La fourche est intacte, si l'on excepte la fracture récente de l'un des fourchons.
- La pointe à base fourchue représentée fig. 8 a subi deux fractures manifestement simultanées : une fracture proximale débordante spectaculaire du fourchon gauche (cf. X.2.4.) et une fracture distale de grande ampleur, de même orientation (latérale). Cet accident a produit un fragment long et étroit comprenant le fourchon droit, la moitié droite du fût, et une partie distale sans doute plus ou moins pointue, constituée de l'extrémité du pan de la fracture distale. Or, cette extrémité semble avoir ensuite été réutilisée, jusqu'à présenter un contour émoussé et un aspect lustré.
- Une pièce atypique, initialement présentée comme pointe à biseau simple, avait finalement été intégrée dans notre corpus en tant que pointe à base fourchue recyclée (cf. II.2.4.). De fait, la forme et les dimensions de cette pièce (longueur 158 mm, calibre 12 x 9,5 mm) nous ont conduit à l'interpréter comme une pointe à base fourchue de grand module ayant subi une fracture proximale débordante du fourchon droit, le pan de fracture (ainsi que la face interne du fourchon gauche) ayant ensuite été presque entièrement oblitéré par un raclage relativement grossier. Si cet objet présente bien un aspect rappelant celui d'une pointe à biseau simple (biseau dont le pan, concave, serait situé sur le bord droit), il n'a certainement pas été utilisé comme armature, ne serait-ce qu'en raison

de l'aspect son extrémité distale, dont la forme évoque celle d'une spatule (aplatie et arrondie) — aspect qui semble là encore avoir été délibérément obtenu par raclage, et avoir fait disparaître un ancien pan de fracture distale dont un vestige est encore visible sur le bord gauche.

- Une quatrième pointe à base fourchue a subi une fracture d'une partie des deux fourchons, fracture dont les pans ont ensuite été régularisés et «adoucés» par abrasion. Cette opération n'avait cependant pas pour but un réemmanchement de la pointe et une réutilisation comme armature, puisque la partie distale présente l'aspect d'un ancien pan de fracture, partiellement effacé par un lustre important sur l'extrémité distale et la face supérieure.

- Une cinquième pointe correspond au raccord «incertain» mentionné ci-dessus entre un fourchon et une base fourchue (*cf.* note (57) in X.2.4.). La pointe a en effet subi une fracture proximale débordante du fourchon droit, ainsi qu'une fracture distale en languette ; mais le plus grand des fragments (rassemblant le fourchon gauche et la partie mésiale) a ensuite été intensivement reconfiguré par raclage sur les deux bords, sur la face supérieure (au niveau de l'extrémité distale) et sur la face interne du fourchon gauche. L'objectif de cette opération — qui a raccourci le fourchon gauche, fait disparaître une partie des pans de fracture et diminué la largeur de la pièce — reste mystérieux, la pièce ne présentant pas de traces d'utilisation visibles.

- Enfin, un fragment mésio-distal de 69 mm de long semble avoir été transformé en élément de parure par l'adjonction d'une perforation au niveau de l'extrémité proximale. Le fait que cet extrémité soit fracturée, joint au mauvais état de surface de l'objet (stigmata techniques illisibles), ne permet pas d'être plus précis.

L'ensemble des modalités de recyclage que nous venons d'exposer — outils intermédiaires et autres — ne concerne au total que peu d'objets, une trentaine au maximum sur un corpus de 705 pièces. Dans le Magdalénien supérieur d'Isturitz, il semble donc que le destin «normal», habituel, d'une armature de projectile soit de finir abandonnée dans l'habitat après fracture et démanchement : à la différence du réaffûtage, le recyclage revêt un caractère assez anecdotique, et paraît relever d'une récupération opportuniste de quelques pièces en profitant d'une morphologie de fracture et/ou d'un calibre adaptés. A ce sujet, on peut souligner que la principale modalité de recyclage — la réutilisation en outil intermédiaire — est, de fait, inaccessible à la grande majorité de nos pointes de projectile, qui sont d'un calibre manifestement trop réduit pour pouvoir efficacement remplir cette fonction : 9,3 x 7,1 mm pour la moyenne des pointes à base fourchue, 7,9 x 7 mm pour les pointes à biseau double «typiques», à comparer avec les 11,9 x 10,5 mm des outils intermédiaires de première intention. Les artisans du Magdalénien supérieur d'Isturitz ont choisi de fabriquer des armatures dont les dimensions excluaient d'emblée, dans la plupart des cas, la perspective de ce type de réutilisation. Dans cette optique, la place marginale du recyclage constitue donc bien un choix économique, qui peut s'expliquer par l'existence paral-

lèle d'un outillage de première intention spécifiquement adapté aux mêmes fonctions.

Avant de synthétiser les informations concernant l'introduction des fragments d'armatures dans le gisement, la réparation des pointes et leur recyclage, reste à discuter d'un dernier comportement technique qui, à première vue, est difficile à situer dans l'une de ces catégories.

X.5. Le sectionnement des armatures

X.5.1. Le sectionnement des pointes

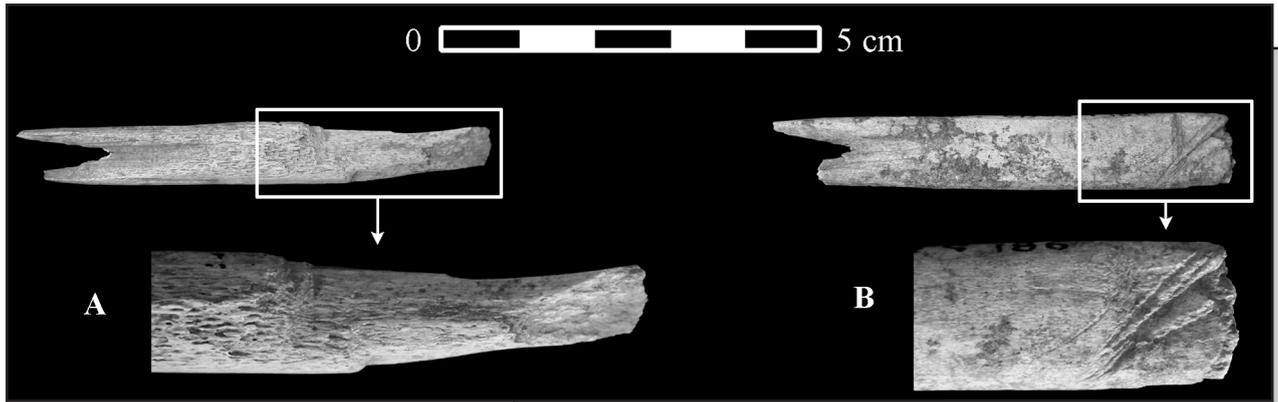
Sept fragments mésio-distaux de pointes de notre corpus présentent une extrémité distale intacte (ou quasi intacte), semblable à celles des armatures entières, et une extrémité proximale montrant des traces de sectionnement. Celui-ci a été effectué au moyen d'un raclage en diabolo unifacial à périphérique, suivi d'une séparation par flexion ; une seule pièce — la plus longue, la plus large et la plus épaisse — met en jeu un procédé plus complexe, associant sciage transversal sur la face supérieure, rainurage transversal sur la face inférieure, puis détachement par flexion.

Ces pièces, dont la majorité mesure de 50 à 70 mm de long (seules deux d'entre elles atteignent respectivement 100 et 139 mm) auraient traditionnellement été rangées dans la catégorie des pointes à base raccourcie (Mons, 1988). Le statut technique de ce type de pièce a cependant toujours été problématique (*ibid.*). Un récent article, critiquant à juste titre l'idée que la «base raccourcie» serait un aménagement adapté à l'emmanchement, souligne le caractère hétérogène des objets rassemblés sous cette étiquette et invite à réinterpréter «au cas par cas», dans chaque série, leur place au sein du schéma opératoire (Chauvière et Rigaud, 2005).

Ainsi, pour une partie des pièces «à base raccourcie» de leur corpus de référence (Magdalénien moyen de La Garenne, Indre), les auteurs proposent une identification comme déchet de fabrication, associé au sectionnement des baguettes en bois de Renne servant à la production des armatures (*ibid.*). Cette hypothèse ne nous semble pas pouvoir être retenue dans le cas de nos propres pièces, en raison du degré de finition de la partie distale — toujours équivalent à celui des objets finis — et de la longueur importante de certaines d'entre elles.

Les mêmes auteurs suggèrent également une autre hypothèse :

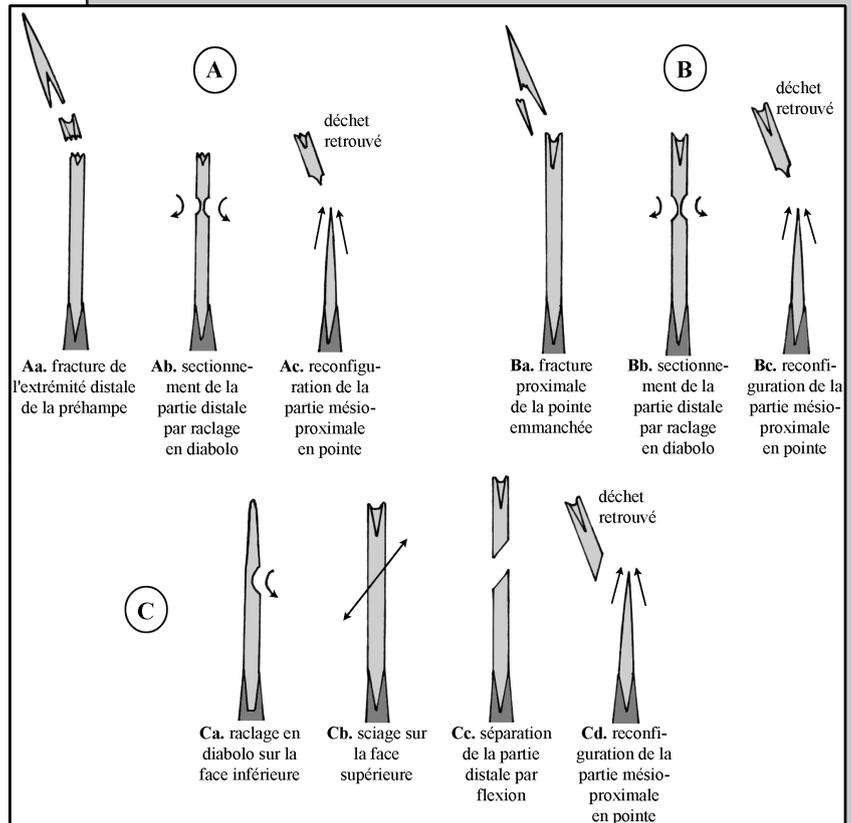
«L'hypothèse d'un sectionnement volontaire de la pointe fichée dans le gibier pour récupérer la hampe en bois végétal a été récemment défendue par A. Bertrand (1999) dans sa synthèse sur les sagaies magdaléniennes des Pyrénées et par D. Leesch (1997) pour un exemplaire du site daté du Magdalénien final d'Haute-riève-Champréveyres (Suisse). L'impossibilité sporadique de retirer la pointe de projectile de la carcasse animale a été vérifiée expérimentalement (Leesch, 1997, p. 93 et 202, d'après Ph. Morel). Ce fait s'accorde avec les données paléo-environnementales d'un milieu périglaciaire au sein duquel, à température ambiante, il reste difficile, voire impossible de défaire la ligature et de desceller la pointe pour récupérer la hampe, sans apport d'une source de chaleur artificielle comme celle d'un foyer. Dans ce cas, si le



sectionnement intervient en vue de la récupération de la hampe, les pointes sont, quant à elles, rapportées au campement dans la carcasse de l'animal chassé» (Chauvière et Rigaud, *ibid.*).

Il est vrai que le resserrement de la peau et de la musculature de l'animal autour de la pointe peut parfois suffire à coincer celle-ci à l'intérieur de la blessure (*cf.* ci-dessus X.2.1.). Dans cette situation, il est toutefois plus rapide et plus commode de découper les chairs qui entourent la pointe que de sectionner celle-ci. Le sectionnement de l'armature ne s'impose donc que lorsque celle-ci s'incruste dans un os, sans se fracturer ni se démancher. D'après nos propres résultats expérimentaux, ce cas est relativement rare — sauf lors de tirs sur un animal immature, aux os plus «mous» — mais reste jusqu'ici la seule explication à la présence de ces pièces dans notre corpus.

Nous n'avons cependant pas identifié, au sein de notre série, les fragments théoriquement complémentaires de cette opération — c'est-à-dire des fragments proximaux ou méso-proximaux de pointes de projectile, portant des traces de sectionnement distal, qui auraient logiquement dû revenir sur le site à l'extrémité des hampes. Pour peu que leur longueur soit suffisante, ces fragments ont toutefois pu être réutilisés comme armatures après réfection de leur partie distale... Peut-être faut-il également chercher certains d'entre eux parmi 6 autres fragments mésoiaux de notre corpus, longs de 55 à 100 mm, qui montrent également une extrémité sectionnée par un procédé similaire à celui décrit ci-dessus (raclage en diabolo et détachement par flexion) ; mais l'interprétation technique de ces pièces est gênée par le mauvais état de leur autre extrémité — 1 trop altérée pour être lisible, 2 fractures postdépositionnelles, 2 fractures d'attribution douteuse (utilisation ou phénomènes taphonomiques ?)... Une seule d'entre elles présente, à l'opposé de l'extrémité sectionnée, une fracture clairement attribuable à l'utilisation (fracture en languette à terminaison en charnière) ; mais l'extrémité proximale ne pouvant pas, sur cette pièce, être distinguée de l'extrémité distale en raison du parallélisme des bords, il reste là encore délicat de déterminer l'orientation originelle de ce fragment sur l'objet fini, et donc de le resituer au sein du schéma d'entretien.



De haut en bas.

Fig. 150 : pièces interprétées comme des fragments distaux de préhampes, portant des traces de sectionnement. A : sectionnement par raclage en diabolo et détachement par flexion ; vue de la face inférieure (n° MAN 77163G247, coll. Passemar, couche F1). B : sectionnement par raclage en diabolo, puis sciage et détachement par flexion ; vue de la face supérieure (n° MAN 77163G186, coll. Passemar, couche F1).

Fig. 151 : hypothèses de reconstitution du recyclage des préhampes (le type fourche / biseau double est pris en exemple). A : après fracture de l'extrémité distale de la préhampe. B : après fracture de la pointe emmanchée sur la préhampe. C : même cas que B ci-dessus, avec un procédé particulier de sectionnement de la partie distale de la préhampe.

X.5.2. Le sectionnement des préhampes

Les préhampes n'ont pratiquement pas été évoquées dans ce chapitre, car nous n'y avons pas observé de traces pouvant être clairement interprétées comme des stigmates de réparation ou de recyclage. En revanche, si parmi les 36 pièces fourchues identifiées comme des fragments méso-distaux de préhampes (*cf.* III.2.2.), 21 présentent à l'opposé de la fourche une extrémité fracturée (que la fracture soit due à l'utilisation ou à des phénomènes taphonomiques), 14 fragments montrent quant à eux une extrémité délibérément

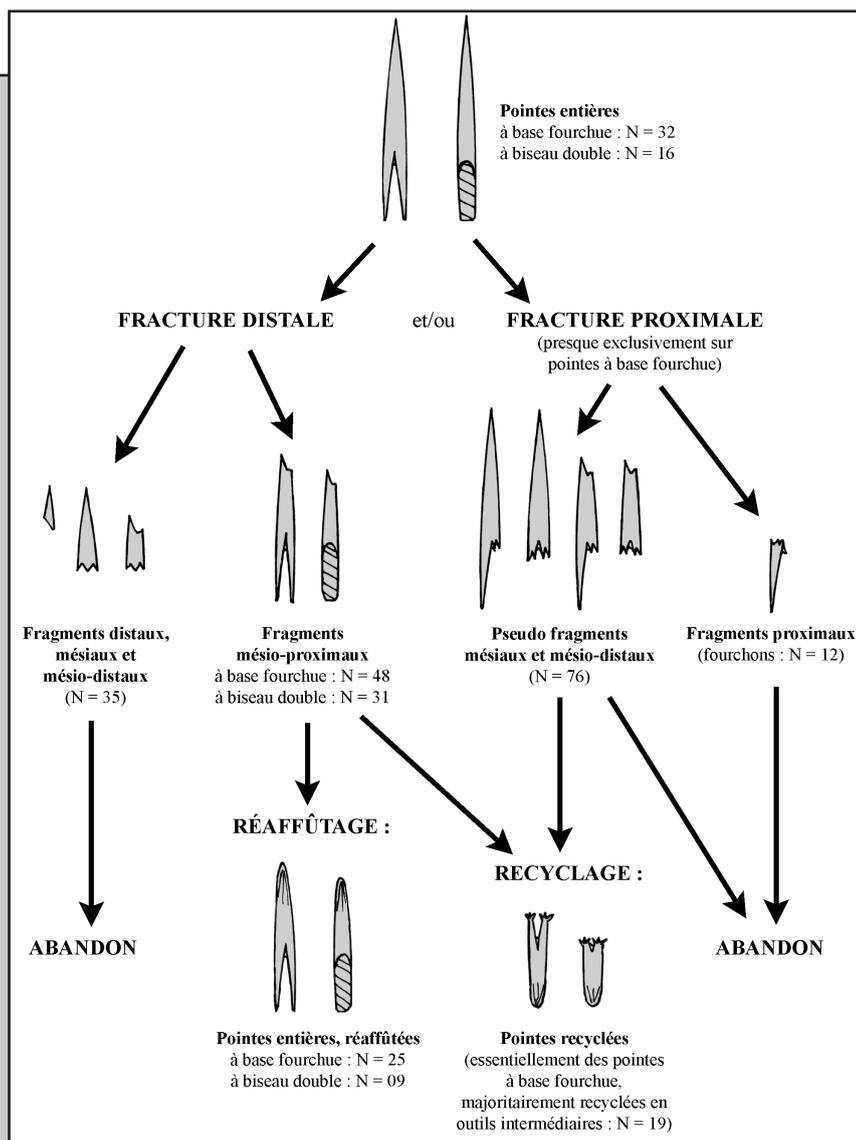


Fig. 152 : synthèse du schéma de réparation et de recyclage des pointes de projectile du Magdalénien supérieur d'Isturitz.

sectionnée (fig. 150 ; il faut y ajouter une pièce à l'extrémité difficilement lisible, évoquée *in V.4.*).

Ces 14 fragments mesurent de 46 à 108 mm de long, à l'exception de 2 d'entre eux qui atteignent 117 et 187 mm. Le procédé de sectionnement utilisé est, là encore, un raclage en diabolo uniface à périphérique, suivi d'un détachement par flexion. Trois pièces montrent toutefois l'utilisation d'une technique supplémentaire : un sciage effectué sur la face supérieure (1 cas) ou sur les faces supérieure et inférieure (2 cas), oblique par rapport à l'axe de la pièce, et qui semble avoir pour objectif de créer un sillon permettant de guider la ligne de fracture lors du détachement par flexion (*cf.* ci-dessous).

Une première interprétation technique possible pour ces fragments consisterait à contester leur identification comme éléments de préhampes, et à en faire des ébauches de pointes à base fourchue — la partie opposée à la fourche étant alors vue comme une partie distale de pointe, en cours de façonnage. Cette hypothèse nous semble cependant contradictoire avec le fait que 3 de ces

pièces montrent des fractures d'utilisation au niveau des fourchons (fractures des deux fourchons à la base, identiques à celle obtenue expérimentalement sur une préhampe), ainsi que, pour l'une d'entre elles, un stigmate d'utilisation supplémentaire sous la forme d'une esquille osseuse plantée dans le bord gauche (*cf.* fig. 61). Par ailleurs, par comparaison avec les 7 pièces identifiées comme des ébauches de pointes à base fourchue (IV.2.2.), les fragments considérés ici présentent un degré de finition généralement supérieur — en particulier dans la finition des fourchons, et l'élimination du tissu spongieux sur la face inférieure — ainsi qu'un élargissement du fût du côté opposé à la fourche, ce qui ne paraît pas cohérent avec la volonté d'aménager à cet endroit une extrémité pointue (*cf.* III.2.2.).

Si ces pièces sont donc bien des éléments de préhampes, reste à connaître la raison de leur sectionnement au niveau mésial, d'autant plus que ce comportement est loin d'être anecdotique puisque les 14 exemplaires concernés représentent un tiers de l'effectif des préhampes (entières ou fragmentaires).

Les 3 fragments montrant des fractures d'utilisation au niveau de la fourche distale peuvent être envisagés comme des déchets résultant d'un recyclage : la préhampe endommagée n'étant plus utilisable comme telle, le sectionnement permet d'en récupérer la partie méso-proximale (d'ailleurs *a priori* toujours emmanchée sur la hampe) et de la recycler en pointe, en reconfigurant l'extrémité sectionnée pour lui donner une forme pénétrante (fig. 151, A). Suivant la morphologie d'origine de la préhampe, on obtiendra donc une pointe à biseau double ou une pointe à base fourchue, qui sera difficile à distinguer des pointes de première intention (les traces de reconfiguration de l'extrémité distale pouvant parfaitement être interprétées comme des traces de réaffûtage).

Avec quelques aménagements, cette interprétation peut d'ailleurs s'appliquer également aux 11 autres fragments de préhampes sectionnés, dont la fourche ne porte pas de traces de fracture (hors dommages postdépôtionnels). Il est en effet possible que ces pièces renvoient à une situation où c'est cette fois la pointe emmanchée à l'extrémité de la préhampe qui s'est fracturée à l'utilisation (fig. 151, B). Le sectionnement de la préhampe, et le recyclage de sa partie méso-proximale en pointe de projectile, peut alors apparaître comme une solution plus rapide que la fabrication intégrale d'une nouvelle pointe, qui devrait de plus être façonnée «sur mesure» pour s'ajuster étroitement à l'extrémité de la préhampe. Dans cette optique, les traces de sciage oblique relevées sur 3 de ces 11 fragments (*cf.* ci-dessus) peuvent avoir pour objectif de faire en sorte que, lors du détachement par flexion des deux parties de la préhampe, l'extrémité destinée à être reconfigurée présente d'emblée une forme grossièrement appointée (fig. 151, C).

Ce type de recyclage peut par ailleurs constituer un avantage fonctionnel des armatures composites dont notre expérimentation

tation n'avait pas permis de rendre compte : même après une fracture proximale de la pointe (normalement rédhibitoire), le projectile peut ainsi être réparé en utilisant la partie mésio-proximale de la préhampes comme «pointe de rechange». On peut voir dans cet avantage une explication de la proportion relativement importante de fragments de préhampes présentant les traces d'un tel recyclage.

X.6. Synthèse

L'ensemble des analyses développées dans ce chapitre permet de dresser une reconstitution du schéma de réparation et de recyclage des armatures de projectile du Magdalénien supérieur d'Isturitz (fig. 152). La représentation adoptée a pour but de présenter de façon synthétique les grandes modalités de fracturation, de réparation et de recyclage dont témoignent les pièces de notre corpus ; les effectifs indiqués sur la fig. 152, et rappelés ci-dessous, correspondent au nombre de pièces archéologiques qui ont pu être attribuées à chaque catégorie technologique (pièces entières, fragments de tel ou tel type, etc.). Pour une meilleure lisibilité, et surtout afin de mieux mettre en lumière les tendances dominantes, nous avons donc exclu un certain nombre de types de fractures et d'opérations techniques marginales, voire anecdotiques, chacune d'entre elles n'étant représentée que par moins de 10 pièces de notre série. Il en va ainsi des fractures proximales des pointes à biseau double (5 cas, cf. IX.3.3.) ; de la réparation des fractures proximales des pointes à base fourchue (1 cas incertain et inabouti, cf. X.3.2.) ; du recyclage des pointes à biseau double, des fragments mésiaux et mésio-distaux (respectivement 5, 6 et 1 cas, cf. X.4.1. et X.4.2.) ; enfin du sectionnement des pointes (7 cas interprétables, cf. X.5.1.). Les pièces inclassables à la suite d'une ou plusieurs fractures postdépositionnelles ont également été écartées.

Par ailleurs, nous n'avons pas intégré les préhampes dans cette synthèse, puisque les résultats disponibles se limitent à un possible raccord de fracture d'utilisation (X.2.5.) et à l'identification d'une catégorie probable de déchet de recyclage (X.5.2.), sans que cela ne soit suffisant pour permettre de reconstituer un schéma global.

Au total, le schéma s'organise comme suit :

- Lorsqu'une pointe entière (N = 48) subit une fracture distale — écrasement ou fracture en languette — il subsiste un fragment mésio-proximal (N = 79), qui revient généralement sur le site à l'extrémité de la hampe. La réparation de cette fracture distale produit une nouvelle pointe entière, dont la partie distale porte des traces de réaffûtage (N = 34). Le fragment mésio-proximal peut également parfois être recyclé (N = 8), presque toujours en outil intermédiaire ; cette modalité de récupération est pratiquement réservée aux pointes à base fourchue. Les fractures distales produisent également des fragments distaux, mésiaux et mésio-distaux (N = 35), qui peuvent se perdre dans le sol ou revenir sur le site à l'intérieur du corps du gibier.
- Les pointes peuvent également subir des fractures proximales, qui sont l'apanage presque exclusif des pointes à base fourchue. Ces fractures produisent des fragments proximaux (N = 12), fourchons isolés qui sont introduits dans le site

à l'extrémité des hampes, y sont démanchés et abandonnés. Quant aux fragments complémentaires, pseudo-mésio-distaux et pseudo-mésiaux (ces derniers se formant lorsque la fracture proximale s'accompagne d'une fracture distale), ils sont également abandonnés dans l'habitat (N = 76) — même si une partie d'entre eux est recyclée, là encore généralement comme outil intermédiaire (N = 11).

A l'issue de cet exposé, on constate la présence, au sein de notre corpus, d'une proportion très importante de pièces directement utilisables ou réparables : 220 pièces au total, soit plus que l'ensemble des fragments réunis... Le nombre de 220 a été obtenu en additionnant les effectifs des pointes entières, réaffûtées ou non (57 à base fourchue, 25 à biseau double) et des fragments mésio-proximaux (48 à base fourchue, 31 à biseau double) ; en soustrayant quelques fragments mésio-proximaux qui présentent une fracture distale rédhibitoire, trop proche de la base pour que l'on puisse envisager une réfection de la partie mésio-distale (7 à base fourchue, 4 à biseau double) ; et en additionnant de nombreuses pièces à partie proximale intacte, dont l'extrémité présente une fracture postdépositionnelle, qui n'ont de ce fait pas pu être classées sur la fig. 152 mais qui représentent indubitablement des pointes encore utilisables (33 à base fourchue, 37 à biseau double).

L'importance numérique de ces pièces réutilisables nous semble particulièrement étonnante. En effet, comme le rappellent A. Averbouh et D. Buisson (2003), «l'abandon sur le site suggère généralement une fonctionnalité défectueuse» : hors contextes particuliers (dépôts funéraires, caches de matériel...), les vestiges trouvés en fouille sont habituellement dans leur écrasante majorité des déchets ou des objets usagés, et abandonnés à ce titre par les Paléolithiques — ce qui n'est pas le cas ici.

Une situation similaire avait déjà été soulignée par U. Stodiek dans le cadre de l'étude de plusieurs séries de pointes magdaléniennes à biseau simple ou double :

«[es ist] in den Augen des Verfassers äußerst bemerkenswert, daß trotz der materialbedingten Möglichkeit, beschädigte Stücke instanzzusetzen, dies bei vielen offenbar noch reparablen Exemplaren nicht getan wurde. Dies ist um so erstaunlicher, wenn man bedenkt, daß die Herstellung einer neueren Spitze sicherlich einen weitaus größeren Arbeitsaufwand erforderte. Neben der Möglichkeit, daß es sich bei einem Teil dieser Projektile um verlorengegangene Stücke — beispielsweise zwischen den Steinen auf dem Boden einer Höhle — handelt, könnten natürlich auch andere, nicht ohne weiteres ersichtliche Gründe, wie z. B. gewisse Tabus, eine Rolle gespielt haben» (Stodiek, 1993, p. 169)⁶⁰.

Les deux hypothèses proposées — des pièces égarées sur le sol de l'habitat, et/ou un «tabou» concernant la réutilisation des armatures — ne nous paraissent toutefois pas convaincantes dans le cas de notre série, eu égard respectivement à la quantité de pièces concernées et à la présence bien attestée

⁶⁰ «Aux yeux de l'auteur, il est particulièrement remarquable que de nombreuses pointes manifestement encore réparables n'aient pas été remises en état, alors que c'était matériellement possible. Ceci est d'autant plus étonnant lorsqu'on considère que la fabrication d'une nouvelle pointe demandait une quantité de travail beaucoup plus importante. Mis à part la possibilité qu'il s'agisse pour une partie de ces projectiles de pièces égarées — par exemple entre les pierres sur le sol d'une grotte — d'autres raisons tout simplement invisibles ont également pu jouer un rôle, comme par exemple certains tabous.»

de plusieurs modalités de réparation et de recyclage. D'autres explications doivent donc être avancées. Le caractère sélectif de la fouille pourrait en constituer une première : la proportion représentée par les pièces «réutilisables» aurait ainsi certainement été bien moindre si une fouille plus fine avait permis de récupérer l'ensemble des petits fragments d'armatures, en particulier les fourchons (cf. X.2.3.). Si cet argument est indéniable, il ne fait finalement que nuancer la question, car il n'explique pas la présence, à plus de deux cents exemplaires, de ces pièces réutilisables là où nous n'aurions dû trouver a priori que des déchets irrécupérables et des pièces recyclées «en bout de course». De plus, rappelons que nous avons également mis en évidence dans notre corpus l'existence d'une sélection postérieure à la fouille et aux premières publications, ayant fait disparaître préférentiellement des pièces entières et/ou de grandes dimensions

(cf. II.5.2) — et ayant donc eu, pour ce qui nous occupe, l'effet inverse du tri à la fouille, le contrebalançant au moins en partie...

En fait, les problèmes posés par la composition techno-économique de notre corpus ne peuvent être résolus en s'appuyant uniquement sur l'étude des objets finis. Ainsi, il semble évident que la présence de nombreuses pointes entières et quasi entières ne sera pas interprétée de la même manière selon qu'il s'agira d'objets importés, arrivés dans le site à l'état fini, ou d'objets fabriqués sur place, dans l'habitat, avant d'y être abandonnés. Or, cette question du caractère local ou allochtone de la production ne peut être abordée qu'à travers l'étude globale de l'exploitation du bois de Renne dans le Magdalénien supérieur d'Isturitz, impliquant la prise en compte des objets finis mais aussi des supports, ébauches et déchets de débitage (Averbouh, 2000)...

XI. UN CONTEXTE ECONOMIQUE DE «SURPRODUCTION» ? L'EXPLOITATION DU BOIS DE RENNE DANS LE MAGDALENIEN SUPERIEUR D'ISTURITZ

Nous allons donc, dans les pages qui suivent, élargir notre analyse au-delà du corpus considéré jusqu'ici, en y incluant l'ensemble des artefacts en bois de Renne du Magdalénien supérieur d'Isturitz. Cependant, cette étude se situant toujours dans la perspective de l'interprétation technologique des pointes de projectile, nous porterons l'essentiel de notre attention sur les vestiges se rapportant à la fabrication d'objets sur baguettes, glissant plus rapidement sur les autres types de production, dont nous verrons qu'ils n'occupent d'ailleurs qu'une place restreinte.

Nous avons choisi de prendre en compte toutes les pièces en bois de Renne provenant des couches I/F1 et Ia/B⁶¹. Cependant, les problèmes de confusions stratigraphiques évoqués à propos de certaines catégories de vestiges (chapitre I et II) laissent raisonnablement penser qu'une partie des pièces de ces couches est en réalité originaire du Magdalénien moyen, tandis qu'une partie des pièces d'âge Magdalénien supérieur a été étiquetée comme provenant de la couche II/E (Magdalénien moyen). Une rapide comparaison entre les couches I/F1 et II/E, concernant plus particulièrement les déchets de débitage, a par ailleurs montré que les principales catégories de déchets se retrouvaient dans les deux couches en quantité importante et sous des formes à première vue très proches, rendant hasardeuse toute entreprise de réattribution stratigraphique. Précisons toutefois que les estimations effectuées dans les chapitres I et II nous permettent de penser que ces confusions ne concernent très probablement qu'un nombre limité de pièces, insuffisant pour invalider les résultats.

De plus, ces difficultés stratigraphiques paraissent mineures comparées à un autre problème bien plus sérieux dans le cadre d'une analyse économique : la disparition d'une partie non négligeable des déchets de débitage après les fouilles Passemard et Saint-Périer.

XI.1. De la fouille au musée, des pertes importantes

XI.1.1. Collection Passemard : un échantillonnage

Discutant de la proportion entre bois de chute et bois de massacre dans les différents niveaux d'Isturitz, E. Passemard donne des indications chiffrées sur le nombre de parties basilaires de bois de renne présentes dans la couche F1 : «dans le Magdalénien supérieur, sur 70 bois de renne moyens, 63 sont tombés, 5 petits sont à cheville, un gros sans cheville» (Passemard, 1924a, p. 192). Autrement dit, on aurait au total dans le Magdalénien supérieur des fouilles Passemard 76 bases de bois de renne, dont 64 provenant de bois de chute (63 «moyens, tombés» + 1 «gros sans cheville»), et 12 de bois de massacre (les 7 bois «moyens» restants, + les 5 «petits à cheville»). Encore ce nombre était-il peut-être encore plus élevé à l'origine, puisque E. Passemard poursuit : «je dois cependant faire remarquer, que l'observation n'a été faite que sur un lot pris au hasard et non sur la totalité des bois, que je

⁶¹ La contribution de la couche Ia/B se limite à quelques objets finis (pointes et fragments de pointes, outils biseautés, baguettes demi-rondes, harpons) déjà mentionnés in I.4.3. et dont une partie — les pointes entières et fragmentaires — a d'ailleurs été intégrée dans notre corpus dès le début de l'étude.

n'ai pas actuellement sous la main» (*ibid.*) — sans que l'on sache si cette restriction concerne le matériel d'une couche en particulier, ou l'ensemble des niveaux évoqués (les bois de renne gravettiens sont en effet également présentés dans le même passage).

Or, dans la collection Passemard actuellement conservée au MAN, les parties basilaires de bois de renne ne sont qu'au nombre de 37, réparties en 29 bois de chute et 7 bois de massacre, auxquels on peut ajouter 1 massacre de daguet. Tous portent des traces de débitage, à l'exception de 2 bois de massacre de petit module. La comparaison avec les effectifs annoncés par E. Passemard donne donc un taux de pertes de 50 % environ (55 % pour les bois de chute, 42 % pour les massacres).

Ces pertes ont-elles affecté spécifiquement les déchets sur partie basilaire, ou indistinctement l'ensemble des déchets de débitage ? Les quelques estimations que l'on peut effectuer nous font pencher vers la seconde hypothèse. En effet, pour la couche F1, l'effectif total des déchets et supports en bois de Renne conservés au MAN (auxquels nous avons ajouté les quelques fragments en bois de Renne ne portant pas de traces techniques) se monte à 130 pièces. Rapporté à la surface fouillée par E. Passemard dans le Magdalénien supérieur — environ 150 mètres carrés, *cf.* I.5.3. — ce chiffre représente une densité légèrement inférieure à 1 pièce par mètre carré. Or un tel résultat paraît contradictoire avec les observations données par E. Passemard pour la couche F1, qui suggèrent une richesse bien plus grande : «il n'y a vraiment qu'une chose, qui vaille la peine d'être signalée, c'est l'abondance, la prédominance, du Renne. A chaque instant se rencontrent des fragments de toutes les parties du squelette *et plus particulièrement des bois*». (Passemard 1924a, p. 157 ; cette phrase sera reprise *in* Passemard, 1944, p. 72, mais sans l'allusion aux bois, soulignée par nous).

Nous devons donc considérer que, pour la collection Passemard, les déchets et supports en bois de Renne étudiés dans ce chapitre représentent au maximum la moitié de ce qui avait été exhumé par le fouilleur ; cette estimation est même certainement très optimiste. On peut mettre cette situation en parallèle avec la disparition, inexplicable elle aussi, de la quasi totalité des vestiges de faune pour la même couche (*cf.* I.5.4.). Toutefois le point positif est que, qualitativement, les pièces dont nous disposons semblent relativement représentatives de l'ensemble originel, dont elles constitueraient donc une sorte d'échantillon : la proportion bois de chute / bois de massacre est ainsi comparable avec celle donnée par E. Passemard, de même que les modules des bois. En effet, même si les critères utilisés par E. Passemard pour distinguer petit, moyen et gros module ne sont certainement pas tout-à-fait les mêmes que les nôtres (*cf.* XI.2.2.), on peut relever que nos 29 bois de chute sont tous de module moyen et gros (à une exception près), tandis que les bois de massacre correspondent tous (sauf un) à des bois de petit module ; une situation qui reflète assez fidèlement celle décrite dans le texte d'E. Passemard. Par ailleurs, nous avons retrouvé dans la série conservée au MAN 4 des 5 déchets de débitage de la couche F1 figurés par E. Passemard (1944, fig. 44 ; pl. XXIII, au centre ; pl. LVI, n° 4 ; pl. LVII,

n° 3 et 4 ; tous retrouvés sauf la pièce de la pl. LVI. Dans la publication, les 2 premières pièces sont légendées par erreur comme provenant de la couche E).

XI.1.2. Collection Saint-Périer : un tri

On ne trouvera pas de données chiffrées chez R. de Saint-Périer, mais une indication concernant la répartition spatiale des bois de cervidés et une description de l'aspect général des bois :

«Nous avons relevé en deux points, près de la paroi droite en bas et dans la salle de gauche en montant, une accumulation de bois de Cervidés, Rennes et Cerfs, les uns non encore travaillés, les autres portant des traces de sciage, comme si une réserve de matière première avait été constituée là» (Saint-Périer, 1936, p. 11). «Les bois [de renne], toujours brisés, sont le plus souvent de mue quand il s'agit de gros bois d'adultes, probablement des mâles ; au contraire, les bois de femelles et de jeunes sont pour la plupart attachés au frontal [...]. Les andouillers sont, en général, grêles et arrondis, les palmures réduites, ce qui rapproche notre Renne plutôt du type des *barrengrounds* que de celui des *woodlands*» (*ibid.*, p. 13-14).

Malheureusement, dans le passage cité, R. de Saint-Périer ne distingue pas les deux niveaux magdaléniens de la Grande Salle ; il est donc impossible de savoir si les renseignements fournis se rapportent au matériel du Magdalénien moyen (couche II) ou du Magdalénien supérieur (couche I). Pour comparer le texte de R. de Saint-Périer avec l'état de la collection se trouvant actuellement au MAN, nous avons donc pris le parti, dans un premier temps, de considérer ensemble les déchets de débitage et supports des couches I et II — auxquels nous avons, là encore, adjoint les fragments de bois de Renne ne présentant pas de traces techniques.

On constate tout d'abord l'absence dans l'une et l'autre couche de toute **empaumure** et de tout **andouiller** entiers, sans même parler d'un bois complet... Le matériel sur lequel s'appuyait la description donnée par R. de Saint-Périer («les andouillers sont, en général, grêles et arrondis, les palmures réduites») semble donc avoir disparu. Les **parties basilaires** — éléments parmi les plus grands et les plus facilement identifiables — sont au nombre de 37, mais la série est composée pour moitié de bois de petit module (N = 17, auxquels s'ajoutent 3 dagues), tous des bois de massacre, et dont la grande majorité ne porte aucune trace d'exploitation technique (c'est le cas de 13 pièces, + des 3 dagues). Les 17 autres bases proviennent de bois de chute de module moyen (N = 13), rarement gros (N = 4), dont presque tous présentent des traces de débitage (seuls 3 exemplaires sont indéterminables en raison de leur état de fragmentation). A moins d'une divergence dans la détermination des modules, nous n'avons donc que 4 pièces pouvant correspondre aux bases de «gros bois d'adultes de mue» évoqués par R. de Saint-Périer.

Par ailleurs, parmi les deux accumulations de bois de cervidés décrites par le fouilleur, l'une paraît située plutôt vers le fond de la Grande Salle («près de la paroi droite en bas»), dans ce que nous avons désigné comme le «secteur C» et qui correspond aux fouilles 1928-1932 (*cf.* I.5.3.) ; la seconde accumulation se trouvant au contraire dans une petite salle

plus proche du porche («dans la salle de gauche en montant»), à l'intérieur du «secteur A» fouillé entre 1933 et 1935. Or l'écrasante majorité des parties basilaires conservées au MAN (N = 29) se trouve dans le secteur C, le secteur A n'en ayant livré que 8 (dont une dague), toutes de la couche II. Cet ensemble de 8 pièces nous paraît un peu «léger» pour constituer la seconde des deux accumulations mentionnées... D'autant plus que, étant donné les méthodes de terrain de R. de Saint-Périer, la fouille d'une telle concentration localisée a très probablement dû être effectuée en une seule année ; or, pour le secteur A, l'année la plus fructueuse (1934) n'a livré que 5 bases (dont 1 dague).

Malgré l'imprécision des indications de R. de Saint-Périer, les quelques éléments disponibles permettent donc de dire que le matériel actuellement conservé au MAN ne saurait correspondre, ni quantitativement ni qualitativement, à celui décrit dans la publication d'origine.

Ce diagnostic peut être confirmé en considérant l'ensemble des déchets, supports et fragments non travaillés en bois de Renne de la couche I, et en les comparant avec ceux de la couche F1. Ces derniers affichaient en effet une densité, déjà très faible, de 1 vestige par mètre carré. Or, dans la collection Saint-Périer, pour le secteur C — qui couvre environ 250 mètres carrés — le Magdalénien supérieur a livré 80 pièces, soit en moyenne 1 élément tous les 3 mètres carrés. Pour le secteur A, plus grand (autour de 450 mètres carrés), le nombre de pièces se réduit à une vingtaine, soit 1 tous les 23 mètres carrés... Quant aux parties basilaires de bois de renne, elles ne sont qu'au nombre de 7, presque exclusivement des bois de massacre de petit module — 5 exemplaires, + 1 dague — dont la majorité (N = 3) ne présente pas de traces techniques : inversion complète de la situation décrite pour la collection Passemard, où ce sont les bases de bois de chute de moyen et gros module, portant des stigmates de débitage, qui dominent très largement.

Une partie de ces contrastes pourrait éventuellement s'expliquer par une répartition spatiale différentielle des déchets de débitage en bois de Renne, qui, pour l'occupation du Magdalénien supérieur, auraient été concentrés en grande majorité dans le secteur B correspondant aux fouilles Passemard. Plusieurs arguments viennent effectivement soutenir une telle hypothèse (cf. ci-dessous XI.1.3.). Elle ne suffit cependant pas à expliquer l'ensemble des problèmes rencontrés pour la collection Saint-Périer, problèmes dont la cause la plus plausible réside malheureusement dans un tri draconien des déchets de débitage, ayant fait disparaître préférentiellement les pièces de grandes dimensions, facilement identifiables (déchets sur partie basilaire de bois de moyen et gros module, grands fragments de perche de gros module...), qui sont de fait pratiquement absents de la série actuellement conservée au MAN.

Il est peu probable que cette perte soit principalement due à un tri effectué par les fouilleurs, en particulier en ce qui concerne les éléments de taille importante : on conçoit difficilement que R. de Saint-Périer les ait repérés lors de la fouille, observés et décrits dans sa publication, pour ensuite les jeter avec les déblais. Ces pièces viennent donc plus vraisemblablement

s'ajouter à la liste des objets «évaporés» de la collection Saint-Périer après la fouille et avant l'entrée au musée.

Quoi qu'il en soit, du point de vue techno-économique, l'ensemble constitué par les déchets et supports en bois de Renne de la couche I (Magdalénien supérieur de la collection Saint-Périer) nous paraît, dans son état actuel, beaucoup trop biaisé pour être étudié. Par conséquent, nous avons fait le choix de l'exclure de notre analyse, nous réservant la possibilité de faire ponctuellement allusion à certaines pièces au fil du texte.

Nous étudierons donc exclusivement les déchets et supports de la collection Passemard, considérés comme un échantillon raisonnablement représentatif, tout en cherchant à évaluer quelle proportion ils représentent par rapport à l'ensemble originellement présent dans le Magdalénien supérieur d'Isturitz. Cette dernière estimation est détaillée ci-dessous.

XI.1.3. Remarques sur la distribution spatiale de l'industrie en bois de Cervidé et estimation globale des pertes pour les déchets et supports

Lors de la présentation générale de l'occupation du Magdalénien supérieur d'Isturitz (I.5.), nous avons vu que pour de nombreux types de vestiges, la collection Passemard représentait 10 à 20 % du total des pièces, le reste provenant de la collection Saint-Périer. Les fouilles Passemard ont ainsi fourni 22 % de l'industrie lithique (524 pièces sur 2 412), 10 % des lissoirs (5/50), 20 % des poinçons (3/15), 20 % des outils à impressions et éraillures (7/35), 12 % des dents percées (3/26)... Ce déséquilibre reflète assez précisément l'emprise des deux fouilles, les zones A et C fouillées par R. de Saint-Périer représentant une surface environ 4 fois plus grande que celle de la zone B, qui correspond aux fouilles d'E. Passemard.

Cependant, la répartition des objets en bois de Cervidé s'écarte notablement de ce principe : elle est plus équilibrée, et même généralement à l'avantage de la collection Passemard. C'est ainsi de cette dernière que proviennent la moitié des bâtons percés (8/17, soit 47 %), 58 % des harpons (28/48), 63 % des outils à biseau distal unifacial (32/51) et 55 % des pointes de projectile et assimilés (428/785 hors collection Mascaraux, cf. II.4.). Seules les baguettes demi-rondes dérogent à cette règle et suivent la même tendance que le reste de l'outillage : la collection Passemard y représente 15 % de l'effectif. Globalement, indépendamment des distorsions induites par le tri à la fouille et la disparition d'une partie des collections, il semble donc que le secteur choisi par E. Passemard — autour du pilier gravé — corresponde réellement à une zone où la concentration de l'outillage en bois de Cervidé était particulièrement importante, en tout cas pour la couche du Magdalénien supérieur. Une rapide estimation (55 % des pièces sur 20 % de la surface) indique pour ce secteur une densité du matériel en bois de Cervidé environ 5 fois supérieure à celle des zones environnantes.

Pour évaluer les effectifs globaux des déchets et supports en bois de Renne du Magdalénien supérieur (couche I/F1), nous avons postulé que ceux-ci présentaient la même répar-

tion spatiale que les objets finis en bois de Cervidé. A partir de là, nous pouvions effectuer le calcul suivant :

- les déchets et supports en bois de Renne de la couche F1 se trouvant aujourd'hui au MAN représentent au maximum la moitié de la série découverte à l'origine par E. Passemard ;
- cette dernière série devait représenter un peu plus de la moitié (55 %) de l'ensemble des déchets et supports en bois de Renne du Magdalénien supérieur d'Isturitz — ce chiffre étant déduit de la répartition spatiale de l'ensemble de l'industrie en bois de Cervidé.
- donc, au total, on peut estimer que les pièces conservées au MAN constituent, au maximum, environ $100 \times 0,5 \times 0,55 = 25$ à 30 % de l'ensemble des déchets et supports initialement présents dans la couche du Magdalénien supérieur.

Insistons sur le fait que ce chiffre ne doit pas être pris «au pied de la lettre», mais représente *l'estimation d'un ordre de grandeur*. Dans le cas qui nous occupe, le raisonnement par ordre de grandeur nous semble en effet la seule voie d'accès possible à une approche économique de l'exploitation du bois de Renne, dans la mesure où les tris et pertes subis par les collections interdisent toute étude quantitative plus détaillée. En revanche, l'étude technologique de cet ensemble, avec comme objectif de préciser les modalités d'exploitation de la matière première, reste possible ; c'est cette étude que nous allons à présent aborder.

XI.2. Précisions méthodologiques

XI.2.1. Cadre général de l'étude technologique

La méthode que nous avons employée pour l'étude des schémas opératoires d'exploitation du bois de Renne s'appuie sur le principe du *remontage par défaut*, tel qu'il a été théorisé par A. Averbouh (2000, p. 35-50⁶²). Rappelons brièvement que celui-ci trouve son origine dans le concept de «remontage mental» utilisé pour les études d'industrie lithique, ce concept ayant ensuite été adapté aux particularités des matières osseuses, notamment à l'impossibilité à peu près complète d'effectuer des remontages physiques entre les pièces.

«Le remontage mental consiste donc à identifier les raccords par déduction à l'issue de la lecture technologique des pièces. [...] Pour l'industrie en matières osseuses, il constitue [...] l'unique solution [méthodologique] après élimination de toutes les autres possibilités. C'est pourquoi, à l'expression «remontage mental» des lithiciens nous préférons celle de «remontage par défaut» qui rend mieux compte de cette impasse pour les matières osseuses. [...] Le principe du remontage par défaut est simple puisqu'il s'agit de prendre en compte toutes les pièces issues du travail des matières osseuses, de les analyser technologiquement, de retrouver en théorie les relations qui les unissent les unes aux autres et de les identifier matériellement parmi les vestiges archéologiques. Ainsi, si cette méthode est fondée sur la reconstitution mentale des procédures et des processus de transformation, elle n'est fiable que par la concrétisation de celle-ci» (Averbouh, 2000, p. 37-38).

Comme indiqué précédemment (chapitre IV), l'analyse technologique développée ici fait appel à la terminologie exposée par A. Averbouh et N. Provenzano (1998-99) ;

notre réflexion s'est également appuyée sur les travaux de technologie osseuse réalisés dans le cadre de la Commission de nomenclature sur l'industrie de l'os préhistorique (Ramseyer, 2004), en particulier ceux de N. Goutas (2002, 2003, 2004). La description anatomique des bois suit une terminologie désormais classique (fig. 153). Nous souhaitons cependant revenir de façon plus détaillée sur un problème méthodologique qui revêt pour notre étude une importance particulière : la détermination de l'âge et du sexe des rennes ayant fourni les bois exploités.

XI.2.2. Origine des bois de rennes : la question des modules

Comme souvent dans ce type de situation, s'il est aisé d'isoler les catégories «extrêmes» que sont les bois de daguets et les gros bois de rennes mâles adultes, la distinction est plus délicate pour les pièces présentant des caractères morphométriques intermédiaires — en l'occurrence les bois de femelles et de jeunes mâles (2-3 ans). Les critères de différenciation sexuelle développés par J. Bouchud (1966), reposant sur la forme de la meule et l'emplacement des sutures frontopariétales, ont été remis en cause (*cf.* la discussion menée *in* Goutas, 2002, qui rappelle notamment les observations de Spiess, 1979 ; Bonnissent, 1993 ; Voeltzel, 1996). S'appuyant sur une collection de référence constituée de bois de rennes sauvages et domestiques sibériens actuels, A. Averbouh propose d'utiliser trois éléments de caractérisation : la morphométrie générale du bois, la section de la perche et le rapport entre tissu compact et tissu spongieux, observé en section. Ainsi :

«les bois de rennes femelles sont peu ramifiés, de type plutôt tubulaires avec une perche A qui présente une section généralement circulaire et possède un tissu compact dépassant rarement 3-4 mm d'épaisseur ; les bois de jeunes mâles (2 à 3 ans), davantage ramifiés, montrent plus de digitation à l'extrémité des andouillers et présentent une section plutôt biconvexe de la perche A, dont l'épaisseur du tissu compact peut déjà atteindre 4-5 mm ; les bois de mâles adultes (5 ans et plus), de grandes dimensions, généralement plus ramifiés et digités que les précédents, possèdent une section ovalaire en perche A et un tissu compact d'épaisseur supérieure à 6-7 mm» (Averbouh, 2000, p. 99).

La plupart de nos déchets de débitage proviennent de la perche, mais leur morphologie rend souvent difficile l'identification de la section originelle. La détermination de nos bois s'est donc essentiellement appuyée sur l'épaisseur du tissu compact. Ainsi, dans le cas des déchets sur partie basilaire, l'épaisseur de la *compacta* a été relevée sur la perche A, généralement à la hauteur de l'embranchement avec l'andouiller de glace, sur les faces latérales et postérieure (la morphologie des pièces ne permettant pas, le plus souvent, de mesurer l'épaisseur de *compacta* sur la face antérieure : *cf.* ci-dessous). Avec les réserves de rigueur, les bases ont ensuite été classées comme suit :

- les pièces présentant des épaisseurs de tissu compact de 2 à 4 mm sur toute la circonférence de la perche A (du moins

⁶² Nous renvoyons à cet ouvrage pour tout ce qui concerne l'exposé de la genèse épistémologique du remontage par défaut appliqué à l'étude de l'industrie osseuse, en particulier l'évocation des travaux d'A. Billamboz (1977). Voir également Averbouh et al., 1999.

là où elle était mesurable) ont été considérées comme des bois de petit module, correspondant probablement à des bois de femelles ;

- les pièces dont le tissu compact montrait une épaisseur de 4 à 6 mm ont été considérées comme des bois de module moyen, provenant probablement de jeunes mâles ou de femelles adultes ;
- enfin, les bois de gros module, issus de mâles adultes, présentaient sur les faces latérales de la perche A un tissu compact épais de 7 à 10 mm — cette épaisseur étant souvent moins importante sur la face postérieure (5-9 mm).

Le classement par *modules*, fondé sur les épaisseurs de tissu compact, était pour nous le plus important dans l'optique d'une étude technologique, qui impliquait une comparaison avec les valeurs relevées sur les objets finis (cf. XI.6.1.) ; cette méthode permettait, de plus, d'éviter les incertitudes liées à la détermination de l'âge et du sexe.

Par ailleurs, ce critère de classification est globalement corrélé avec d'autres variables métriques mesurables sur les parties basilaires. La circonférence de la perche A, relevée au-dessus du cercle de pierrures (ou de l'andouiller d'œil lorsqu'il est présent), varie ainsi de 70 à 85 mm pour les bois de petit module, les bois de module moyen se situant légèrement au-dessus (95-110 mm) ; tandis que pour les bois de gros module, cette variable atteint ou dépasse systématiquement 120 mm (moyenne : 137 ; maximum : 159). De même, le diamètre de la meule varie de 15 à 25 mm sur les pièces de petit module, de 24 à 35 mm pour le module moyen, et est toujours au moins égal à 33 mm sur les bois de gros module (moyenne : 40 ; maximum : 53).

La distribution des parties basilaires par modules figure dans le tabl. 58. Les 2 bois classés comme «moyen / gros» présentent des caractères intermédiaires entre les 2 modules (épaisseur de *compacta* : 6-7 mm sur les faces latérales, 6 mm sur la face postérieure ; circonférence de la base de la perche A : 100 et 120 mm ; dimensions de la meule : respectivement 33 x 28 et 32 x 32 mm). Outre les déchets de débitage, le tabl. 1 inclut les 2 bases de la collection Passemard ne présentant pas de traces techniques (figurées entre crochets), ainsi qu'une ébauche de bâton percé parmi les bois de massacre de petit module. De même, 3 pièces dont la meule a été emportée par une fracture postérieure à la fouille (et qui ne présentent donc plus que le départ de la perche A, + la base de l'andouiller de glace) ont malgré tout été classées parmi les éléments sur partie basilaire, en raison de leur similitude technologique avec ce type de déchet.

La détermination du module des déchets sur perche A, B et C est plus délicate ; elle est indiquée ci-dessous (XI.3.2.) dans les cas où nous avons pu à la fois restituer la localisation anatomique de la pièce et évaluer l'épaisseur du tissu compact.

XI.3. Lecture technique des déchets de débitage

La quasi totalité des déchets de débitage de la couche F1 relève d'une exploitation longitudinale des bois (tabl. 59) ;

les rares pièces témoignant d'un débitage transversal sont regroupées à la fin de cet exposé (XI.3.4.). Les déchets de débitage sont globalement dans un bon état de conservation, mais sur beaucoup d'entre eux, des dommages postfouille — ébréchures multiples, fractures — généralement survenus au niveau des extrémités ont compliqué l'identification de certains traits techniques, en particulier les procédés de sectionnement.

Précisons que, pour plus de clarté, les termes utilisés dans la description et l'orientation des déchets (faces antérieure et postérieure, faces latérales, extrémité supérieure et inférieure...) correspondent à l'orientation anatomique du bois (cf. rappel fig. 153).

XI.3.1. Les déchets sur partie basilaire

Sont rassemblées sous ce terme les pièces présentant tout ou partie de la meule, le départ de la perche A (le plus souvent jusqu'à l'embranchement avec l'andouiller de glace) et généralement, sur la face antérieure, la base des andouillers d'œil et de glace. Ces déchets sont au nombre de 37 ; une première étude — également étendue aux déchets sur partie basilaire de la couche E — en a été effectuée par L. Sgard (1999).

Isolons tout d'abord deux pièces très particulières :

- La première est un bois de massacre gauche de dague, dont le fût présente 4 rainures longitudinales parallèles d'une profondeur de 1-2 mm environ. Ce rainurage, effectué sur une longueur de 35-40 mm et sur un bois dont le diamètre maximal ne dépasse pas 13 mm, ressemble à une version «miniature» et inaboutie du schéma opératoire d'extraction de baguettes par rainurage longitudinal multiple périphérique... Parmi les interprétations possibles de cet objet anecdotique, évoquons l'idée d'un «modèle», d'un bois utilisé par un débutant, etc.

- La seconde pièce (fig. 154) est un bois de chute gauche, dont la perche A présente une circonférence relativement importante (98 mm au-dessus de l'andouiller d'œil), mais que nous avons malgré tout classé parmi les petits modules en raison d'un tissu compact peu épais (3 à 4 mm). L'unique andouiller présent — qui correspond à l'andouiller d'œil — a été sectionné, mais son extrémité est trop endommagée pour déterminer précisément le procédé utilisé (on peut cependant indiquer que le pan de fracture semble avoir été ultérieurement régularisée par raclage). De même, la fracture au niveau de la partie supérieure de l'objet (limite perche A/B) est trop altérée pour être lisible. Cette pièce a malgré tout été considérée comme un déchet de débitage, car les faces interne et externe de la perche présentent des rainures symétriques, qui se rejoignent sur la face antérieure au-dessus de l'andouiller, selon une disposition correspondant parfaitement au procédé utilisé pour le débitage de la perche A sur la très grande majorité de nos pièces ; mais cette opération, qui laisse habituellement comme déchet une «base en arceau» (cf. ci-dessous), n'a pas ici été menée à son terme, les rainures n'atteignant pas le tissu spongieux. Cette pièce est par ailleurs la seule de notre série à montrer un médaillon très usé, portant une plage d'utilisation qui suggère un emploi possible comme percuteur (Averbouh et

	DAGUES	MODULES				TOTAL
		PETIT	MOYEN	MOYEN / GROS	GROS	
Bois de massacre	1	4 [+2]	1	0	0	6 [+2]
Bois de chute	0	1	11	2	15	29
Indéterminés	0	1	0	0	2	3
TOTAL	1	6 [+2]	12	2	17	38 [+2]

Tabl. 58 : parties basales de bois de renne de la couche F1, classées par modules. Les pièces entre crochets ne portent pas de traces techniques, les autres sont des déchets de débitage (à l'exception d'une ébauche de bâton percé parmi les bois de massacre de petit module).

DÉCHETS DE DÉBITAGE LONGITUDINAL	98
dont :	
<i>Sur partie basilaire</i>	
bases en arceau	25
autres types de bases	12
<i>Sur perche</i>	
perche A	7
perche B	29
perche C	4
non localisés	16
<i>Sur andouiller de glace</i>	5
DÉCHETS DE DÉBITAGE TRANSVERSAL	3
DÉCHETS INDÉTERMINÉS	9
TOTAL	110

Tabl. 59 : déchets de débitage en bois de renne de la couche F1.

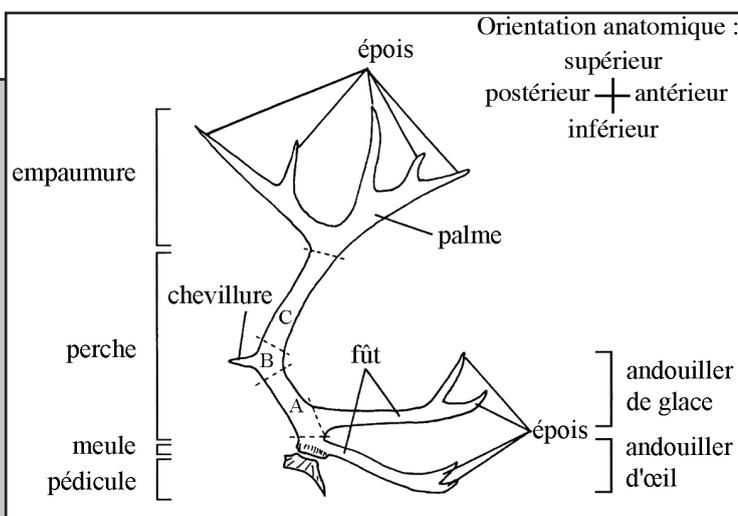


Fig. 153 : nomenclature descriptive des bois de Renne (d'après Averbouh et al., 1999, fig. 2, modifié).



Fig. 154 : possible percuteur en bois de Renne (n° MAN 77161A31, coll. Passemard, couche F1). En bas à gauche, détail du médaillon et de la plaque d'utilisation.

Bodu, 2002). L'emplacement de cette plage — sous la naissance de l'andouiller — nous semble toutefois peu commode dans l'optique d'une utilisation classique en prise marteau... Cette fonction possible pourrait cependant éclairer le statut particulier de cette pièce, qui est l'unique bois de chute de ce module dans notre série, renvoyant donc peut-être à un épisode d'approvisionnement distinct.

Parmi les 35 déchets restants, 70 % appartiennent à une catégorie que nous avons dénommée «bases en arceau» (fig. 155 ; N = 25, dont 3 petits modules, 8 moyens, les 2 «moyens / gros» et 12 gros). Ce type de pièce présente systématiquement une partie supérieure de forme concave, résultant d'un procédé particulier utilisé pour le débitage de la perche A. Cette modalité d'exploitation de la perche est loin d'être exclusive à notre série : même si nous n'avons pas effectué à ce propos de recensement systématique, on peut signaler son existence dans le Magdalénien moyen d'Isturitz (couche II/E) où elle est même extrêmement fréquente ; dans le Magdalénien de Gourdan (4 pièces mentionnées in Sgard, 1999, p. 43), de Santimamiñe (Mujika, 1991, p. 1202, cité in Sgard, 1999), de Laugerie-Basse (5 pièces nous ont été signalées par C. Houmard in Girod et Massénat, 1900, pl. XCIX-C ; cf. aussi Houmard, 2004) et des Espélugues (1 pièce in Omnès, 1980, p. 51 et pl. V, n° 4) ; et enfin parmi le matériel magdalénien de Bédeilhac étudié par A. Averbouh, qui propose pour ces pièces la dénomination de «bases en bascule» (Averbouh, comm. pers.).

Déjà décrit par J.A. Mujika (1991, p. 1202-1204), le procédé aboutissant à la production de ces bases est un rainurage longitudinal effectué sur les faces latérales de la perche A, les rainures étant décalées vers le côté postérieur (cf. fig. 154 et fig. 156, B). Au niveau de l'embranchement entre la perche A et l'andouiller de glace, les 2 rainures se recourbent vers la face antérieure de la perche, et se rencontrent à la naissance de la face supérieure de l'andouiller de glace. Le rainurage est toujours très profond, se poursuivant bien au-delà de l'épaisseur du tissu compact, pratiquement jusqu'à ce que les fonds des 2 rainures opposées se rejoignent à l'intérieur du tissu spongieux ; la surface de détachement concave est donc extrêmement régulière, formée des pans juxtaposés des 2 rainures (fig. 157).

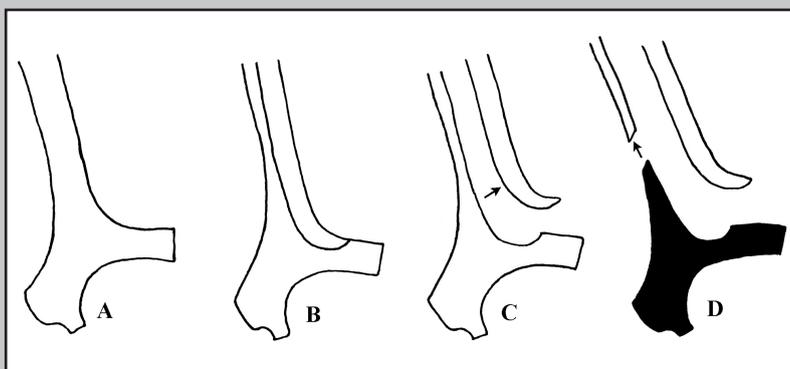
Cette modalité de débitage aboutit donc au détachement d'un bloc secondaire comprenant les faces antérieure et latérales de la perche A (fig. 156, C). A ce stade, seule la face postérieure de la perche adhère encore à la base, mais cette face est ensuite elle-même sectionnée (fig. 156, D) comme le montrent 9 bases qui présentent, sur l'extrémité de la face postérieure, une languette d'arrachement indiquant un détachement par flexion (fig. 158, A). Par déduction, on peut avancer que l'élément ainsi détaché devait présenter une forme correspondant à celle d'un support-baguette ; de fait, sur une pièce, l'extrémité de la face postérieure montre des arrivées de rainures témoignant de l'extraction de 2 baguettes parallèles, par rainurage longitudinal convergent (fig. 158, B). Trois autres bases montrent le négatif d'une baguette extraite selon la même technique sur une face latérale (externe dans 1 cas, interne dans les 2 autres), mais située de telle manière qu'elle débordait largement sur la face

postérieure (cf. fig. 45) ; sur l'une des pièces, de gros module, ce sont au moins 2 baguettes parallèles qui ont été extraites à cet emplacement⁶³.

Par ailleurs, il nous semble très probable que le bloc secondaire comprenant les faces antérieure et latérales de la perche A ait lui-même été utilisé, après extraction, comme matrice pour la production de baguettes. En effet, anticipant sur l'exposé des données, signalons que, au sein des déchets comme des objets finis de notre série, nous n'avons trouvé aucune pièce pouvant témoigner de l'utilisation d'un bloc de ce type «en entier» ou par tronçons ; en revanche, parmi les supports, plusieurs baguettes semblent provenir de la face antérieure de la perche A, et présentent à l'une de leurs extrémités une concavité pouvant correspondre à l'amorce de l'embranchement avec l'andouiller de glace, c'est-à-dire à l'extrémité inférieure du bloc (fig. 155, C). Enfin, de nombreux déchets issus de la partie supérieure de la perche A (jonction perche A/B) montrent la fréquence des extractions multiples de baguettes à ce niveau (cf. ci-dessous XI.3.2.).

Cependant, même si le but de ce type de débitage semble bien être l'utilisation de la totalité de la circonférence la perche A pour la production de baguettes, la grande régularité morphologique des bases en arceau conduit à se demander si l'obtention de ce type de base ne faisait pas également partie des objectifs du débitage, et si l'on n'aurait pas là un outil plutôt qu'un simple déchet. C'est l'opinion de P. Girod et E. Massénat (1900, pl. XCIX), qui présentent ces bases comme des «instrument[s] rappel[ant] le *bec d'oiseau* des néo-calédoniens», la partie active étant constituée de l'extrémité biseautée de la face postérieure (fig. 158). Sur la pièce des Espélugues, J. Omnès mentionne d'ailleurs à cet endroit la présence d'un «polissage» et d'une «surface lustrée» (Omnès, 1980, p. 51). Sur nos propres pièces, quelques arguments vont dans le même sens : dans 2 cas, l'extrémité de la face postérieure a ainsi été régularisée par raclage (fig. 158, C ; les pièces ne présentent cependant à cette extrémité aucune trace d'utilisation). Dans 1 autre cas, des incisions en épi ont été tracées au même niveau, sur la face opposée (fig. 158, D) : si la fonction de cet aménagement reste énigmatique, il témoigne en tout cas d'une intervention technique sur cette partie de la base, postérieurement au débitage. Enfin, sur une pièce, la partie supérieure a été sectionnée par un entaillage très soigné (fig. 158, E), après le débitage de la perche — dégageant ainsi un fragment dont la morphologie, telle qu'on peut la restituer, évoque une sorte de «coin» (nous n'avons cependant pas retrouvé ce type de support parmi les outils à biseau distal unifacial en bois de Renne de la couche I/F1 : cf. ci-dessous XI.5.3.). Sur plusieurs de nos pièces, l'extrémité biseautée de la face postérieure a donc bénéficié d'une attention particulière ; l'idée d'une possible utilisation de la base en arceau (ou d'une partie de celle-ci) comme outil ne semble donc pas totalement infondée, mais ne concernerait en tout état de cause que peu de cas.

⁶³ Sur les 14 bases en arceau restantes, l'extrémité de la face postérieure est illisible (fracture récente, ébréchures, altération : 11 cas), ou présente un aménagement particulier (raclage, sectionnement par entaillage : 3 cas, décrits plus bas).

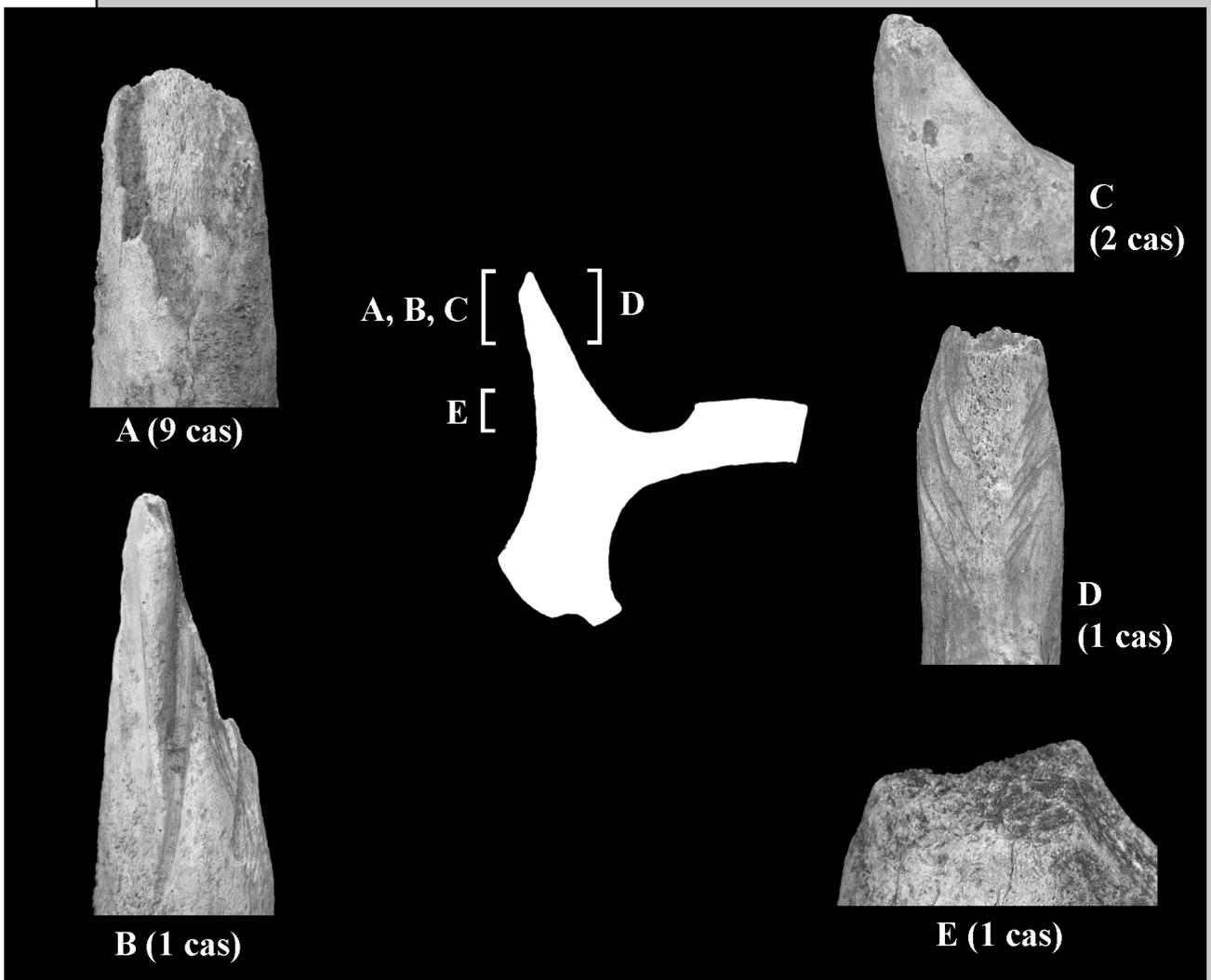
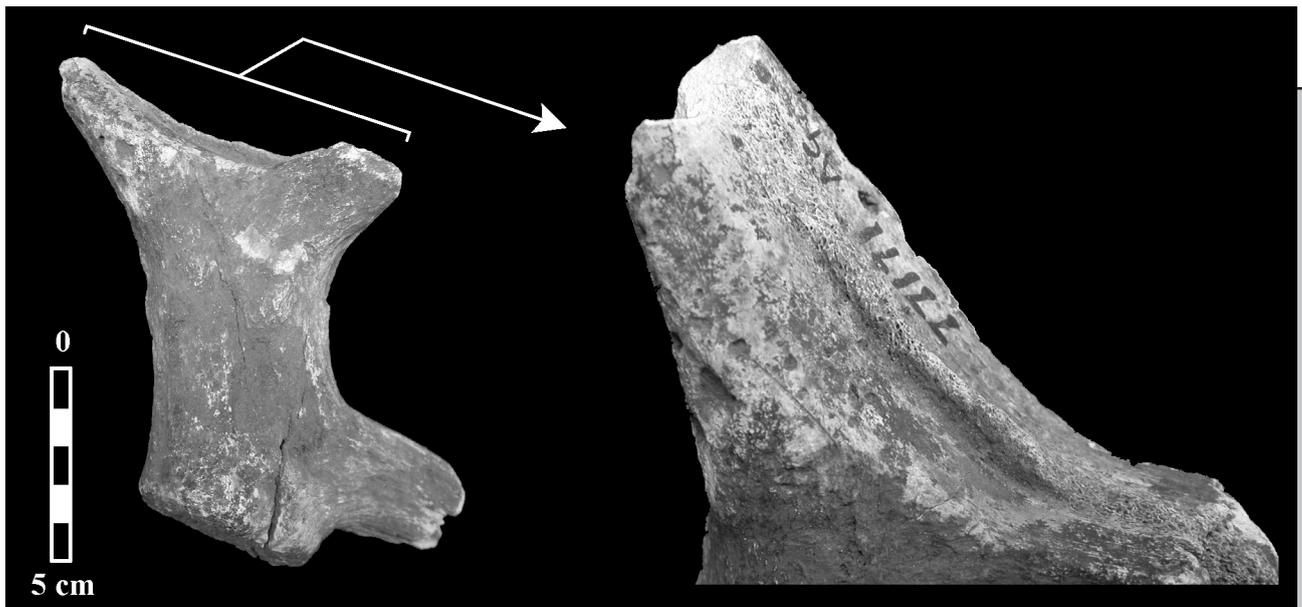


De haut en bas.

Fig. 155 : échantillon de bases en arceau de la couche F1. De gauche à droite et de haut en bas : n° MAN 77161A4, 77171 AL, 77161A6, 77171S (coll. Passemard).

Fig. 156 : procédé de débitage de la perche A aboutissant à l'obtention des bases en arceau.

A : partie basilaire et perche A entières (sans les andouillers). B : rainurage sur les faces latérales de la perche A. C : détachement d'un bloc secondaire de la perche A. D : détachement de la face postérieure.



De haut en bas

Fig. 157 : détail de la surface de détachement concave sur la partie supérieure d'une base en arceau (n° MAN 77171AG, coll. Passemard, couche F1).

Fig. 158 : stigmates présents sur la partie supérieure des bases en arceau. A : languette d'arrachement sur la face postérieure (9 cas). B : arrivées de rainures sur la face postérieure (1 cas). C : régularisation de la face postérieure par raclage (1 cas, vue latérale). D : stries en épi sur la face antérieure (1 cas). E : sectionnement de la partie supérieure par entaillage (1 cas).

En-dehors des bases en arceau, les 10 autres déchets sur partie basilaire montrent des modalités de débitage plus variées :

- Deux d'entre elles (1 de module moyen, 1 de gros module) appartiennent à la catégorie des «bases dentelées» décrite par A. Averbouh (2000, p. 163), et correspondent typiquement à une production multiple de baguettes par rainurage longitudinal parallèle périphérique sur perche A. La première base a livré 4 baguettes (1 sur chaque face), de section quadrangulaire, d'une largeur de 9 à 13 mm pour une épaisseur de tissu compact de 5-6 mm. La seconde base a livré 4 ou 5 baguettes (au moins 1 sur chaque face, peut-être 2 sur la face postérieure), de section quadrangulaire, larges de 7 à 15 mm pour une *compacta* épaisse de 7-10 mm. Toutes ces extractions s'arrêtent au niveau de l'embranchement perche A / andouiller de glace, à l'exception de la ou des baguettes débitées sur la face postérieure du bois de gros module, qui descendent sur toute la hauteur de la perche, jusqu'à la meule. D'après sa morphologie générale, une troisième base, de gros module, semble également pouvoir être rattachée à la catégorie des bases dentelées même si son état de conservation — concrétionnement important de la partie supérieure — ne permet pas d'observer en détail les traces d'extraction sur la perche A.

- Trois bases (1 de petit module, 1 de module moyen, 1 de gros module) montrent au contraire une exploitation préférentielle de la face antérieure de la perche A, jusqu'à la hauteur de l'embranchement avec l'andouiller de glace, l'extraction de baguette étant cependant toujours légèrement déjetée du côté de l'une des faces latérales (externe dans 1 cas, interne dans les 2 autres). Sur les 3 pièces, c'est une baguette unique, relativement large (10-15 mm) qui semble avoir été extraite.

- Les 4 dernières bases (2 modules moyens, 2 gros modules) sont de morphologies variées, mais nous les avons regroupées car toutes représentent des exemples d'un débitage «envahissant», poursuivi très bas sur la perche A (jusqu'à la meule) et aboutissant à une exploitation pratiquement exhaustive de celle-ci, pour ne laisser que des déchets de taille réduite. L'une des pièces (fig. 159, A) est ainsi constituée de la face externe de la perche A et de la portion de la meule qui lui est attenante, les bords antérieur et postérieur étant formés par 2 pans de rainures. La deuxième pièce (fig. 159, B) est issue de la face antérieure de la partie basilaire, portant le départ de l'andouiller de glace et une partie de la meule, tandis que le côté postérieur est constitué de plusieurs pans de rainures. La troisième pièce (fig. 159, C) se réduit à la moitié postérieure de la meule, la totalité de la perche A ayant été débitée (on distingue une extrémité de baguette sur chacune des faces interne et externe). Enfin, le dernier déchet (fig. 159, D), bien qu'ayant souffert de plusieurs fractures récentes, montre l'extraction d'une large baguette sur la face externe, jusqu'au niveau de la meule.

Sur nos pièces, les andouillers ne semblent pas avoir fait l'objet d'un investissement technique important. L'andouiller d'œil est parfois absent (4 pièces) ou très peu développé (5 pièces) ; quand il est présent, il a généralement été sectionné à la base, par éclatement⁶⁴, sans préparation particu-

lière (8 cas). Seules 3 pièces présentent, sur une des faces, une préparation de la ligne de fracture par percussion lancée tranchante directe. Sur l'andouiller de glace, ce dernier type de stigmate est plus fréquent (7 cas), mais le sectionnement à la base par éclatement «simple» reste majoritaire (9 cas)⁶⁵. Cette technique, qui ne permet pas un contrôle précis de la ligne de fracture, contraste fortement avec le soin apporté au débitage de la perche et, de fait, évoque plus un élagage du bois qu'un débitage visant à l'obtention de supports sur fûts d'andouillers. En revanche, l'exploitation longitudinale de l'andouiller de glace est attestée sur 4 bases en arceau (2 petits modules, 1 moyen, 1 gros). Elle prend la forme d'un rainurage longitudinal sur les faces interne et externe — l'extrémité des rainures étant visible à la naissance de l'andouiller — opération ayant apparemment pour objectif de débiter une baguette de section plano-convexe sur l'une des faces supérieure ou inférieure de l'andouiller, voire de séparer le fût en 2 supports sur hémi-andouillers.

La totalité des déchets sur partie basilaire de la couche F1 témoigne donc d'un débitage longitudinal de la perche A par extraction de baguettes. Toute la circonférence de la perche est utilisée — sauf dans 4 cas, où l'extraction n'a eu lieu que sur la face antérieure — jusqu'à la hauteur de l'embranchement avec l'andouiller de glace, parfois même plus bas, jusqu'à la meule ; l'andouiller de glace a lui-même été débité longitudinalement dans quelques cas. Le nombre de baguettes extraites de chaque perche A est difficile à évaluer en première approche ; en effet, la modalité de débitage majoritaire — qui repose sur la production d'une matrice secondaire dont la base en arceau est le déchet caractéristique — ne permet pas de compter le nombre d'extractions à la base de la perche, comme on peut le faire sur les bases dentelées. Par analogie avec ces dernières, au nombre de 3 dans notre série, on peut cependant estimer que la perche d'un bois de module moyen a pu fournir 4 baguettes, et plutôt 5 dans le cas d'un bois de gros module. Les 4 bois de petit module, s'ils ont été exploités suivant les mêmes modalités que les autres (3 bases en arceau, 1 cas d'extraction unique sur la face antérieure), représentent une production qui reste quantitativement marginale.

XI.3.2. Les déchets sur perche

Parmi les déchets de débitage en bois de Renne de la couche F1, 16 pièces sont des fragments de perche portant des traces de rainurage longitudinal parallèle, mais dont nous n'avons pas pu établir précisément la provenance anatomique. Trente-neuf autres déchets ont en revanche pu être localisés sur la perche.

Les **déchets sur perche A** sont au nombre de 7. Trois d'entre eux (2 de petit module, 1 gros : fig. 160, Aa) sont issus de

⁶⁴ Employé au sens d'A. Averbouh, ce terme rassemble les techniques permettant de diviser un bloc de matière par percussion lancée directe, par percussion lancée avec intermédiaire, ou par flexion (Averbouh, 2000, p. 137).

⁶⁵ Les pièces n'apparaissant pas dans cet inventaire (15 pour l'andouiller d'œil, autant pour l'andouiller de glace) correspondent à des cas où la base de l'andouiller est manquante, montre une fracture récente, ou une fracture ancienne trop altérée pour être lisible. Mentionnons tout de même 2 bases en arceau sur lesquelles le fût de l'andouiller, avant d'être interrompu par une cassure, est préservé sur une longueur de 10-15 cm.

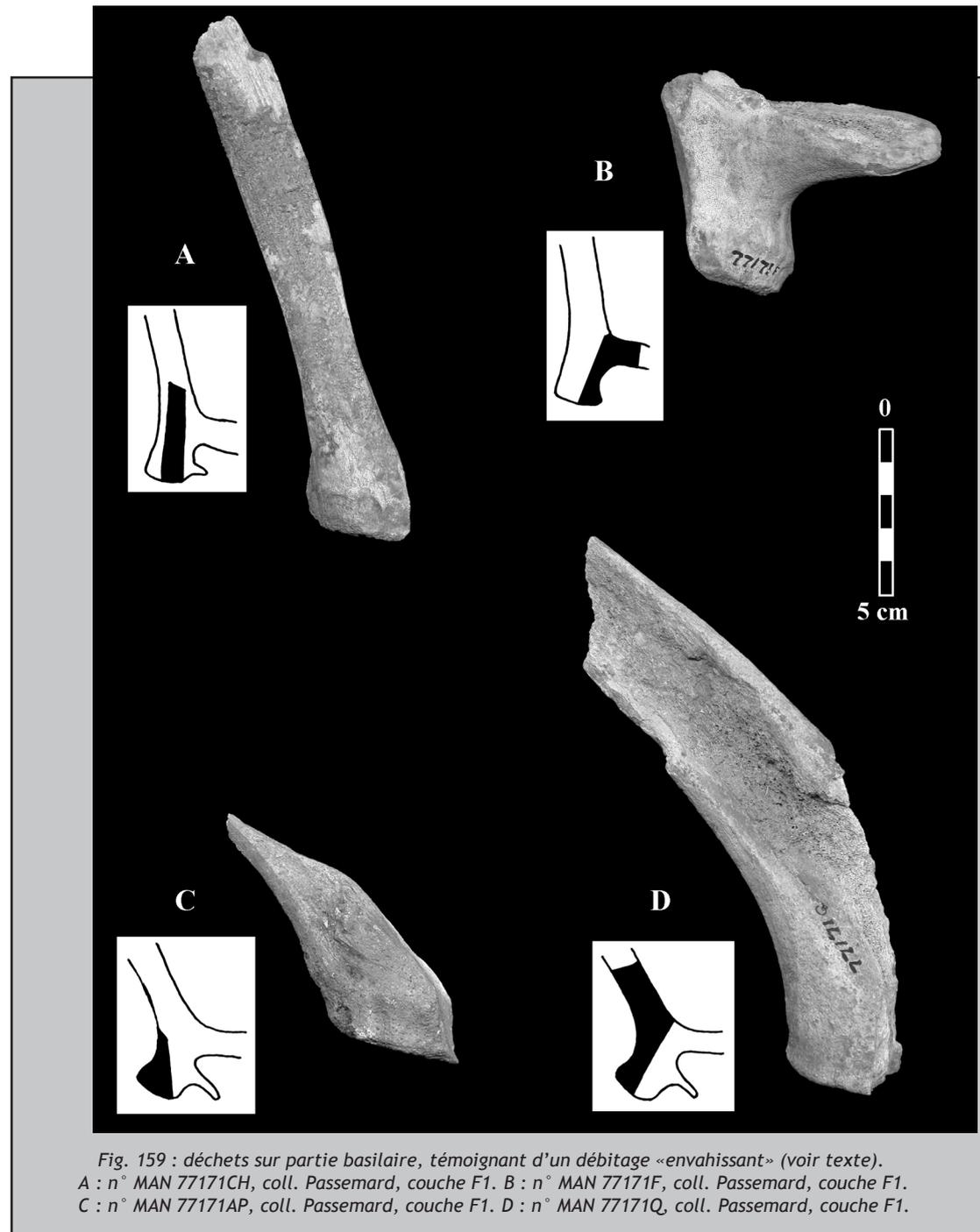


Fig. 159 : déchets sur partie basilaire, témoignant d'un débitage «envahissant» (voir texte).
 A : n° MAN 77171CH, coll. Passemard, couche F1. B : n° MAN 77171F, coll. Passemard, couche F1.
 C : n° MAN 77171AP, coll. Passemard, couche F1. D : n° MAN 77171Q, coll. Passemard, couche F1.

la face antérieure de la perche, et comprennent la base de l'andouiller de glace (ce dernier a été sectionné par flexion dans 2 cas, et brisé récemment dans le troisième). La face postérieure de ce type de déchet montre des pans de rainures indiquant un débitage de la perche A par rainurage longitudinal parallèle ; un fragment de baguette est encore attaché à la pièce de gros module, du côté de la face externe. On peut rapprocher de ces 3 pièces un autre déchet, plutôt de module moyen, issu de la face antérieure de la perche A mais situé cette fois sous l'andouiller de glace (fig. 160, Ab) ; lui aussi présente des stigmates de débitage de la perche A par rainurage longitudinal parallèle. Une autre pièce, issue de la face externe de la perche A d'un bois de module moyen ou gros (fig. 160, Ac), montre un tronçonnage de l'andouiller de glace par entaillage et une extraction de baguettes au moins sur les faces externe et antérieure. Enfin, un déchet de locali-

sation identique (fig. 160, Ab) et de gros module présente sur la face inférieure les traces d'un sectionnement de la perche A par entaillage. Les stigmates d'un sectionnement identique se retrouvent sur une autre pièce provenant, elle, de la face postérieure de la perche (fig. 160, Ac, module moyen ou gros), et montrant des traces d'extraction de baguettes sur les faces interne et externe, ainsi qu'une exploitation de la face antérieure par rainurage longitudinal parallèle.

Les **déchets sur perche B** sont nettement plus nombreux (N = 29). La catégorie la mieux représentée est celles des «triangles», au nombre de 13, qui proviennent de l'une des faces latérales de la perche B (Averbouh, 2000, p. 163 ; ici fig. 160, Ba). Les 2 grands côtés du triangle (faces antérieure et postérieure) sont constitués de pans de rainures témoignant d'un débitage périphérique de la

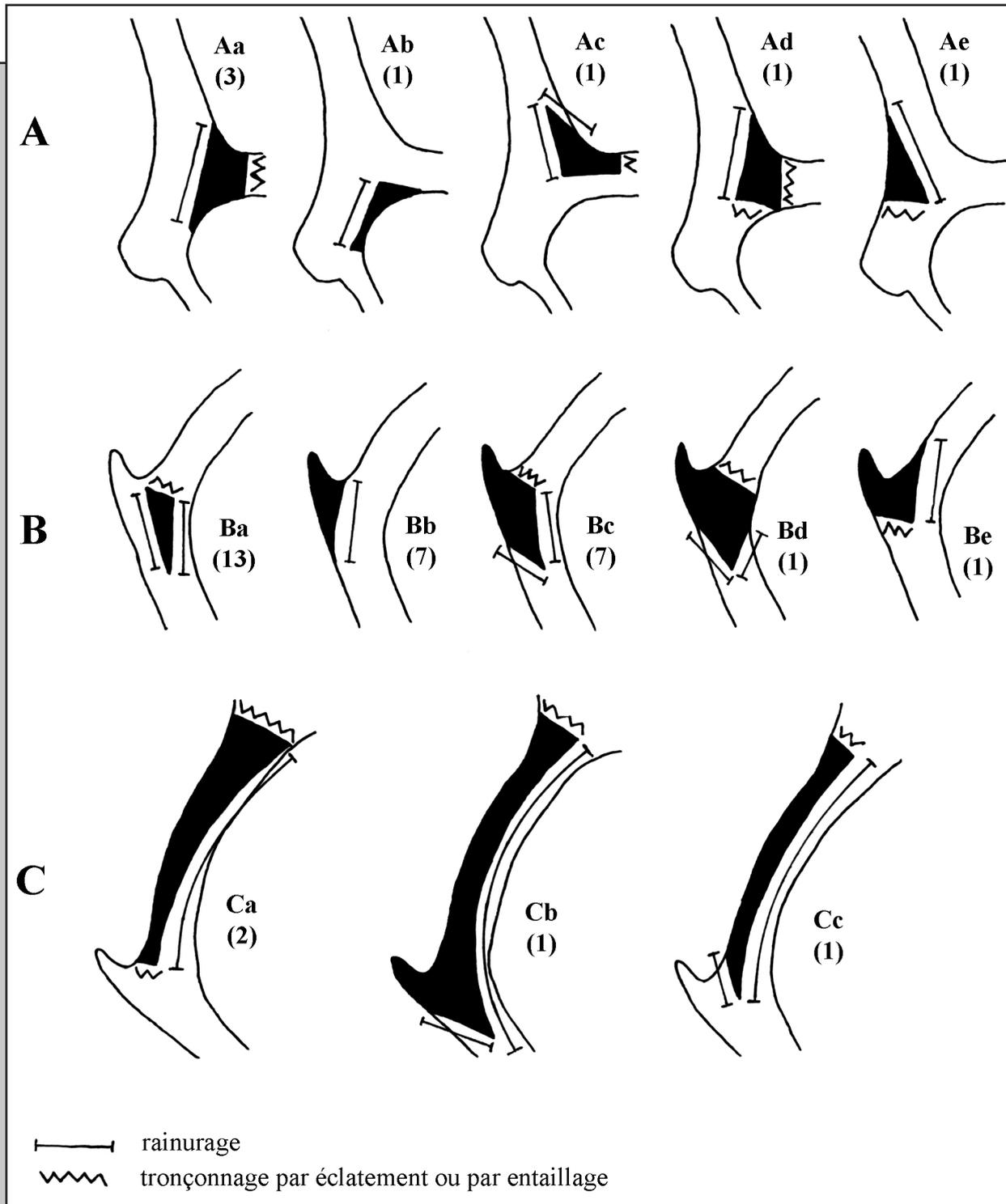


Fig. 160 : schémas de localisation des déchets de débitage sur perche (de haut en bas : déchets sur perche A, B, C). Les chiffres entre parenthèses indiquent l'effectif de chaque type de déchet.

perche A/B par rainurage longitudinal multiple ; le petit côté (face supérieure) présente un pan de fracture, avec parfois des traces de percussion lancée tranchante directe, indiquant un tronçonnage à la limite perche B/C. Le fait que les traces de rainurage soient interrompues par la fracture montre que celui-ci a été poursuivi jusque sur la perche C, au moins du côté de la face antérieure. Nous avons rattaché au même schéma d'exploitation les 7 déchets sur chevillure (fig. 160, Bb), sectionnés par rainurage longitudinal parallèle, et qui nous paraissent complémentaires des triangles dans le cadre d'une extraction de baguettes sur la face postérieure de la perche A/B (cf. ci-dessous XI.6.).

Sept autres pièces (fig. 160, Bc), provenant de la même zone, comprennent les faces postérieure et latérales de la perche B, ainsi que la chevillure (qui en l'occurrence est le plus souvent réduite à un simple «pincement» de la face postérieure de la perche). Ces déchets portent là encore des extrémités et des pans de rainures témoignant d'un débitage périphérique de la perche A — l'extraction sur la face antérieure s'étant manifestement prolongée jusqu'à la perche C, et ayant, comme dans le cas précédent, été suivi d'un sectionnement à la limite perche B/C.

Enfin, 2 derniers déchets sur perche B témoignent de modalités de débitage légèrement différentes. Le premier (fig. 160, Bd), issu d'un bois de gros module, présente à son extrémité inférieure 5 arrivées de rainures, vestiges d'une exploitation périphérique de la perche A pour la production de 5 baguettes de 10 à 20 mm de large ; mais l'extraction n'a pas, cette fois, été poursuivie sur la perche C (l'extrémité supérieure de la pièce montre seulement, à ce niveau, des stigmates de tronçonnage de la pièce par entaillage). Le second déchet (fig. 160, Be), lui aussi de gros module, est le symétrique du précédent : le tronçonnage a ici été effectué sous le niveau de la chevillure, et les extrémités de baguettes indiquent un débitage périphérique de la perche C (au moins 3 baguettes ont été extraites, ne laissant subsister que l'amorce de la face postérieure).

Les **déchets sur perche C** ne sont que 4, et présentent tous de grandes dimensions, puisqu'ils correspondent à la face postérieure de cette partie de la perche (fig. 160, C). Fracturés à la limite perche C / empaumure, ils portent les traces de l'extraction d'une baguette large (15-20 mm) sur toute la longueur de la face antérieure, soit environ 300 mm. Issus de bois de gros module, 3 de ces déchets présentent des épaisseurs de tissu compact de 5 à 7 mm, le dernier (fig. 160, Cc) s'individualisant par un module plus réduit (*compacta* : 3 mm ; longueur de la baguette extraite : 200 mm, pour une largeur de 10 mm). Les pièces se distinguent par l'aspect de leur extrémité inférieure : dans 2 cas (fig. 160, Ca), elle semble indiquer une fracturation par flexion à la limite perche B/C, après le débitage de la face antérieure ; dans un troisième cas (fig. 160, Cb), la pièce s'étend plus bas et englobe la perche B, se terminant par une extrémité identique à celle des déchets en triangle (fig. 160, Ba) ; enfin, la dernière pièce (fig. 160, Cc) montre à son extrémité inférieure des arrivées de rainures indiquant l'extraction de 2 baguettes parallèles sur la face postérieure de la perche A/B.

Au total, les déchets sur perche de la couche F1 témoignent donc d'une exploitation intensive des bois par extraction de baguettes. Cette exploitation est toujours périphérique dans le cas de la perche A/B. Les triangles et déchets assimilés (fig. 160, Ba et Bc) montrent par ailleurs que le débitage de la face antérieure est généralement poursuivi depuis la perche A/B jusque sur la perche C. Ceci est confirmé par les quelques vestiges se rapportant à cette dernière partie (fig. 160, C). Ils montrent en effet une extraction sur la face antérieure, la face postérieure ayant été abandonnée comme déchet.

Toutefois, le nombre de pièces sur perche C est étonnamment réduit par rapport aux effectifs des éléments complémentaires sur perche B, suggérant que, le plus souvent, la face postérieure de la perche C n'était sans doute pas rejetée mais exploitée elle aussi pour la production de baguettes ; un seul déchet (fig. 160, Be) témoigne toutefois explicitement de cette dernière variante.

XI.3.3. Les déchets sur andouiller de glace

Les déchets de débitage sur andouiller de glace de la couche F1 sont au nombre de 5. Un fût d'andouiller de gros module, endommagé aux 2 extrémités, présente une face supérieure débitée par rainurage longitudinal parallèle — produisant ainsi une baguette longue d'au moins 250 mm, pour 13 mm de large et une épaisseur de *compacta* de 3-4 mm. Les 4 autres fragments d'andouillers de glace, plus courts et de modules plus réduits (petit et moyen), montrent à chacune de leurs extrémités une fracture postérieure à la fouille, ou altérée et illisible. Trois de ces fragments présentent toutefois sur leurs faces interne et externe des extrémités de rainures longitudinales bifaciales, le quatrième montrant sur une de ses faces latérales un sillon — interrompu par une fracture — qui pourrait également représenter une amorce de rainure longitudinale. L'ensemble de ces pièces renvoie donc à l'idée d'un débitage des fûts d'andouiller de glace par rainurage longitudinal sur les faces latérales, opération dont les traces ont été relevées sur 4 bases en arceau (cf. ci-dessus XI.3.1.).

XI.3.4. Les pièces résultant d'un débitage transversal

Dans notre série, les déchets témoignant d'un schéma d'exploitation transversale des bois ne sont qu'au nombre de 3. La première pièce est un épais d'empaumure de bois de gros module, détaché par éclatement. La deuxième est un tronçon de perche de section circulaire, d'un diamètre relativement important (25-30 mm), mais au tissu compact peu épais (2,5-3 mm). Une de ses extrémités porte une fracture récente ; l'autre a été sectionnée par un rainurage périphérique très fin sur toute l'épaisseur de la *compacta*, suivi d'un détachement par flexion. Signalons que quelques pièces technologiquement identiques à ces 2 éléments (épais d'empaumure fracturés, tronçons de perche) se trouvent également parmi les déchets de débitage de la collection Saint-Périer.

Enfin, la dernière pièce est une empaumure, correspondant plutôt à un bois de module moyen ; elle montre à son extrémité proximale un sectionnement soigné, par entaillage, de l'extrémité de la perche C. A l'extrémité distale, les épais

d'empaumure sont absents, mais cette situation peut être due aux fractures postdépositionnelles survenues à ce niveau ; seul le vestige d'un pan de rainure pourrait indiquer le sectionnement de la base de l'un des épis. Dans ce cas d'ailleurs, le statut technologique de cette pièce pourrait être remis en question (s'agit-il d'un déchet ou d'un support sur empaumure, objectif du débitage ? Dans cette dernière éventualité, pour la fabrication de quel type d'objet aurait-il pu être utilisé ?).

Quoi qu'il en soit, le petit nombre et le caractère hétéroclite de ces vestiges ne permettent pas de les organiser selon un ou des schémas opératoires cohérents.

XI.4. Les supports

Les 15 supports en bois de Renne identifiés parmi le matériel de la couche F1 sont des fragments de baguettes, dont certains ont déjà subi un début de mise en forme (régularisation des bords, élimination partielle de la *spongiosa*), insuffisant toutefois pour que l'on puisse les classer dans la catégorie des ébauches.

La longueur moyenne des pièces (108 mm) n'est pas très significative dans la mesure où, en général, au moins une de leurs extrémités porte une fracture récente. Les largeurs affichent des valeurs de 7 à 20 mm, avec une majorité autour de 11-12 mm. Les épaisseurs de tissu compact varient de 3 à 10 mm, la classe 5-7 mm étant la mieux représentée. Les pièces sont, dans leur très grande majorité, de section subquadrangulaire («baguettes en tasseau»). Une des 2 baguettes les plus larges (20 mm), de section plano-convexe et de profil concave, semble provenir de la face antérieure de la perche A (épaisseur de *compacta* : 7 mm) ; on peut en dire autant de 2 autres baguettes de profil globalement rectiligne, mais dont une extrémité présente une concavité pouvant correspondre au départ de la face supérieure de l'andouiller de glace (cf. ci-dessus XI.3.1.).

Trois autres baguettes de ce type se trouvent dans la collection Saint-Périer (couche I) — collection dont les supports, plus nombreux (N = 27), montrent par ailleurs des fourchettes de longueur, largeur et épaisseur de *compacta* tout-à-fait similaires à celles de la collection Passemard. Seules leurs sections sont un peu plus variées (présence de baguettes en bandeau, ou encore de sections ovalaires).

XI.5. Les produits

XI.5.1. Les objets finis sur supports plats

Cette catégorie est exclusivement constituée d'objets sur baguettes, au premier rang desquels l'ensemble des 705 **pointes de projectile, préhampes et fragments associés**. Sans revenir sur la description de ces pièces, rappelons que les pointes à base fourchue ou à biseau double entières mesurent en moyenne environ 90 à 100 mm de long pour 8 à 9 mm de large, et sont façonnées sur des supports présentant généralement une épaisseur de *compacta* de 5 à 8 mm (cf. chap. III et IV). Seules les préhampes et les

«grosses» pointes à biseau double montrent une proportion plus importante de pièces à la *compacta* très épaisse (plus de 8 mm), et présentent également des dimensions plus élevées — avec une largeur généralement autour de 10-11 mm, et une longueur moyenne de 120-130 mm, cette dernière étant évaluée d'après les quelques pièces entières ou quasi entières (5 préhampes et 3 «grosses» pointes à biseau double).

Les **outils intermédiaires sur baguette, à biseau double distal** sont présents en 55 exemplaires (17 entiers, 20 fragments distaux et 18 mésiaux ou mésio-proximaux : cf. III.4. et III.5.). Longs en moyenne de 130 mm lorsqu'ils sont complets, ils sont plus massifs que les pointes de projectile (largeur moyenne : 12 mm environ), et façonnés sur des baguettes à la *compacta* en général plus épaisse (7 à 10 mm).

A l'inverse, les 52 **baguettes demi-rondes** (I.5.6.) présentent un tissu compact d'épaisseur presque toujours inférieure à 6 mm (minimum : 3 ; moyenne : 4,7). Leur largeur moyenne est de 12 mm environ. Les pièces étant toutes fragmentaires, la longueur des objets entiers est impossible à déterminer ; celle des fragments est en moyenne de 90 mm.

Les **harpons** sont au nombre de 48 (I.4.2.) et présentent une grande hétérogénéité morphométrique : les largeurs s'échelonnent ainsi de 4 à 22 mm (moyenne : 13,9)⁶⁶. De même, les 9 pièces entières ou quasi entières mesurent en moyenne 106 mm de long (minimum : 73 ; maximum : 141), mais les 39 pièces fragmentaires sont presque aussi grandes : 93 mm en moyenne, 11 d'entre elles dépassant les 120 mm (maximum : 172). Cette situation nous indique que les harpons entiers dont nous disposons actuellement représentent sans doute plutôt le bas de la fourchette en termes de longueur totale, et que parmi les pièces fragmentaires figurent très probablement les vestiges de plusieurs armatures barbelées d'une grande longueur, dont nous ne possédons plus aucun exemplaire entier. Les épaisseurs de tissu compact sont en revanche plus homogènes, situées pour la quasi totalité des pièces entre 5 et 9 mm.

Par ailleurs, 2 **bâtons percés** doivent être classés dans la catégorie des objets sur supports plats, car ils ont été façonnés sur des baguettes larges (35 mm) et relativement épaisses (12-15 mm pour une *compacta* de 6 à 9 mm), provenant vraisemblablement de l'une des faces latérales d'un andouiller de glace de bois de gros module (face interne dans l'un des cas, indéterminable dans le second : cf. Lompré, 2003, et ici I.5.6.).

Enfin, 4 **outils intermédiaires à biseau unifacial** (cf. I.5.6.), long de 75 à 135 mm, ont été façonnés sur des baguettes larges en moyenne de 20 mm et présentant un tissu compact épais de 5 à 7 mm. Tous les supports ont été obtenus par rainurage parallèle — à l'exception d'une pièce, dont les bords latéraux sont constitués de 2 pans de fracture, et qui relève donc d'un procédé d'extraction ne faisant pas intervenir le rainurage (fendage ?).

⁶⁶ Ces chiffres, ainsi que ceux donnés pour les longueurs, comprennent les mesures effectuées sur les dessins et photographies grandeur nature de 15 harpons de la couche I/F1 disparus depuis (cf. I.4.2.).

XI.5.2. Les objets finis sur supports en volume

Dans le Magdalénien supérieur d'Isturitz, cette catégorie d'objets se réduit presque entièrement aux **bâtons percés**. Outre les 2 pièces façonnées sur baguettes et présentées ci-dessus, nous avons inventorié pour la couche I/F1 14 bâtons percés en bois de Renne, parmi lesquels 2 ébauches dont la perforation est inachevée.

L'une de ces 14 pièces est trop incomplète pour que l'on puisse déterminer précisément le type de support utilisé. Un deuxième objet a été réalisé sur un fût d'andouiller de glace de module moyen ou gros (la perforation étant située sur ce fût). Sur l'ensemble des 12 autres pièces (dont les 2 ébauches), la perforation se situe toujours sur la partie basilaire du bois, à l'embranchement entre la perche A et l'andouiller de glace ; le fût, lorsqu'il est présent, est toujours constitué de la perche A. Les bois utilisés sont le plus souvent de petit module (8 cas, dont les 2 ébauches), mais les bois de modules moyen et gros sont également représentés (4 exemplaires au total). Sur presque toutes les pièces, le bois est tronçonné au-dessus du cercle de pierrures ; dans un cas seulement — une ébauche de petit module — la meule est encore présente, et témoigne de l'utilisation d'un bois de massacre.

Signalons que l'un des bâtons percés sur bois de module moyen a été recyclé en matrice d'extraction : son fût a été exploité sur l'intégralité de sa circonférence, 2 extrémités de baguettes étant visibles sur la face postérieure, 1 autre sur chaque face latérale, tandis que la face antérieure montre une surface de détachement rappelant les bases en arceau. Un second bâton percé, sur bois de petit module, présente sur la face interne de la perche une rainure identique à celles relevées sur le possible percuteur en bois de Renne (fig. 154), et évoquant une amorce de débitage par rainurage longitudinal.

Les seules autres pièces en bois de Renne de la couche I/F1 à avoir été réalisées sur des supports en volume sont 3 **outils intermédiaires à biseau unifacial**. Deux d'entre eux sont façonnés sur des tronçons de perche (section ovale, diamètre autour de 30 mm, *compacta* épaisse de 6-7 mm), le troisième plus probablement sur un tronçon d'andouiller. Le biseau est aménagé par un rainurage bilatéral parallèle, oblique par rapport à l'axe du tronçon, à l'exception d'une pièce sur laquelle il est constitué d'un pan d'arrachement oblique (régularisé ensuite par raclage).

XI.5.3. Les objets finis sur supports intermédiaires

Nous avons classé dans cette catégorie les 12 derniers **outils intermédiaires à biseau unifacial** en bois de Renne (Sgard, 1998 ; ici I.5.6.). Ces pièces sont en effet façonnées sur des supports correspondant à des héli-tronçons de perche de gros module (7 cas) ou d'andouiller (5 cas possibles) ; dans la moitié des cas, ces supports ont été débités par rainurage bilatéral parallèle, les autres plutôt par fendage à en juger par l'aspect de leur face inférieure. Longs pour la plupart de 100 à 125 mm, ces outils sont relativement larges (20-30 mm) et présentent un tissu compact généralement épais de 6 à 8 mm.

XI.6. Synthèse technologique et approche économique

XI.6.1. Orientation générale de la production

Dans le Magdalénien supérieur d'Isturitz, l'exploitation du bois de Renne est donc très majoritairement orientée vers la production de baguettes sur perche de bois de mue de modules moyen et gros. D'après les observations recueillies sur les déchets de débitage comme sur les supports, les baguettes obtenues présentent généralement une section quadrangulaire, une largeur de 7 à 20 mm et un tissu compact épais d'au moins 5 mm (maximum : 10). Ces caractéristiques correspondent tout à fait à celles des objets finis sur baguettes présents dans la même couche, objets parmi lesquels les pointes de projectile sont largement dominantes. L'idée d'une production locale d'au moins une partie de ces pièces peut donc d'ores et déjà être avancée ; une estimation quantitative plus fine est développée ci-dessous (XI.6.3.).

Remarquons que les quelques bois de massacre de petit module, débités par rainurage longitudinal selon les mêmes modalités que les autres bois, n'ont bien évidemment pas pu fournir de supports équivalents — en particulier à cause de leur épaisseur de *compacta*, toujours inférieure ou égale à 4 mm. Cette production, quantitativement limitée, pourrait toutefois être associée à la fabrication de baguettes demi-rondes, seul type d'objet sur baguettes dont une proportion non négligeable (40 %) présentent un tissu compact épais de 4 mm ou moins.

Par ailleurs, quelques déchets de la couche I/F1 attestent d'une exploitation de plusieurs bois de renne par débitage transversal, probablement lié à la fabrication d'objets sur supports en volume ; 2 ébauches témoignent même, plus spécifiquement, d'une production locale de bâtons percés sur bois de petit module⁶⁷. La rareté de ces déchets ne permet cependant pas de rendre compte de la quinzaine de bâtons percés issus de la couche I/F1, un constat que l'on peut raisonnablement élargir au groupe des outils intermédiaires à biseau unifacial sur tronçon ou héli-tronçon. Ces pièces ont dès lors vraisemblablement été, pour la plupart, introduites sur le site à l'état d'objets finis — à moins d'admettre que la quasi totalité des déchets correspondant à leur production figure parmi les pièces non recueillies à la fouille, ou perdues après celle-ci...

XI.6.2. Principaux schémas d'exploitation des blocs

En réunissant les informations fournies par les différentes catégories de déchets de débitage en bois de Renne, il est possible de reconstituer un schéma global d'exploitation du bloc de matière première que constitue un bois (fig. 161). Nous avons intitulé «schéma dominant» celui dans lequel s'inscrivait le plus grand nombre de déchets (N = 44) : ce schéma inclut l'exploitation de la face antérieure de la perche sur toute sa hauteur, depuis l'extrémité distale de la perche C

⁶⁷ Parmi les déchets de débitage de la collection Saint-Périer, une base de bois de massacre de petit module, tronçonnée par entaillage au-dessus du cercle de pierrures, pourrait également être associée à la production de bâtons percés.

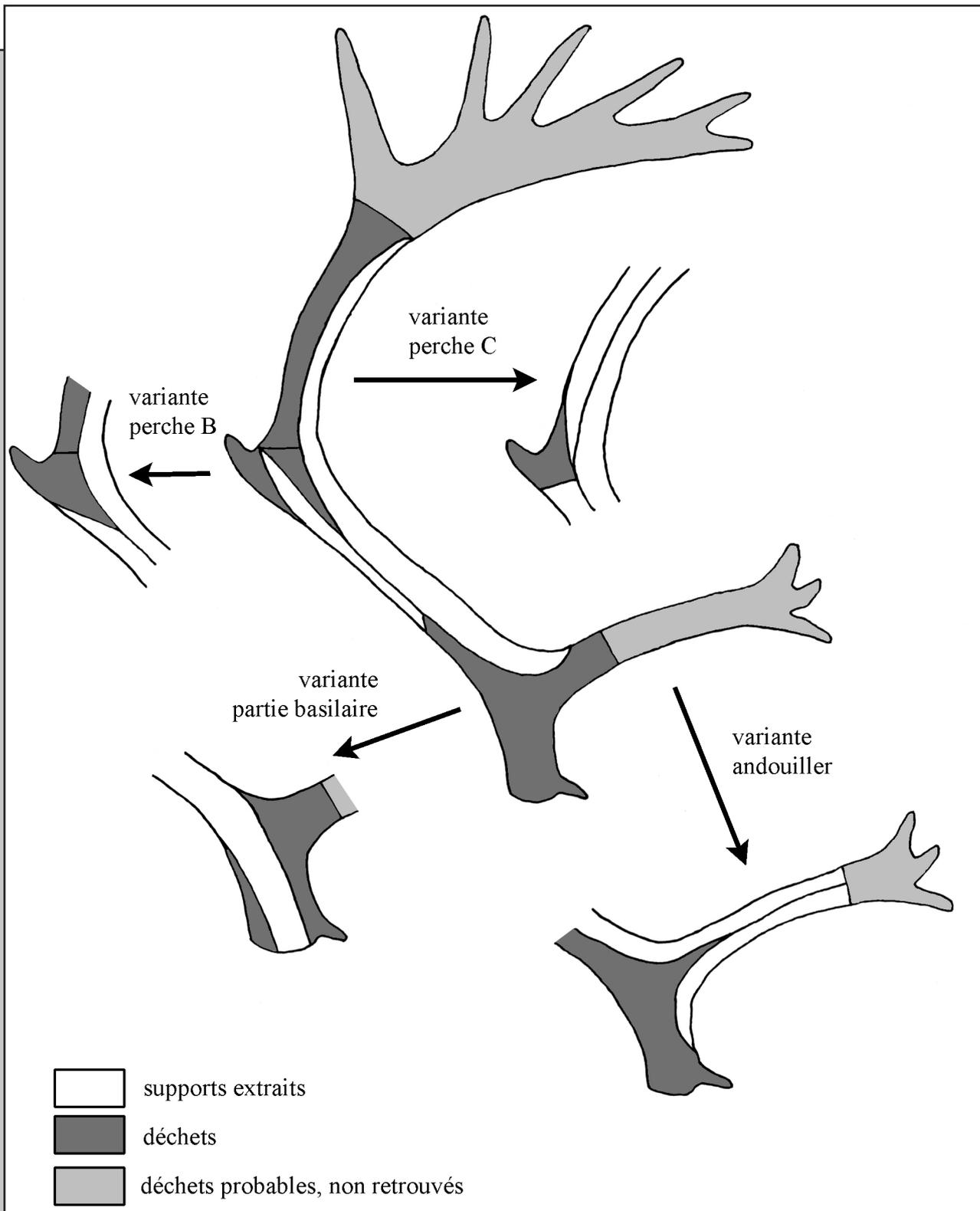


Fig. 161 : schéma dominant d'exploitation des bois de renne dans le Magdalénien supérieur d'Isturitz. Les «variantes» correspondent à des modalités attestées par un nombre de déchets plus réduit (voir texte).

jusqu'à l'embranchement avec l'andouiller de glace, ainsi que le débitage périphérique de la perche A/B par extraction de baguettes.

Au moins une variante est également attestée pour chaque partie du bois (fig. 161), même si le nombre de déchets correspondant est ici plus réduit : 9 pour la variante «andouiller de glace», 11 pour la variante «perche A», 8 pour la variante «perche B» et 1 seul pour la variante «perche C» (mais cf. ci-dessous). Presque toutes ces variantes vont dans le sens d'une augmentation de la productivité du débitage, c'est-à-dire du nombre de supports issus d'un même bloc : débitage longitudinal des fûts d'andouillers de glace ; prolongement du débitage de la perche A jusqu'à la hauteur de la meule ; et exploitation périphérique de la perche C. Seule la variante reconnue pour la perche B n'implique pas de modification de la productivité, et semblerait plutôt correspondre à une adaptation du débitage en fonction de la morphologie de chaque bois (présence ou non de la chevillure, degré de courbure de la perche...).

Notons à ce propos que le schéma désigné comme «dominant» pour le débitage de la perche B n'est pas forcément celui qui a concerné le plus grand nombre de bois : tel qu'il est présenté, il implique en effet pour chaque bois la production de 3 déchets (2 triangles et 1 déchet sur chevillure), tandis que la «variante» ne produit pour chaque bloc qu'un déchet, englobant les faces postérieure et latérales de la perche B. Malgré le déséquilibre des effectifs (20 déchets dans un cas, 8 dans l'autre), le nombre de blocs concernés semble en fait avoir été à peu près équivalent (8 dans les 2 cas).

Ce raisonnement vaut également dans le cas du débitage de la perche C. Ici, même si la «variante» n'est directement attestée que par 1 déchet, elle pourrait en fait être bien plus fréquente, plus même que le schéma «dominant». Un débitage périphérique de la perche C, accompagné d'un tronçonnage à la limite perche B/C, ne laisserait en effet aucun déchet caractéristique, expliquant le fort déséquilibre constaté entre les effectifs des déchets sur perches B et C (cf. XI.3.2.)... Cet élément doit être pris en compte dans toute estimation de la productivité globale du débitage.

XI.6.3. Approche quantitative

La synthèse des estimations effectuées dans les pages précédentes permet de tenter une évaluation de la quantité globale de supports-baguettes produites dans le Magdalénien supérieur d'Isturitz (tabl. 60). Les déchets de débitage sur partie basilaire, sur perche et sur andouiller de glace illustrent ainsi :

- l'exploitation périphérique de la perche A sur 5 bois de petit module, 16 bois de module moyen ou «moyen / gros», et 17 bois de gros module. Nous avons estimé que chaque perche A de bois de module moyen pouvait produire 4 baguettes, et plutôt 5 dans le cas des bois de gros module ; ce chiffre peut être réduit à 2 dans le cas des bois de petit module (1 sur la face antérieure, 1 sur la face postérieure). La longueur des baguettes débitées sur la

perche A des bois de module moyen ou gros, de la chevillure à l'andouiller de glace, atteint 25-30 cm (Averbouh, 2000, p. 231) ; nous avons pris en compte la valeur la plus élevée (30 cm) afin de tenir compte de l'existence de plusieurs débitages «envahissants» descendant jusqu'à la hauteur de la meule. Pour les baguettes débitées sur perche A de bois de petit module, nous avons pris comme base une longueur moyenne de 20 cm. Au total, la longueur de baguettes débitées sur la perche A de nos 38 bois s'établirait donc à un peu moins de 47 m (tabl. 60).

- l'exploitation de la face antérieure de la perche A sur 1 bois de petit module, 1 module moyen et 1 gros module, l'extraction concernant à chaque fois une baguette unique. En reprenant les chiffres utilisés ci-dessus, on aurait ici une longueur totale cumulée de 0,8 m.

- l'exploitation de la face antérieure de la perche C sur 3 bois de gros module et 1 bois de petit module. La longueur de baguettes produites est ici directement mesurable, et se monte au total à environ 1,1 m.

- l'exploitation périphérique de la perche C sur plusieurs bois de module moyen et gros. D'après les réflexions développées plus haut (XI.3.2. et XI.6.2.), on peut estimer que cette variante a dû être plus répandue que ne le laisse supposer le nombre de déchets sur perche C ; les effectifs des déchets complémentaires sur perche B permettent d'avancer le chiffre de 13 bois concernés. En tenant compte du diamètre plus réduit de la perche C par rapport à la perche A, nous avons considéré que chaque exploitation périphérique avait fourni 3 baguettes (chiffre correspondant à celui relevé sur l'unique déchet directement associé à cette variante de débitage : fig. 160, Be), de 30 cm de long, soit au total un peu moins de 12 m.

- l'exploitation longitudinale du fût de l'andouiller de glace, dont témoignent 4 bases en arceau (2 petits modules, 1 moyen, 1 gros) et 5 déchets sur fût (4 de module petit ou moyen, 1 gros). Par le jeu des incompatibilités morphométriques entre fragments, on peut évaluer à 6 le nombre minimal de baguettes produites, pour une longueur moyenne de 20 cm, soit au total 1,2 m.

Les déchets de débitage en bois de Renne de la couche F1 témoignent donc de la production de 61,5 m de longueur totale cumulée de supports-baguettes. Or, nous avons indiqué au début de cette étude (XI.1.3.) que les pièces envisagées ici ne représentaient probablement que 25 à 30 % du total des déchets originellement présents dans la couche I/F1. Par extension, *on pourrait donc restituer pour ce dernier ensemble un chiffre de l'ordre de 200 à 250 mètres de baguettes débitées, pour une moyenne de 150 bois exploités.*

Quelle valeur représente, par comparaison, le total des longueurs cumulées des objets finis sur baguettes dans la couche I/F1 ? Pour le savoir, nous avons repris l'effectif total de chaque type d'objet (tabl. 61), que nous avons multiplié par la longueur moyenne des pièces entières — dans le but de parvenir à une évaluation de la longueur totale cumulée de notre corpus d'objets «à l'état neuf»,

		NOMBRE DE BOIS	NOMBRE DE BAGUETTES PAR BOIS	LONGUEUR MOYENNE DES BAGUETTES (M)	LONGUEUR TOTALE CUMULÉE (M)
Exploitation périphérique perche A	petit module	5	2	0,2	2,0
	module moyen	16	4	0,3	19,2
	gros module	17	5	0,3	25,5
Exploit. face antérieure perche A	petit module	1	1	0,2	0,2
	module moyen	1	1	0,3	0,3
	gros module	1	1	0,3	0,3
Exploit. face antérieure perche C	petit module	1	1	0,2	0,2
	gros module	3	1	0,3	0,9
Exploit. périphérique perche C	moyen / gros module	13	3	0,3	11,7
Exploitation fût and. de glace	petit / moyen module	4	1	0,2	0,8
	gros module	2	1	0,2	0,4
					61,5

Tabl. 60 : longueurs de supports-baguettes produites d'après les déchets de débitage de la couche F1.

	EFFECTIF	LONGUEUR MOYENNE PIÈCES ENTIÈRES (M)	LONGUEUR TOTALE CUMULÉE (M)
Pointes à base fourchue	419	0,11	46,1
Pointes à biseau double «typiques»	96	0,10	9,6
Pointes à biseau double «grosses» et «fines»	26	0,13	3,4
Fragments mésiaux, distaux et mésio-distaux	121	0,11	13,3
Préhampes	43	0,12	5,2
Outils intermédiaires à biseau double	55	0,13	7,2
Fragments à biseau double indéterminés	32	0,13	4,2
Baguettes demi-rondes	52	? *	7,0
Harpons	48	? *	6,8
			102,8

Tabl. 61 : longueurs cumulées des objets sur baguettes de la couche I/F1 (* = longueur cumulée estimée à partir des fragments ; voir texte).

avant toute fracturation liée à l'utilisation ou aux facteurs taphonomiques⁶⁸.

La longueur moyenne des pièces entières a été augmentée d'1 cm dans le cas des 2 catégories de pointes de projectile les plus nombreuses (pointes à base fourchue et pointes à biseau double «typiques»), afin de tenir compte des effets du réaffûtage sur les dimensions des pointes (cf. III.1.4. et III.3.2.) ; les longueurs retenues sont donc respectivement de 11 et 10 cm. Pour les fragments mésiaux, distaux et mésio-distaux, qui ne sont pas attribuables à un type de pointe particulier, nous avons appliqué un multiplicateur de 11 cm, correspondant à la longueur moyenne du type de pointe dominant dans le corpus : les pointes à base fourchue. Le même principe a été suivi pour 32 fragments biseautés dont l'attribution typologique était restée incertaine (cf. III.5.1., p. 10 : fragments de préhampes, de «grosses» pointes ou d'outils intermédiaires ?) : nous leur avons appliqué un multiplicateur de 13 cm, correspondant à la longueur moyenne des «grosses» pointes à biseau double et des outils intermédiaires.

Enfin, dans le cas des types d'objets pour lesquels la longueur moyenne des pièces entières était indéterminable (baguettes demi-rondes), ou non significative à cause d'un effectif trop faible et d'une trop grande hétérogénéité typologique (harpons), nous avons pris le parti d'additionner les longueurs de

toutes les pièces entières ou fragmentaires, puis de multiplier le résultat par 1,5 afin de «compenser» autant que possible les effets de la fragmentation.

Le total obtenu (tabl. 61), qui reflète donc la longueur cumulée de l'ensemble des 892 objets sur baguettes de la couche I/F1 avant fracturation, est d'environ 100 mètres.

La quantité de déchets de débitage présente dans le niveau I/F1, telle que nous l'avons estimée, permet donc de rendre compte de la production de l'ensemble des objets sur baguettes de ce même niveau. Les chiffres que nous avons obtenus indiquent même un net excédent du nombre de supports débités par rapport aux objets finis retrouvés (200-250 mètres contre 100), indiquant qu'une partie conséquente de la production, peut-être plus de la moitié, a probablement été emportée hors du site pour un usage différé.

Ces résultats doivent cependant être considérés avec beaucoup de précaution, en raison des importantes marges d'erreur associées aux calculs que nous avons effectués. Nous avons ainsi évoqué à plusieurs reprises les tris successifs subis par la série des pointes de projectile de notre corpus, tris qui ont manifestement abouti à la disparition d'un

⁶⁸ Notons que cette méthode diffère de celle employée par A. Averbough (2000) : l'addition des longueurs réelles des pièces entières ou fragmentaires.

nombre non négligeable de pièces (cf. II.5. et XI.3.). Le chiffre d'une centaine de mètres avancé pour la longueur cumulée des objets sur baguettes est de ce fait très probablement en-dessous de la réalité... A ce niveau d'incertitude, il serait donc très imprudent de tirer des résultats ci-dessus des interprétations trop détaillées.

On peut malgré tout retenir de cette étude l'idée suivante, qui est la conclusion essentielle pour notre propos : *les pointes de projectile du Magdalénien supérieur d'Isturitz peuvent être considérées comme une production essentiellement locale*. Il est même possible que, dans une proportion impossible à quantifier précisément, une partie des pointes fabriquées à Isturitz ait ensuite été emportée ailleurs, en prévision d'une utilisation ultérieure.

XI.6.4. Mise en perspective

Ce diagnostic économique jette une lumière nouvelle sur le problème soulevé à l'issue du chapitre précédent : la proportion très importante, au sein de notre corpus, de pointes directement utilisables ou réparables, et pourtant abandonnées sur le sol de l'habitat.

Ainsi, dans l'optique d'une fabrication locale des armatures, les pièces entières ou quasi-entières de notre corpus correspondraient à un véritable «surplus de production», c'est-à-dire à des pointes façonnées à Isturitz, puis délaissées sans avoir été utilisées sur place ni emportées ailleurs. La présence de pointes fracturées à l'utilisation, mais abandonnées alors qu'elles étaient encore réparables, renvoie à la même idée d'excédent de la production : le «stock» de pointes de rechange aurait été suffisamment important pour que l'on puisse, très souvent, remplacer une armature endommagée par une neuve, alors même que l'ancienne était encore récupérable.

Cette gestion «dispendieuse» des armatures caractérise donc une situation où *la production excède largement les besoins* en la matière — situation qui semble par ailleurs en accord avec la relative rareté du recyclage des pièces.

Cette interprétation nous permet de revenir sur la question de l'efficacité comparée des pointes à base fourchue et des pointes à biseau double (IX.4.). Nous avons en effet émis l'idée que ce dernier type d'emmanchement pouvait offrir un avantage technique, du fait de son absence de fractures proximales ; mais cette idée ne peut être soutenue que dans un contexte où il est important de réduire le nombre de pointes produites, et donc d'allonger au maximum leur durée de vie et le nombre de leurs réutilisations possibles. Or, tel ne semble pas être le cas dans le Magdalénien supérieur d'Isturitz, bien au contraire. De ce point de vue, l'idée d'une hiérarchisation des deux types de pointes peut donc être abandonnée — le point faible de l'emmanchement fourchu (*i.e.*, les fractures survenant au niveau des fourchons) trouvant son équivalent dans les accidents de démanchement auxquels sont confrontées les pointes à biseau double.

Par ailleurs, les résultats de l'étude économique invitent à s'interroger sur les raisons d'une telle «surproduction» de pointes. Remarquons tout d'abord que celle-ci ne peut exister qu'à plusieurs conditions :

- une matière première relativement abondante ;
- des modalités de débitage permettant une productivité élevée, ce qui est effectivement le cas ici ;
- des besoins quantitativement raisonnables, ce qui semble cohérent avec la solidité des armatures en bois de Cervidé constatée expérimentalement ;
- une force de travail disponible, c'est-à-dire des individus susceptibles de consacrer un temps relativement important au travail du bois de Cervidé, sans être accaparés par d'autres tâches.

Ces facteurs peuvent se suppléer ou s'équilibrer — la productivité du débitage peut par exemple compenser, jusqu'à une certaine limite, une raréfaction de la matière première. Toutefois, si les données archéologiques et expérimentales nous livrent quelques éléments pour évaluer globalement les facteurs «productivité» et «besoins», l'abondance de la matière première et la disponibilité de la force de travail restent plus difficiles à cerner. Mais ces derniers facteurs, s'ils font partie des données du problème, constituent aussi des pistes pour tenter de le résoudre.

Ainsi, les bois de renne utilisés pour la fabrication des pointes de projectile (bois de chute de modules moyen et gros) ne sont disponibles dans l'environnement que pendant une courte période de l'année, celle où les rennes mâles, jeunes et adultes, les perdent (fin de l'automne / début de l'hiver : cf. Bouchud, 1966). Nous pouvons dès lors envisager que le rythme de production des armatures ait été calqué, non pas sur les besoins (c'est-à-dire la demande en objets finis), mais sur la quantité de matière première disponible : «tant qu'il y a des bois, on fabrique des pointes», sans se préoccuper de savoir si on en fait «trop» ou «juste assez», car on sait que la matière nécessaire ne sera pas toujours à la portée de la main... quitte à se retrouver ensuite avec un «stock» de pointes excédentaires. Rappelons à ce propos que le niveau I/F1 est un palimpseste, c'est-à-dire qu'il correspond assurément à la succession de plusieurs occupations aujourd'hui impossibles à dissocier. Cette situation, inhérente au contexte archéologique, fixe d'emblée les limites de l'interprétation : toute analyse visant à restituer les comportements paléolithiques doit être envisagée avec prudence lorsqu'elle s'applique à un ensemble de matériel accumulé au fil d'épisodes distincts, dont rien ne nous permet de dire *a priori* qu'ils furent équivalents en termes de durée et d'intensité d'occupation, de types d'activités pratiquées, etc.

Enfin, le dernier facteur — la disponibilité de la force de travail — ne peut être envisagé en-dehors d'une réflexion sur la nature du travail en question. En effet, l'exploitation des matières osseuses, en particulier le débitage d'un bois de cervidé par extraction de baguettes, est une tâche très particulière car extrêmement répétitive : comme nous avons pu le pratiquer lors de la fabrication de nos pointes expérimentales, l'extraction d'une baguette d'un bois de renne consiste à répéter des centaines de fois le même geste de rainurage, avec la même force et dans la même direction, les deux seules phases délicates se situant au début et à la fin des opérations (respectivement, l'installation du tracé de la

rainure et l'arrachement de la baguette). De ce fait, et à la différence de la taille du silex, le débitage de baguettes sur un bois de cervidé est un bon candidat au titre d'ouvrage que l'on peut faire tout en pensant à autre chose... Il n'est pas impossible que la fabrication des armatures — au moins le débitage des supports, mais peut-être aussi une partie du façonnage — ait parfois (souvent ?) été aussi un moyen de «s'occuper les mains» lors de discussions au coin du feu !

Plus fondamentalement, ces hypothèses nous rappellent qu'une situation techno-économique donnée ne s'inter-

prête pas forcément en termes exclusivement techno-économiques : expliquer les modalités d'exploitation du bois de Renne dans le Magdalénien supérieur d'Isturitz peut nous amener à évoquer des pistes qui renvoient à l'organisation collective de la production, voire à l'insertion de celle-ci dans d'autres sphères sociales au sein desquelles elle n'est qu'un élément parmi d'autres — et du reste pas forcément perçu comme le plus important. Comme on va le voir, c'est aussi, au final, à ce type de réflexion que nous conduit l'interprétation technologique des armatures de projectile.

Conclusion

XII. ESSAI D'INTERPRETATION PALETHNOGRAPHIQUE

L'étude fonctionnelle des armatures en bois de Renne de la couche I/F1 nous a livré de nombreuses informations sur le système d'armement du Magdalénien supérieur d'Isturitz : reconstitution du mode d'emmanchement des pointes, étude de leur fracturation, diagnostic de l'utilisation très probable du propulseur... Ces données ont ensuite été replacées dans leur contexte économique, incluant l'analyse de la fabrication, de l'entretien et du recyclage des armatures.

Nous souhaitons à présent revenir sur certains de ces thèmes, en considérant nos résultats dans une perspective plus spécifiquement palethnographique : dans quelle mesure nos conclusions, d'ordre technologique, peuvent-elles être mises à contribution pour tenter de reconstituer les structures sociales et les comportements culturels qui entouraient la fabrication et l'usage des armes ?

Mais avant d'envisager nos données sous cet angle, nous voudrions rappeler certains éléments concernant plus généralement la question de l'armement dans les sociétés de chasseurs-collecteurs.

XII.1. A propos de quelques «universaux»...

Le statut de l'armement chez les peuples chasseurs-collecteurs connus par l'ethnographie a fait l'objet de plusieurs études de synthèse. Celles-ci ont mis en évidence l'existence de tendances, sinon rigoureusement universelles, du moins

extrêmement répandues parmi ces groupes. Toute la question est de savoir si ces tendances peuvent, par extension, être extrapolées aux sociétés paléolithiques... A notre sens, deux points en particulier méritent une discussion détaillée.

XII.1.1. Hommes et femmes : qui est armé ?

Dans un essai paru en 1986, A. Testart examine le fonctionnement de la division sexuelle du travail au sein des sociétés de chasseurs-collecteurs. Il expose tout d'abord le caractère erroné du cliché ethnographique traditionnel, associant exclusivement les hommes à la chasse et les femmes à la cueillette : une discussion approfondie montre que les arguments «physiologiques» censés expliquer l'exclusion des femmes des activités cynégétiques — en particulier la thèse de leur «moindre mobilité», due aux grossesses et aux soins dispensés aux enfants en bas âge — sont dépourvus de fondement réel (Testart, 1986, p. 7-23). Et de fait, dans de nombreux groupes, les femmes participent activement à plusieurs types de chasse : chasse au petit gibier, chasse conduite avec des chiens, chasse collective par rabattage ou encerclement (*ibid.*).

En revanche, A. Testart montre l'existence d'une stricte division sexuelle en ce qui concerne l'usage des armes. Dans toutes les sociétés examinées — à une exception près, *cf.* ci-dessous — les femmes, si elles utilisent souvent certaines armes contondantes (massue, bâton...), sont tenues à l'écart des armes qui percent, coupent et tranchent, c'est-à-dire celles qui font couler le sang, et donc au premier chef toutes les armes de jet : flèches, sagaies, lances, harpons, etc. L'unique exception à notre connaissance, également rapportée par

A. Testart, concerne certains groupes Agta (Luçon, Philippines) où les femmes chassent à l'arc : cf. Griffin, 1997, p. 271.

Pour expliquer l'existence de ce tabou sur les armes, A. Testart s'appuie sur le fait qu'il s'exprime toujours de manière particulièrement forte pour les femmes en période de règles. Sans entrer dans le détail de l'exposé, disons que le tabou sur les armes se présente en fait comme l'un des cas d'application d'une «idéologie du sang», idéologie de séparation-exclusion qui vise à empêcher tout contact entre le sang menstruel et le sang du gibier⁶⁹ — et, par extension, entre les femmes et toutes les activités «sanglantes» ou implicitement liées au sang. Plus exactement : «ce n'est pas à strictement parler deux sangs — animal, féminin — qui doivent être séparés mais deux écoulements sanguins. [...] Ceci suggère que c'est le sang incontrôlé qui est dangereux, saignement qui est perçu en lui-même comme hors la norme, facteur de désordre. En séparant, le tabou vise donc à limiter l'extension de ce désordre, à maintenir l'ordre. Le tabou est assimilable au contrôle du sang, la transgression du tabou à l'écoulement incontrôlé du sang» (Testart, *ibid.*, p. 38).

Il n'y a bien sûr aucun argument archéologique qui nous permette d'affirmer que le tabou sur les armes avait également cours dans les sociétés du Paléolithique supérieur. Ici, le seul raisonnement que nous pouvons tenir est d'ordre «probabiliste» : la stricte séparation entre les femmes et les armes perçantes-coupantes se vérifie chez la presque totalité des peuples chasseurs-collecteurs connus par l'ethnographie (à vrai dire, la totalité moins un) ; nous pouvons donc supposer que les peuples pour lesquels nous ne disposons pas d'informations ethnographiques (parmi lesquels les groupes du Paléolithique supérieur) ont *a priori*, statistiquement, beaucoup plus de chances de figurer dans la tendance presque hégémonique que parmi les rarissimes exceptions. En toute rigueur, l'hypothèse inverse ne peut pas être totalement éliminée, mais elle nous semble beaucoup moins probable.

XII.1.2. Chasse et guerre : pourquoi s'armer ?

Dans la littérature préhistorienne, les pointes de projectile découvertes au sein des sites du Paléolithique supérieur sont généralement attribuées à des armes de chasse ; comme le remarque M. Julien (1999, p. 133), «l'arme de guerre n'est jamais envisagée» pour cette période. La question de l'existence de conflits armés au Paléolithique supérieur a toutefois récemment été rediscutée par J. Guilaine et J. Zammit (2001). Ces auteurs rappellent les principaux arguments le plus souvent mis en avant pour récuser la possibilité de tels conflits :

- argument archéologique : les témoignages directs d'actes violents entre individus (*i.e.*, les ossements humains portant des traces de blessures volontaires par arme) sont rarissimes pour toute la durée du Paléolithique supérieur ;
- argument démographique : en Europe au Paléolithique supérieur, la densité de population aurait été trop faible, les groupes humains trop peu nombreux et trop dispersés pour que des guerres puissent se produire entre communautés ;

- argument économique : selon une vision «misérabiliste» des sociétés paléolithiques, l'Homme étant à cette époque «encore en position de faiblesse face à une nature qu'il ne maîtrise que partiellement», «la coopération était inévitable pour subsister, pour survivre» (*ibid.*, p. 57). Dans une vision inverse, plus «idyllique», l'abondance des ressources naturelles aurait au contraire rendu «la vie paléolithique relativement facile» (*ibid.*, p. 53) et ainsi supprimé toute source de compétition entre les groupes. Dans les deux cas, donc, pas de guerre à l'horizon.

Suivant en cela l'opinion de J. Guilaine et J. Zammit, nous ne considérons aucun de ces arguments comme particulièrement convaincant. Il est certes exact que les témoignages directs d'actes guerriers paléolithiques sont très rares — voire presque inexistantes si l'on écarte les documents mésolithiques et que l'on s'en tient au Paléolithique supérieur *stricto sensu*, jusqu'au Magdalénien inclus (*ibid.*, p. 82-122 ; voir aussi Roper, 1969 ; Cordier, 1990). Cette situation doit cependant être appréciée en regard de la rareté globale des vestiges humains pour cette période. De plus, des événements guerriers peuvent très bien n'occasionner que peu de victimes et ne laisser aucune trace archéologique (Leclerc et Tarrête, 1997) : très fréquemment chez les chasseurs-collecteurs, une «guerre» est constituée d'une succession d'engagements sporadiques, n'impliquant à chaque fois qu'un petit nombre de combattants, et qui parfois s'interrompent au premier mort, voire au premier sang. Ce qui importe ici n'est pas la durée ou l'ampleur du conflit, ni son caractère plus ou moins meurtrier, mais bien l'existence au sein d'une société de l'*institution guerrière* — c'est-à-dire l'organisation et la mise en œuvre collectives de la violence armée contre une autre communauté. Cette objection permet d'expliquer la très faible «visibilité archéologique» d'éventuelles guerres paléolithiques, et répond également à l'argument démographique évoqué ci-dessus.

Reste l'argument économique, ou plutôt les deux arguments économiques symétriques. On peut d'emblée relever leur caractère extrêmement simpliste ; mais plus fondamentalement, P. Clastres (1980) a montré comment la guerre dans les sociétés de chasseurs-collecteurs ne s'articule justement pas avec l'économique mais avec le *politique*. En effet — sans reprendre là non plus l'ensemble de la démonstration — rappelons que pour P. Clastres, dans les sociétés sans Etat, la guerre est le moyen par lequel chaque communauté affirme et maintient sa différence par rapport aux autres, se préservant elle-même comme corps social homogène et indépendant. L'autre intérêt de l'essai de P. Clastres est d'ailleurs de rappeler la quasi universalité de cette violence guerrière :

«Dans un ouvrage déjà ancien, M.R. Davie (1931), réfléchissant sur les causes et les fonctions de la guerre dans les sociétés primitives, entreprenait un échantillonnage systématique de ce qu'enseignait à ce sujet l'ethnographie de l'époque. Or il résulte de sa méticuleuse prospection qu'à de rarissimes exceptions (les Eskimo du Centre et de l'Est) aucune société primitive n'échappe à la violence, aucune d'entre elles [...] n'ignore ni ne refuse le déploiement guerrier d'une violence qui engage l'être même de chaque communauté impliquée dans le conflit armé» (Clastres, 1980, p. 174).

⁶⁹ Notons d'ailleurs que les chasseuses Agta se recrutent le plus souvent parmi les femmes trop âgées pour avoir des enfants : Griffin, *ibid.*

On se retrouve donc dans la même situation que pour le point précédent : aucun argument archéologique ne permet de prouver ni d'invalider l'existence de guerres au Paléolithique supérieur, mais les données ethnographiques nous montrent l'extension extrêmement large du phénomène guerrier, qui concerne presque tous les peuples observés ; ici encore, cette situation très tranchée nous laisse penser que les sociétés paléolithiques ont une probabilité plus forte de s'inscrire dans la tendance générale. Il n'est donc pas exclu que certaines des armatures étudiées dans ce mémoire aient pu équiper aussi des projectiles employés pour la guerre...

En résumé, *l'utilisation exclusive des armes de jet par les hommes, tout comme l'existence de conflits armés entre groupes humains, paraissent plausibles pour les sociétés du Paléolithique supérieur compte tenu des tendances presque universelles observées par ailleurs chez les peuples chasseurs-collecteurs ethnographiquement documentés.*

Certes, il s'agit bien là d'hypothèses paléolithiques concernant l'usage des armes, raison pour laquelle nous avons voulu les rappeler ici ; mais comme nous l'indiquons plus haut, elles ne sont bien sûr absolument pas spécifiques à notre corpus d'étude, le Magdalénien supérieur d'Isturitz. Ces hypothèses reposent de plus sur des discussions qui ne peuvent que très difficilement être nourries par des arguments archéologiques : elles auraient donc pu être formulées en dehors de toute étude du matériel, et nous en avons du reste déjà évoqué certains aspects en ouverture de ce mémoire.

Dans les paragraphes qui suivent, nous allons chercher s'il est possible d'aller au-delà de ces quelques généralités, et d'explorer d'autres domaines du comportement des occupants d'Isturitz au Magdalénien supérieur, en nous appuyant plus étroitement sur les résultats obtenus dans les chapitres précédents.

XII.2. De l'armement aux méthodes de chasse ?

Les résultats des tirs expérimentaux suggèrent que la grande majorité des armatures de la couche I/F1 a été équipée des sagaies lancées au propulseur ; ce type d'arme évoque une chasse en milieu ouvert (Cattelain, 1994), idée qui s'accorde elle-même très bien avec les deux espèces les mieux représentées parmi les vestiges fauniques — le Renne et le Cheval, tous deux animaux grégaires évoluant le plus souvent dans des espaces découverts. Peut-on, sur la base de ces quelques informations, aller plus loin et proposer des hypothèses plus précises concernant les méthodes de chasse utilisées ?

Selon J.G. Rozoy, «les techniques de chasse compatibles avec le propulseur sont l'approche et l'affût, mais aussi (et surtout) le rabattage [...]. Les groupes élémentaires doivent être nombreux pour la pratique du rabattage : 40 à 50 personnes au moins». Inversement, «l'arc [...] permet de tirer de plus loin, l'approche devient plus aisée, ce qui augmente beaucoup la sécurité, l'efficacité et le rendement de la chasse [...]. Le rabattage n'étant plus aussi nécessaire, on pourra chasser à deux

ou trois, la vie devient possible en petits groupes» (Rozoy, 1992b, p. 176-177). Il y aurait donc un lien entre la chasse au propulseur et les méthodes de chasse collectives ; l'auteur ne précise cependant pas de quelle(s) source(s) sont tirées ces informations (données ethnographiques ?).

Dans une étude plus détaillée, S.E. Churchill (1993) examine les liens entre le type d'arme utilisé, la taille des proies et la méthode de chasse (chasse terrestre uniquement), chez 96 groupes de chasseurs-collecteurs actuels et subactuels. Alors que l'arc est utilisé pour chasser des gibiers de tous types, selon des méthodes extrêmement variées, le propulseur apparaît comme exclusivement lié aux chasses d'affût et d'approche, visant des animaux de taille moyenne (le poids moyen donné pour les proies est de 40 kg environ : *ibid.*, tabl. 1.5.). Il faut cependant signaler que l'auteur a inclus certaines chasses par rabattage parmi les chasses d'affût («drives were considered ambushing if the intent was to force animals past concealed hunters» : *ibid.*, p. 16), et que la chasse au leurre a été considérée comme une forme de chasse d'approche («luring of animals was also included in this category» : *ibid.*, p. 16). Par ailleurs, les résultats obtenus semblent étroitement liés à l'échantillon étudié : «all the terrestrial hunting data for this weapon system comes from Australia. The small size of all terrestrial game on the Australian continent makes it impossible to evaluate the relationship between atlatl darts and prey size»⁷⁰ (*ibid.*, p. 18). De fait, plus que «la chasse au propulseur», c'est «la chasse dans certaines régions d'Australie» qui paraît décrite ici... En conclusion d'une étude d'ethnographie comparée portant sur un échantillon plus large, P. Cattelain écrit en effet :

«Le propulseur s'utilise presque exclusivement en milieu ouvert. Les stratégies de chasse comprennent l'affût, individuel ou en petit groupe, la traque individuelle, avec approche du gibier à l'abri d'un écran, et la chasse à la battue, quatre à cinq chasseurs attendant le gibier, alors qu'une quinzaine d'hommes, de femmes et d'enfants servent de rabatteurs. [...] Les stratégies de chasse sont, [...] dans leur grande variété, très semblables pour les deux types d'arme [arc et propulseur]. En fait, il ne semble pas que la stratégie choisie dépende de l'arme utilisée, mais bien de l'environnement, du gibier recherché, et du but de la chasse. [...] Ainsi, l'opposition «chasse collective au propulseur / chasse individuelle à l'arc», si souvent mentionnée dans la littérature, ne semble pas avoir de bases réelles. De même, l'opposition «chasse collective aux grands troupeaux d'herbivores / chasse individuelle aux animaux moins grégaires» est loin de toujours se vérifier. [...] Signalons [ainsi] que les Inuits du Déroit de Béring n'hésitent pas à chasser les grands troupeaux de rennes à l'arc, et à deux..., chacun des deux chasseurs servant à tour de rôle de rabatteur pour l'autre» (Cattelain, 1994, p. 12 et 20 ; voir aussi Cattelain, 1997, 2000).

Il serait donc très hasardeux de prétendre interpréter les données du Magdalénien supérieur d'Isturitz en termes de méthodes de chasse. Dans la série que nous avons étudiée, rappelons par ailleurs que, si l'usage du propulseur semble très probable au vu des résultats expérimentaux, l'emploi de l'arc ne peut cependant pas être exclu pour une partie des armatures, qui ne présentent pas de fractures diagnostiques de l'utilisation comme pointes de sagaie (notamment les pointes à biseau

⁷⁰ «Pour ce type d'arme, toutes les données concernant la chasse terrestre proviennent d'Australie. La petite taille de tous les gibiers terrestres sur ce continent nous empêche d'évaluer la relation entre l'utilisation du propulseur et la taille des proies.»

double «typiques» : cf. IX.4.). Soulignons enfin que l'interprétation des comportements cynégétiques est ici limitée par la qualité des informations archéozoologiques (absence de profils de mortalité...), due à l'ancienneté des fouilles et à l'état des collections (cf. I.5.4.).

XII.3. De l'armement aux structures sociales ?

Si l'étude des méthodes de chasse semble hors de notre portée, les données économiques concernant la production et l'entretien des armatures offrent en revanche quelques éléments de réflexion.

Nous avons vu que, au Magdalénien supérieur, la grotte d'Isturitz avait été le théâtre d'importantes activités de réparation des projectiles — en particulier le démanchement des armatures endommagées (cf. X.2.), et leur remplacement par des armatures neuves, produites sur place en grande quantité (cf. chap. XI). Or, les modules des bois de renne utilisés pour la fabrication des pointes, ainsi que les méthodes de débitage employées, permettent une productivité élevée : une rapide estimation indique que l'exploitation d'un seul bloc de matière première fournit une vingtaine de pointes de dimensions moyennes⁷¹. Une telle quantité de pièces dépasse assurément les besoins immédiats d'un chasseur unique : il est douteux que, à l'issue d'une ou même de plusieurs expéditions de chasse, un individu se retrouve avec vingt armatures endommagées à remplacer — compte tenu de ce qui a été dit plus haut de la solidité des pointes en bois de Renne, qui peuvent supporter de très nombreux impacts sans subir de dommages (cf. IX.4.).

Dans ces conditions, on peut supposer que la production en série d'armatures en bois de Renne ne correspondait pas seulement à une réparation «au coup par coup» (fabriquer une nouvelle pointe chaque fois qu'on a besoin d'en remplacer une endommagée), mais s'insérait également dans une logique *prévisionnelle* (fabriquer des pointes en vue d'une utilisation future) et vraisemblablement dans une logique *collective* (fabriquer une série de pointes pouvant être partagée entre plusieurs personnes). A l'appui de cette dernière hypothèse, soulignons le fait que la très grande majorité des pointes de notre corpus présentent une forte homogénéité morphométrique, en particulier en ce qui concerne leur calibre et les dimensions de leurs bases (cf. chap. III) ; les décors et aménagements de surface y sont par ailleurs très rares... ce qui laisse, au total, bien peu de place à une possible variabilité individuelle ou à une «personnalisation» des armatures. L'existence d'un «surplus de production», c'est-à-dire d'une série de pointes abandonnées après fabrication, apparemment sans avoir été utilisées (cf. XI.6.4.), est également cohérente avec cette hypothèse. Cette situation semble en effet indiquer un certain décalage quantitatif entre la fabrication et les besoins, caractérisant une production «dépersonnalisée» — c'est-à-dire pas nécessairement liée à la nécessité immédiate de réparer tel projectile précis.

En d'autres termes, on peut dire que le cycle économique d'un projectile paléolithique comporte quatre étapes distinctes :

- la fabrication du projectile ;
- son utilisation ;
- la fabrication des pièces nécessaires à son entretien (par exemple, une pointe de rechange) ;
- la réparation proprement dite (par exemple, le démanchement d'une pointe endommagée et le réemmanchement d'une armature neuve).

Or, rien ne nous permet d'affirmer *a priori* que ces quatre étapes étaient toujours le fait d'un seul et même individu. *Plusieurs indices semblent au contraire indiquer que l'entretien des projectiles était une activité au moins en partie collective, intégrée dans les structures sociales du groupe, et contribuant ainsi à maintenir la cohésion de ce dernier en réunissant plusieurs individus autour d'une préoccupation commune.*

Il nous semble utile de garder cette conclusion à l'esprit lors de toute discussion portant sur l'«investissement technique» que représentent la fabrication et la réparation de l'armement (temps de travail nécessaire, nombre et complexité des pièces mises en jeu, etc). En effet, à notre sens, ces problèmes ne se posent pas forcément à l'échelle d'un individu singulier, confronté à la nécessité d'entretenir son équipement personnel, mais bien à l'échelle du *groupe entier* (sans qu'il soit pour autant nécessaire d'imaginer, à ce niveau, une spécialisation des tâches). Cette question est d'autant plus importante que, comme on le verra ci-dessous, le thème de l'investissement technique et de sa «gestion optimale» est au cœur de nombreux modèles explicatifs de l'évolution de l'armement paléolithique.

A l'issue de cette approche paléthnographique de l'armement de la couche I/F1 d'Isturitz, le bilan est donc maigre. Les hypothèses sur la division sexuelle de l'usage des armes, et l'existence possible de conflits armés, relèvent des généralités concernant les peuples chasseurs-collecteurs. La discussion sur les méthodes de chasse du Magdalénien supérieur d'Isturitz n'a permis de dégager aucune interprétation privilégiée. Tout au plus avons-nous pu souligner le caractère «socialisé» des activités d'entretien des projectiles, idée qui reste d'ordre très général et, avouons-le, pas particulièrement inattendue... Reste cependant à aborder une dernière problématique, évoquée dans l'introduction de ce mémoire : l'explication de l'apparition et du développement de ce type particulier d'objet qu'est la pointe à base fourchue, et de son statut au sein des armatures en bois de Renne de la couche I/F1.

XII.4. L'optimisation des systèmes d'armement : un taylorisme paléolithique ?

Comme nous l'avions indiqué, les pointes à base fourchue présentent une répartition géographique et chronologique très étroite (fin du Magdalénien moyen et début du Magdalénien supérieur dans la zone pyrénéo-cantabrique), unique à notre connaissance parmi les types

⁷¹ Selon les chiffres donnés dans le chapitre XI, un bois de gros module fournit 5 baguettes sur perche A et 3 baguettes sur perche C, chacune permettant le façonnage de 2 à 3 pointes de longueur moyenne (10-11 cm) ; soit un total de 16 à 24 pointes.

de pointes en matières osseuses du Paléolithique supérieur. L'une des raisons ayant motivé le choix de notre corpus d'étude était de comprendre les causes de cette situation inhabituelle. Une première approche typo-fonctionnelle nous a permis de constater que, des deux types de pointes présents au sein du Magdalénien supérieur d'Isturitz (pointes à biseau double et à base fourchue), les armatures fourchues étaient nettement dominantes — quantitativement, mais aussi à travers leur association exclusive avec les préhampes (III.6. et V.4.). Se posait alors la question de savoir pourquoi, dans ce contexte archéologique particulier, cette forme d'emmanchement avait ainsi été privilégiée. Notre objectif étant de répondre à ces interrogations par le biais d'une étude technologique.

Toutefois, ce type de questionnement — rechercher les raisons du développement et de l'évolution d'un ou plusieurs types d'armatures — n'a rien de nouveau en archéologie paléolithique. Il a même déjà donné lieu à la construction de plusieurs modèles explicatifs ; ceux-ci sont généralement appliqués à un cas archéologique spécifique, mais présentent une portée théorique plus globale. Il importe donc de les discuter ici.

Ces modèles sont dominés par un paradigme : celui de l'*optimisation technique des systèmes d'armement*. Rappelons rapidement quelques exemples :

- L.G. Straus (1990) souligne la grande diversité typologique et la variabilité géographique des pointes lithiques du Solutrén franco-cantabrique. Certaines régions sont ainsi marquées par des types spécifiques (pointes de Montaut, pointes de Parpalló...) ; au sein d'une même zone, les armatures sont également variées (ainsi sur la côte cantabrique coexistent les pointes à cran, les pointes à base concave et les pointes rhomboïdales «à base légèrement pédonculée»). Une évolution chronologique est par ailleurs sensible, avec le développement progressif des pointes en bois de Cervidé associées à des lamelles à dos en silex, qui prennent de l'importance vers la fin de la période. Le Solutrén est donc une période où les armatures font l'objet d'un très fort investissement technologique, tant dans la diversité des types fabriqués que dans la complexité des techniques de retouche employées pour les pointes foliacées. Or, l'auteur rappelle que cette «first arms race» (*sic*) se déroule dans le contexte climatique du dernier maximum glaciaire (21 000 - 17 000 BP), marqué par un climat particulièrement rigoureux et une restriction des terrains

GRAVETTIEN (22-25 000 BP)	<i>Mammoth-rib points</i> [f] (pointes en côte de Mammouth)
PERIGORDIEN (25-30 000 BP)	<i>Single beveled points</i> [d] (pointes à biseau simple) <i>Lateral beveled points</i> [e] (pointes à biseau latéral)
AURIGNACIEN (30-35 000 BP)	<i>Simple based points</i> (pointes à base simple) : <i>losange shaped</i> [b] (losangiques) <i>spindle shaped</i> [c] (doubles pointes)
AURIGNACIEN ANCIEN (35-39 000 BP)	<i>Split based points</i> [a] (pointes à base fendue)

Tabl. 62 : chronologie générale et morphologie des pointes de projectile du Paléolithique supérieur ancien, d'après H. Knecht (1991b, tabl. 1) ; voir illustrations.

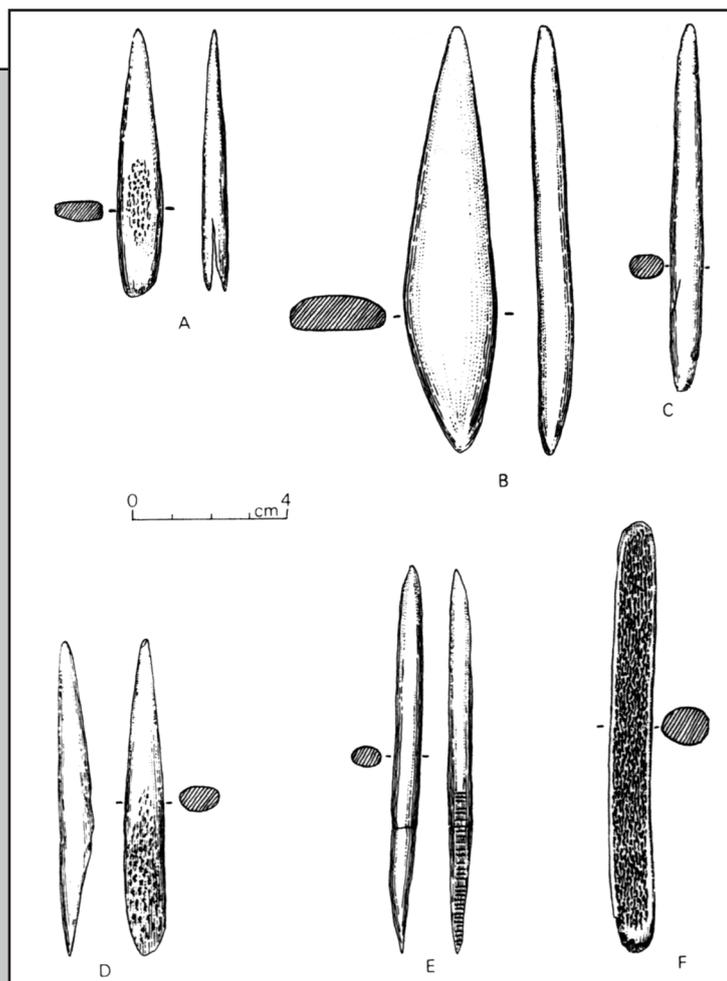


Fig. 162 : pointes de projectile en os et bois de Cervidé du Paléolithique supérieur ancien (d'après Knecht, 1991b, fig. 1). A : Abri Castanet, pointe à base fendue (Musée National de Préhistoire). B : La Ferrassie, pointe losangique (MAN). C : La Ferrassie, double pointe (MAN). D : Laugerie-Haute, pointe à biseau simple (Institut du Quaternaire). E : Laugerie-Haute, pointe à biseau latéral (Musée National de Préhistoire). F : Brillenhöhle, pointe en côte de Mammouth (Württembergisches Landesmuseum).

de chasse exploitables. L'investissement accru dans les armatures résulterait donc d'une volonté de disposer d'un armement plus efficace en réponse à un stress environnemental accru et à une plus forte compétition entre groupes humains :

«The foliate and shouldered points were probably parts of a weapons technology developed in the face of worsening climatic conditions. The technological development was a means of survival in regions rich in game, but harsh in climate and relatively densely settled as a result of the southward contraction of the human range. This was a world of possibilities for hunters [...], but it was a more physically circumscribed, environmentally unforgiving

world than of the Early Upper Paleolithic. The new weapons may have helped cushion the unfavorable effects of the harsh environment [...] and make long-term survival more probable...»⁷² (Straus, 1990, p. 442)

Notons que l'auteur n'explique pas précisément en quoi ces «nouvelles armes» sont plus performantes que les autres du point de vue fonctionnel... Toute étude expérimentale fait d'ailleurs défaut.

- Selon H. Knecht (1991b), la succession des différents types de pointes en matières osseuses du Paléolithique supérieur ancien (tabl. 62, fig. 162) et la variation des techniques d'emmanchement correspondent à une amélioration progressive de l'efficacité des armes. Les pointes gravettiennes semblent en effet posséder une meilleure capacité de pénétration que celles de l'Aurignacien :

«Experimentation illustrates that when the bulging flat forms of split based points and losange-shaped points are attached to spear shafts, the contours of the completed weapon inevitably expand just distal to the haft. [...] the streamlined spears constructed from spindle-shaped points, single-beveled points, lateral-beveled points, and mammoth rib points will penetrate deeper into the animal than those tipped with split based points or losange-shaped points.»⁷³ (Knecht, 1991b, p. 134)

De même, les pointes gravettiennes offrent de plus grandes possibilités de réparation. Elles peuvent en effet être réaffûtées sans modifier leur forme générale, alors que la réparation d'une pointe à base fendue — et dans une moindre mesure celle d'une pointe losangique — nécessite une réfection d'une ampleur plus importante (*ibid.*, p. 135). Même si elles opèrent ici sans lien direct avec les contraintes environnementales, les modifications des armatures vont donc toujours dans le sens d'une rationalisation et d'une «rentabilisation» des armes, visant à augmenter leur efficacité meurtrière, à diminuer leur temps de fabrication et à allonger leur durée de vie.

- Une évolution similaire est suggérée par A. Fischer (1985) pour les pointes de flèche lithiques du Paléolithique final, Mésolithique et Néolithique du sud de la Scandinavie (fig. 163). Selon lui en effet, la principale cause de variation des armatures au cours du temps est la recherche de la «pointe idéale» :

«The observations of modern bow-hunters [...] led me to expect the ideal flint tip meant for bow-hunting to have the following characteristics : (i) optimum penetrative qualities ; (ii) the capacity to produce the sharpest cut possible — that which would result in the heaviest bleeding ; and (iii) being as symmetrical along its longitudinal axis as possible, to ensure maximum directional stability of the arrow.»⁷⁴ (Fischer, 1985, p. 37)

L'évolution des pointes paléolithiques serait ainsi une succession d'ajustements morphologiques visant à trouver le meilleur équilibre possible entre ces trois exigences. Ceci expliquerait la grande longévité de certains types de pointes telles que les armatures à tranchant transversal et à bords droits (types S, T, U sur la fig. 163), produites pendant plus de 2 000 ans, ou les pointes à retouche bifaciale par pression (types Z et Æ) qui perdurent jusqu'à l'Age du Bronze récent :

ces types représenteraient des pointes «optimales» d'un point de vue fonctionnel.

D'autres références du même type pourraient être citées — ainsi le modèle d'«optimisation des armes de chasse» proposé par P. Bleed (1986), qui s'appuie sur des notions issues de l'ingénierie moderne (*maintainability* et *reliability*), et fut utilisé par H. Knecht pour l'étude des pointes à biseau simple gravettiennes (Pike-Tay et Knecht, 1993).

Ces modèles sont toutefois critiquables sur de nombreux points. On peut ainsi poser la question de l'adéquation exacte des données archéologiques avec les schémas linéaires proposés (notamment la stricte succession des différents types d'armatures). On peut également s'interroger sur la réalité de l'«avantage» technologique conféré par certaines des évolutions évoquées... De ce point de vue, l'étude fonctionnelle, lorsqu'elle n'est pas totalement absente (L.G. Straus), nous semble étonnamment coupée du contexte archéologique des armatures (ainsi, dans le cas des expérimentations d'H. Knecht, les pointes aurignaciennes et gravettiennes ont apparemment été testées «toutes conditions de tir égales par ailleurs» — mêmes cibles, mêmes hampes, même système de propulsion — mais peut-on affirmer qu'il en était de même au Paléolithique ?).

Ces critiques méthodologiques renvoient selon nous à un problème théorique plus profond. En effet, d'après ces modèles explicatifs, l'évolution typo-technologique des pointes de projectile répond à une logique d'optimisation technique, qui conduit les Paléolithiques à *extrémiser* progressivement leur système d'armement — c'est-à-dire à *minimiser* son coût de production et d'entretien, et surtout à *maximiser* ses performances (pour l'emploi du terme «extrémisation», voir Castoriadis, 1999). Or les travaux de M. Sahlins (1976) sur «l'économie des sociétés primitives» ont contribué à montrer que ce type d'approche représentait une importation abusive, au sein des sociétés de chasseurs-collecteurs, de catégories de pensée empruntées aux sociétés occidentales modernes : «progrès», «rationalisation», «rentabilisation», «développement», etc. De fait, lorsqu'elle est appliquée aux unités de production industrielles modernes, la démarche

⁷² «Les pointes à cran et les pointes foliacées faisaient probablement partie d'une technologie d'armement développée face à des conditions climatiques qui se dégradent. Le développement technologique était un moyen pour survivre dans ces régions riches en gibier, mais au climat rigoureux, et assez densément peuplées à la suite de la restriction des zones habitables par les Hommes. Pour des chasseurs, c'était un monde plein d'opportunités... mais physiquement plus restreint et au climat moins clément que celui du Paléolithique supérieur ancien. Les nouvelles armes ont pu aider à estomper les effets défavorables du climat rigoureux... et à rendre plus probable la survie à long terme...»

⁷³ «L'expérimentation montre que lorsque les pointes losangiques et les pointes à base fendue, à la silhouette aplatie et évasée, sont fixées à l'extrémité de fûts de sagaies, le projectile complet présente toujours un élargissement à la limite distale de la hampe... les sagaies effilées équipées de doubles pointes, pointes à biseau simple, pointes à biseau latéral et pointes en côte de Mammouth pénètrent plus profondément à l'intérieur de l'animal que celles armées de pointes losangiques ou de pointes à base fendue.»

⁷⁴ «L'observation des archers modernes... m'a conduit à penser que la pointe en silex idéale pour la chasse à l'arc devait présenter les caractères suivants : (i) un pouvoir de pénétration optimal ; (ii) la capacité de produire les lacérations les plus profondes possibles, de manière à provoquer une hémorragie maximale ; et (iii) la meilleure symétrie longitudinale possible, pour assurer à la flèche une parfaite stabilité de vol.»

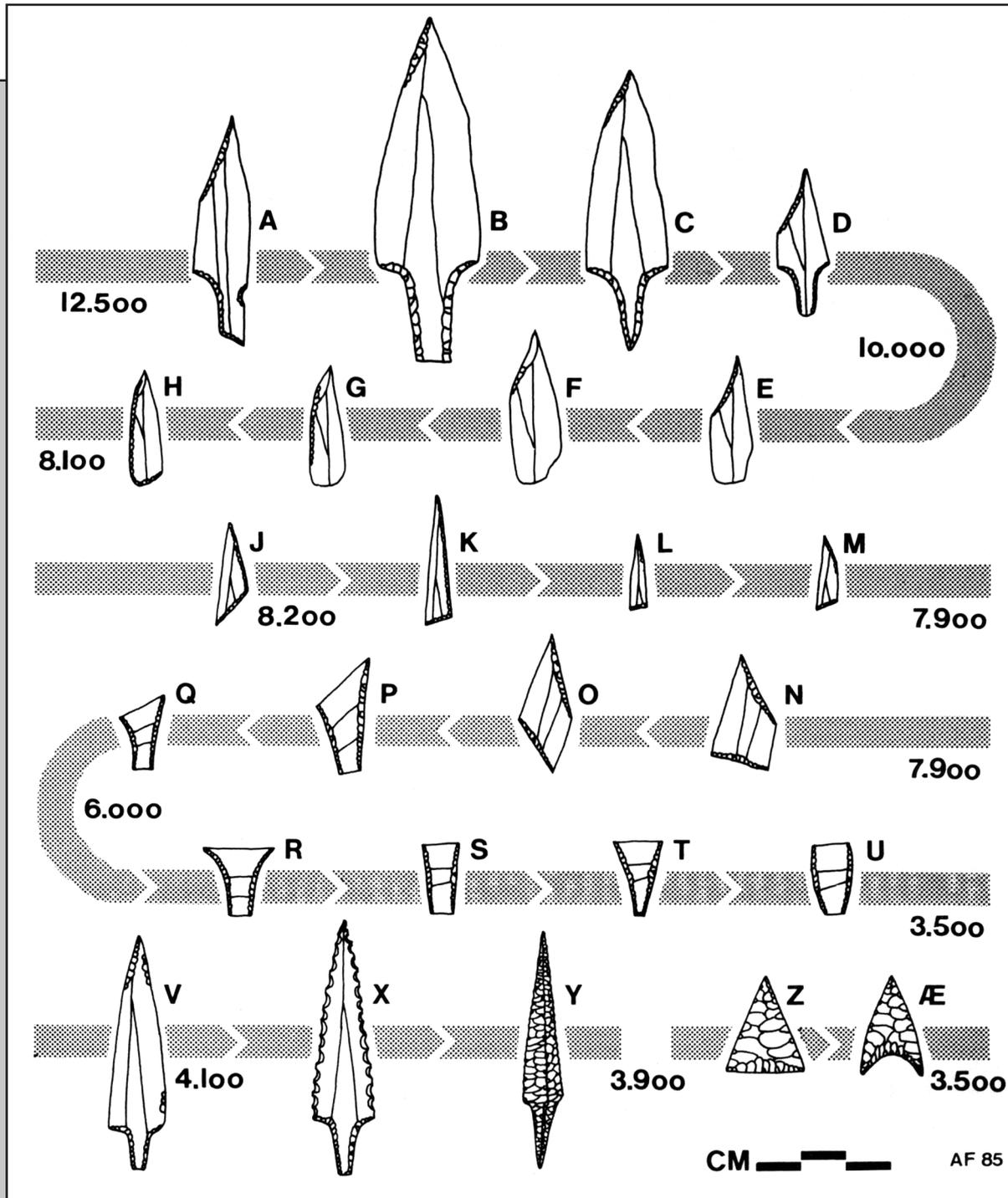


Fig. 163 : évolution des pointes en silex du Paléolithique récent, Mésolithique et Néolithique du sud de la Scandinavie. Les types sont regroupés en cinq séquences de développement ; les dates radiocarbone sont en années BP (d'après Fischer, 1985, fig. 10).

d'«optimisation technique» n'est finalement rien d'autre que le taylorisme...

Les études sus-citées présentent donc des partis pris méthodologiques, mais aussi des prémisses théoriques qu'il nous est difficile d'accepter d'emblée. En particulier, nous ne concevons pas pourquoi tout système technique devrait *a priori* tendre vers un fonctionnement «optimal» ou une efficacité «maximale» : fondamentalement, ce qui est demandé à un tel système, c'est seulement de fonctionner «suffisamment quant au besoin (qu'on en a) et à l'usage (qu'on en fait)⁷⁵». Ainsi, le simple fait que certains types d'armatures paléolithiques ont été fabriquées à des centaines d'exemplaires pendant plusieurs générations nous paraît indiquer que ces objets remplissaient convenablement leur fonction, la plupart du temps et dans leurs conditions normales d'utilisation. Il est sans doute vain de chercher systématiquement à retrouver, dans le corpus archéologique, les traces d'un évolutionnisme technologique qui a de lourdes implications en termes d'interprétation paléo-anthropologique.

Ces réflexions nous ont été en partie inspirées par les résultats de notre propre étude expérimentale. Celle-ci a, certes, fourni des résultats essentiels concernant le fonctionnement du système d'armement du Magdalénien supérieur d'Isturitz. Mais elle n'a pas livré d'éléments décisifs pour répondre aux questions initiales, rappelées au début de ce paragraphe : quelles sont les causes de la répartition géographique et chronologique particulière des pointes à base fourchue, et de leur statut privilégié, dans la couche I/F1, par rapport aux pointes à biseau double ? Expérimentalement, les deux types de pointe se sont en effet révélés comparables, tant en termes

de temps de façonnage — pour autant que nous puissions en juger à notre niveau de pratique, et dans les conditions de fabrication des pointes expérimentales — que d'efficacité lors de l'utilisation.

Les fractures proximales spécifiques des bases fourchues paraissent constituer un argument défavorable à l'utilisation de ce type d'emmanchement, puisqu'elles impliquaient une fréquence plus élevée des dommages réducteurs, et donc une diminution des possibilités de réparation des pièces (IX.4.). Mais cet «inconvenient» n'en est pas réellement un, dans la mesure où la fabrication de ces armatures se place dans un contexte économique où la production locale était manifestement plus que suffisante par rapport aux besoins, permettant même une gestion «dispendieuse» du stock de pointes (rareté des recyclages, abandon de pointes encore réparables, voire de pointes entières inutilisées : cf. X.6. et XI.6.4.) ; et que ces fractures trouvent leur pendant dans les problèmes de démanchement des pointes à biseau double.

Devant l'insuffisance des explications technologiques, l'idée d'une hypothèse d'ordre culturel vient spontanément à l'esprit. Cela nous conduit dès lors à reconsidérer le problème de l'armement dans le cadre plus général de l'évolution diachronique du Magdalénien, à Isturitz... et ailleurs.

⁷⁵ L'expression «suffisamment quant au besoin et à l'usage» a été introduite en psychanalyse par C. Castoriadis pour décrire les mécanismes de socialisation de la psyché (Castoriadis, 1975, p. 420 sqq. ; Castoriadis et Donnet, 1999). Elle nous semble cependant posséder une valeur opératoire plus large ; dans sa préface à M. Sahlins, P. Clastres emploie des expressions voisines pour décrire «l'économie primitive» (Clastres, 1976, p. 13-15).

XIII. LA BASE FOURCHUE : HYPOTHESE CULTURELLE POUR UN PHENOMENE TECHNIQUE

Nous nous proposons, dans cet ultime chapitre, de «sortir» du Magdalénien supérieur d'Isturitz — examinant dans un premier temps son articulation avec la phase magdalénienne précédente dans le même gisement (couche II/E, Magdalénien moyen), puis élargissant notre perspective aux données chronoculturelles issues de l'ensemble des autres sites ayant livré des pointes à base fourchue. Comme nous allons essayer de le montrer, cette démarche est à notre sens indispensable pour pouvoir esquisser une première série d'hypothèses concernant le statut occupé par ces armatures au sein de la culture qui les a produites.

XIII.1. Retour sur la distinction entre Magdalénien moyen et supérieur à Isturitz

XIII.1.1. De la couche II/E à la couche I/F1 : permanences et évolutions

Comme nous l'avons remarqué précédemment (I.4.2.), de nombreuses catégories de vestiges sont présentes du début à la fin de l'occupation magdalénienne d'Isturitz, se retrouvant sans grands changements dans la couche II/E (Magdalénien moyen) et dans la couche I/F1 (Magdalénien supérieur). C'est le cas de la panoplie d'outils en silex, des galets utilisés, des outils en os (lissoirs, poinçons, aiguilles à chas, os à impressions et éraillures), d'une partie de l'industrie en bois de Cervidé (bâtons percés, outils intermédiaires à biseau unifacial), de la pa-

ture en coquillage et en dent d'Ongulé (Renne, Cheval, Cerf)⁷⁶. On peut ajouter que les principales formes de déchets de débitage en bois de Renne figurent dans les deux couches sous des formes apparemment similaires (notamment les bases en arceau, cf. XI.3.1.), indiquant semble-t-il une permanence dans les grandes modalités d'exploitation des bois. Du point de vue cynégétique, les gibiers dominants sont les mêmes, puisqu'on retrouve dans les deux cas la prédominance du Renne (rang 1) et du Cheval (rang 2)⁷⁷. Enfin, si l'usage du propulseur est directement attesté au Magdalénien moyen par la présence de parties distales en bois de Cervidé, l'expérimentation nous a permis de l'identifier également au Magdalénien supérieur à travers l'étude des fractures des bases fourchues.

Certains de ces éléments ne sont cependant pas spécifiquement magdaléniens, et renvoient plus largement à un fonds commun partagé par de nombreux groupes du Paléolithique supérieur — ainsi des gibiers chassés, ou de la plupart des outils en os. Mais en dehors de cette restriction, il est évident que les similitudes relevées ici dénotent une même «ambiance» culturelle, situant les deux ensembles archéologiques à l'intérieur de la culture magdalénienne.

⁷⁶ Pour tous ces types d'objets, voir les informations et les références bibliographiques indiquées dans les paragraphes I.5.5. à I.5.7.

⁷⁷ Pour la faune de la couche I/F1, voir I.5.4. ; pour la couche E (collection Passemard), voir Beaufort et Jullien, 1973 ; pour la couche II (collection Saint-Périer), on trouvera quelques indications in Saint-Périer, 1936, p. 13-16.

Toutefois, nous avons souligné que la comparaison entre le matériel des deux couches montrait aussi l'existence de différences non négligeables⁷⁸. Ainsi, la couche I/F1 voit l'apparition de plusieurs types d'armatures nouvelles : armatures barbelées, pointes à base fourchue et préhampes, toutes absentes du niveau II/E. L'emmanchement à biseau double, dont la présence au Magdalénien moyen était très discrète (quelques pièces, dont un type particulier de baguette demi-ronde), connaît au Magdalénien supérieur un important développement quantitatif ; il se retrouve de plus sur un type de pointe qui n'a pas d'équivalent morphométrique dans la couche sous-jacente. C'est également dans la couche I/F1 qu'apparaissent les outils intermédiaires de première intention à biseau double distal.

Inversement, le passage au Magdalénien supérieur signe la disparition de nombreuses catégories de vestiges présentes dans la couche II/E :

- dans le domaine de l'armement, les deux formes d'emmanchement très largement dominantes sur les pointes de projectile du Magdalénien moyen — double pointe et biseau simple — disparaissent totalement de la couche I/F1, ainsi que les parties distales de propulseur en bois de Cervidé ;
- certains éléments de parure sont également l'apanage de la couche II/E : contours découpés, rondelles percées, dents de carnivores percées (Ours, Loup, Renard) ;
- au-delà de la parure, ce sont toutes les manifestations d'art mobilier, particulièrement abondantes et caractéristiques de la couche II/E, qui se restreignent dans la couche I/F1 : disparition des rondes-bosses en grès (Mons, 1986) ; grande raréfaction et appauvrissement de la décoration des objets en matières osseuses (certains motifs célèbres, présents en particulier sur les baguettes demi-rondes, se trouvent ainsi exclusivement dans la couche II/E : décors de tubercules, de parenthèses, de volutes... cf. Feruglio, 1992) — à tel point qu'E. Passermard a pu parler pour la couche F1 de «la mort de l'art» (1924a, p. 163).
- enfin, la présence de vestiges humains — 119 restes provenant très majoritairement du squelette céphalique, cf. Gambier, 1990-91 — est également une particularité du Magdalénien moyen.

Ce rapide inventaire dessine les contours d'une évolution qui, loin d'être anodine, touche à des éléments forts, intimement liés à l'identité du groupe (parure, art, gestes funéraires...). A Isturitz, le passage du Magdalénien moyen au Magdalénien supérieur prend dès lors les traits d'une véritable transition culturelle. Cette interprétation suscite immédiatement plusieurs questions :

- le contexte chrono-stratigraphique de la Grande Salle d'Isturitz est-il réellement assez fiable pour nous permettre d'appuyer ce type d'hypothèse sur une assise solide ? A ce propos, il ne faut pas oublier que l'image des deux ensembles magdaléniens telle que nous venons de la présenter repose en partie sur une série de réattributions stratigraphiques effectuées au début de cette étude (I.4.2. et II.2.)...

- la situation décrite à Isturitz est-elle généralisable — en d'autres termes, les caractères des couches II/E et I/F1 se retrouvent-ils dans d'autres sites présentant des occupations attribuées au Magdalénien moyen et supérieur ?

- comment peut-on interpréter une telle transition culturelle, et surtout, quel rôle peut-on y accorder à l'évolution typo-technologique des armatures en matières osseuses ?

C'est à la discussion de ces trois points que sont consacrés les paragraphes ci-dessous.

XIII.1.2. Reconstruction théorique ou réalité archéologique ?

La stratigraphie du Magdalénien de la Grande Salle d'Isturitz présente d'indéniables difficultés, dues à la complexité des dépôts et à l'ancienneté de la fouille ; elles se manifestent concrètement par plusieurs raccords inter-couches (I.4.2.). Confronté à ce problème, nous avons fait le choix de réattribuer certaines pièces étiquetées comme «Magdalénien moyen» au Magdalénien supérieur et vice versa, ces modifications allant dans le sens d'un renforcement de la cohérence interne des deux ensembles archéologiques (*ibid.*). Il serait donc naïf de «redécouvrir» au chapitre XIII une distinction culturelle que nous avons nous-même contribué à construire dans les chapitres I et II.

Rappelons toutefois que, dans les catégories de vestiges concernées (baguettes demi-rondes ornées, rondelles et matrices de rondelles, harpons, vestiges humains, armatures de projectile), les pièces dont nous avons modifié l'attribution stratigraphique ne représentent que 5 à 15 % de l'effectif total des deux couches. D'autres types de pièces (parties distales de propulseurs, contours découpés, rondes-bosses) n'ont fait l'objet d'aucune réaffectation, étant dès le départ entièrement rassemblées dans la couche II/E. Nos réattributions ne font donc que souligner et rendre plus évidentes certaines évolutions, sans modifier fondamentalement la composition de chacun des deux ensembles. A quelques nuances près, la distinction entre Magdalénien moyen et supérieur resterait statistiquement valide même en s'appuyant exclusivement sur les indications stratigraphiques fournies par les fouilleurs.

On pourrait cependant objecter que certains des contrastes observés — en particulier la discrétion ou l'absence, dans le Magdalénien supérieur, de certains vestiges nombreux dans le Magdalénien moyen — ne font que traduire des différences globales d'effectifs dans le matériel livré par les deux couches. Il est vrai que la couche II/E semble avoir été en moyenne deux fois plus épaisse que la couche I/F1⁷⁹, et correspond à un épisode d'occupation plus long et/ou plus intense. Une rapide vérification bibliographique, complétée par quelques inventaires sur pièces au MAN, montre que, pour les catégories d'objets faisant partie du «fonds commun» magdalénien — industrie en matières lithiques, outils en os, déchets de débitage en bois de Renne... — l'effectif livré par

⁷⁸ Pour tout ce qui suit, voir discussion in I.4.2. et II.2.

⁷⁹ R. de Saint-Périer écrit certes que «la moyenne de l'épaisseur respective des deux couches [était] à peu près la même» (1936, p. 30), mais cette indication est contredite par les chiffres qu'il donne auparavant (ici tabl. 2 du chap. I), ainsi que par les coupes publiées par E. Passermard (1913, fig. 1 ; 1944, fig. 2).

la couche II/E représente en général 1,2 à 2,6 fois celui de la couche I/F1. Toutefois, cette proportion n'est justement pas respectée pour les vestiges que nous avons considérés comme caractéristiques de l'une des deux phases, et pour lesquels 85 à 100 % de l'effectif est systématiquement concentré dans une seule couche. Le cas des dents percées constitue un bon exemple : ces parures étant beaucoup plus nombreuses dans la couche II/E que dans la couche I/F1 (une centaine de pièces contre 26), on pourrait penser que l'absence de certaines espèces — en l'occurrence les Carnivores — dans la série du Magdalénien supérieur résulte de ce déséquilibre. Or, d'après les indications d'E. Passermard (1944, pl. XXI et XXII, vérifié sur pièces) et de R. de Saint-Périer (1936, p. 67, pièces pour la plupart disparues), les canines de carnivores percées représentent environ un quart des dents aménagées de la couche II/E. A proportion égale, la couche I/F1 aurait donc «dû» en livrer 6 ou 7... Leur absence totale nous semble indiquer une différence qualitative dans la composition spécifique des deux séries de dents⁸⁰.

Le dernier argument pour remettre en cause la distinction Magdalénien moyen / Magdalénien supérieur à Isturitz serait d'en faire un artefact de fouille. En effet, comme tout préhistorien, E. Passermard et R. de Saint-Périer fouillaient en ayant dans leur bagage intellectuel un certain nombre d'*a priori* sur ce que «doit» être une industrie magdalénienne. On peut se demander dans quelle mesure ces conceptions ne leur ont pas servi de guide pour l'attribution de certaines pièces à telle ou telle couche, influençant leur lecture de la stratigraphie et aboutissant à des raisonnements tautologiques. Certains commentaires de R. de Saint-Périer laissent craindre que des phénomènes de ce type aient pu jouer un certain rôle : concernant la distinction des couches I et II, il écrit ainsi que «la différence très nette de leur aspect physique permettait de les distinguer immédiatement *et se trouvait aussitôt confirmée par les caractères de leur industrie respective, en particulier de leur industrie osseuse*» (Saint-Périer, 1936, p. 8 ; souligné par nous).

Cependant, la lecture attentive des publications des deux fouilleurs les montre plutôt attachés à comprendre la séquence stratigraphique du gisement «pour elle-même», sans chercher à la rabattre systématiquement sur un modèle préexistant. Les points communs, mais aussi les différences avec les autres sites de référence magdaléniens sont ainsi signalés à de nombreuses reprises, en particulier chez R. de Saint-Périer qui avait pourtant clairement présent à l'esprit le schéma d'H. Breuil (division du Magdalénien en six stades). Par ailleurs, parmi les types de pièces concentrés de façon préférentielle dans l'une des deux couches, certaines avaient effectivement très vite été reconnues par les fouilleurs comme caractéristiques d'un niveau (ainsi des pointes à base fourchue) ; mais cette répartition stratigraphique contrastée s'applique également à des vestiges dont la valeur comme marqueur chronologique n'a manifestement pas été perçue à la fouille, ou en tout cas jamais signalée dans les publications — c'est le cas par exemple des vestiges humains. Il ne saurait donc y avoir à ce niveau de «parti pris» dans les attributions stratigraphiques.

La distinction entre les deux phases magdaléniennes, telle que nous l'avons effectuée, semble donc bien valable à Isturitz ;

mais peut-on lui accorder une portée plus générale ?

XIII.1.3. Rappel sur le contexte régional pyrénéen

Il n'entre évidemment pas dans les objectifs de cet ouvrage de rediscuter globalement la question de la chronologie interne du Magdalénien dans la zone pyrénéenne ; une synthèse sur ce sujet, menée à l'échelle microrégionale (bassin de l'Adour), a par ailleurs récemment été présentée par C. Chauchat (1999). Nous nous contenterons donc ici de pointer sommairement quelques éléments, pour la plupart bien connus, qui nous paraissent pertinents pour notre propos.

Rappelons tout d'abord que, si l'unité et l'homogénéité du Magdalénien pyrénéen ont plusieurs fois été soulignées (Clottes, 1989, *inter alii*), cette caractéristique doit s'entendre au sens géographique — existence de traits culturels communs, «probablement fruit d'un système complexe de contacts et d'échanges d'un bout à l'autre de la chaîne» (*ibid.*, p. 325) — mais n'implique pas l'absence de subdivisions chronologiques, ou d'étapes successives et distinctes (*ibid.*).

De fait, une bonne partie des critères de différenciation évoqués ci-dessus pour les séries d'Isturitz fait partie des traits classiques d'identification des phases moyenne et supérieure du Magdalénien pyrénéen — pour la première, présence de contours découpés (Bellier, 1984 ; Buisson *et al.*, 1996), de rondelles percées (Bellier *et al.*, 1991), de parties distales de propulseurs (Cattelain, 1988), de décors particuliers sur les baguettes demi-rondes et les pointes de projectile ; pour la seconde, présence d'armatures barbelées, développement des pointes à biseau double qui supplantent l'emmanchement à biseau simple (Clottes, 1989, p. 284). Les séries magdaléniennes d'Isturitz ont elles-mêmes constitué une référence essentielle pour la définition de plusieurs de ces marqueurs chronologiques, mais la valeur de ceux-ci a ensuite été confirmée sur de nombreux sites.

La généralisation de certains autres traits distinctifs du Magdalénien moyen d'Isturitz pose cependant plus de problèmes. Ainsi, les vestiges humains du Magdalénien pyrénéen inventoriés par D. Gambier (1996), bien qu'ils soient constitués d'une proportion importante de pièces d'origine stratigraphique imprécise (Magdalénien *sensu lato*), comprennent plusieurs éléments dont le contexte magdalénien supérieur paraît bien assuré ; la restriction de ce type de vestige à la phase antérieure n'a donc pas de valeur régionale. Il en est de même pour les dents de carnivores percées, qui sont connues au Magdalénien supérieur, par exemple à La Vache (Renard, Loup, Ours : *cf.* Alix, 2003). Mentionnons cependant la situation complexe de l'une des séries de dents de carnivores percées magdaléniennes les plus connues : les 55 canines d'ours et de lion de l'abri Duruthy (Sorède-l'Abbaye, Landes). Elles sont habituellement présentées en association avec une sépulture datée du Magdalénien supérieur. Mais

⁸⁰ Remarquons que d'autres différences sont également sensibles dans la composition des deux ensembles de dents percées. Les 26 pièces de la couche I/F1 comprennent ainsi environ 35 % de crâches de Cerf (9 exemplaires), tandis que ces dents sont extrêmement discrètes dans la couche II/E : moins de 10 % sur une centaine de dents percées. Une comparaison plus détaillée des dents aménagées des deux niveaux se trouve in Pétillon, 2004b.

l'ancienneté des fouilles (Lartet et Chaplain-Duparc, 1874), laisse planer quelques doutes sur la réalité de l'association entre la parure et les ossements (Gambier, 1996), ainsi que sur l'attribution chronologique de l'ensemble — l'étude des motifs qui décorent certaines canines suggérant plutôt un rapprochement avec... le Magdalénien moyen d'Isturitz (*cf.* discussion *in* Chauvière, 2001).

Malgré ces quelques réserves, la séquence magdalénienne d'Isturitz s'intègre donc incontestablement dans le contexte de l'évolution chronologique du Magdalénien pyrénéen — qu'elle a d'ailleurs contribué à définir en partie...

XIII.1.4. Interrogation sur le sens d'une évolution

Les différences entre les industries des deux couches ayant été établies, reste toutefois à les interpréter : de quelles modifications dans les comportements des groupes humains témoigne la transition Magdalénien moyen / Magdalénien supérieur à Isturitz ?

Toute tentative pour répondre à cette question se heurte à la grande complexité archéologique de la couche II/E. En effet, certains éléments laissent penser que celle-ci présentait plusieurs subdivisions internes, marquées par des différences dans la composition des ensembles archéologiques, et correspondant peut-être à la succession de différents faciès du Magdalénien moyen. Ainsi, R. de Saint-Périer indique que les baguettes demi-rondes à décor de tubercules ou de spirales ne se trouvaient pas sur toute l'épaisseur de la couche, mais seulement à une hauteur bien délimitée : «elles appartiennent à un niveau précis et restreint du Magdalénien ancien [*sic*] : à Isturitz, elles n'apparaissent pas avant le milieu de notre couche et n'atteignent pas le sommet» (1936, p. 60).

E. Passemard va plus loin en expliquant que la couche E est «successivement magdalénienne ancienne, inférieure, moyenne» (1924a, p. 4). La subdivision en trois stades est en grande partie fondée sur la succession des types de vestiges d'art mobilier : «c'est dans E qu'apparaissent les œuvres d'art de la période glyptique. Nombreuses et belles, nous voyons se succéder les sculptures, les gravures à contours découpés, les gravures simples» (*ibid.*, p. 20). De même, faisant le récit d'une excursion à Isturitz sous la houlette d'E. Passemard, R. Croste rapporte l'existence dans la couche E de «trois [...] étages de Magdalénien moyen, inférieur et ancien étiquetés e, e', e'' ; niveaux à gravures, à pointes de sagaies à double biseau, à gravures à contours découpés et à pointes en bec de flûte» (Croste, 1918, p. 130). Ces sous-niveaux ne figurent malheureusement pas sur le marquage du matériel de la collection Passemard. Du reste, ce schéma stratigraphique fondé sur l'art mobilier, calqué sur la chronologie «glyptique» d'E. Piette (Piette, 1907 ; *cf.* aussi Delporte, 1987, p. 155-156), sera plus tard fortement nuancé par E. Passemard lui-même :

«je n'ai jamais prétendu qu'il n'y avait pas de gravures dans les niveaux inférieurs qui sont plus particulièrement riches en sculptures en ronde-bosse et en bas-reliefs. Il est bien évident également que l'apparition des gravures à contours découpés n'a pas amené automatiquement la disparition des sculptures et des bas-reliefs ; je ne crois pas, du reste, que ces subtilités [...] aient une importance bien considérable, mais il est certain que c'est à la fin de

cette période magdalénienne que nous ne rencontrons plus de sculptures...» (Passemard, 1944, p. 48).

Cette révision est explicitement motivée par les critiques de R. de Saint-Périer, pour qui ces différents types de vestiges coexistent sur toute la hauteur de la couche (1936, p. 77).

Si la répartition stratigraphique des œuvres d'art mobilier est sujette à des appréciations divergentes, une indication matérielle de la complexité de la couche II/E nous est fournie par l'examen des vestiges de la couche SI/E ω (Magdalénien moyen de la Salle de Saint-Martin). Ce niveau est généralement considéré comme l'extension de la couche II/E dans la salle voisine, et globalement associé à la même période d'occupation : le Magdalénien moyen (tabl. 6). Le matériel fourni par les deux couches est, de fait, extrêmement similaire ; similitude renforcée par un raccord effectué entre les deux fragments d'un grand contour découpé, découverts chacun dans une des salles (Passemard et Breuil, 1928). Il est cependant frappant de constater dans la couche SI/E ω l'absence totale de pointes à biseau simple (sous-type Lus-sac-Angles ou autres), qui sont pourtant particulièrement fréquentes dans le Magdalénien moyen de la Grande Salle : la couche II/E en a livré plus de 150 exemplaires (*cf.* tabl. 13)⁸¹. Ce contraste avait d'ailleurs été relevé par J.A. Mujika (1991, p. 602). A moins d'imaginer pour ces pièces une répartition spatiale très contrastée au sein d'un même horizon d'occupation (ce serait alors l'unique type de vestige du Magdalénien moyen à présenter une telle distribution), on peut donc supposer que le matériel de la couche II/E se rapporte à au moins deux phases distinctes du Magdalénien moyen, dont l'une — celle qui a fourni les pointes à biseau simple — n'est représentée que dans la Grande Salle, tandis que l'autre s'étend jusqu'à la Salle de Saint-Martin.

En toute rigueur, discuter de la transition Magdalénien moyen / Magdalénien supérieur à Isturitz aurait donc nécessité d'isoler tout d'abord au sein de la couche II/E les vestiges correspondant à la phase la plus récente du Magdalénien moyen, celle qui précède immédiatement la formation de la couche I/F1. Or cette opération est impossible à effectuer sur la base des informations fournies par les fouilleurs. Dans ces conditions, il serait illusoire d'espérer une lecture «fine» du phénomène de transition ; toutefois, plus modestement, il reste possible de cerner quelques traits originaux du Magdalénien supérieur, et de souligner certaines grandes tendances évolutives.

On peut ainsi revenir plus longuement sur une idée déjà évoquée ci-dessus (XIII.1.1.) : par rapport à la couche sous-jacente, le Magdalénien supérieur est globalement marqué par la disparition ou la raréfaction de nombreux vestiges présentant indéniablement une forte charge symbolique — objets à la décoration très fouillée (baguettes demi-rondes...), parures, œuvres d'art mobilier. Par ailleurs, reprenant là encore une remarque formulée précédemment (I.5.7.),

⁸¹ R. de Saint-Périer mentionne bien la présence de bases en biseau simple dans la couche SI (Saint-Périer, 1930, p. 53 et 55), mais sur les pièces concernées, le «biseau simple» semble en fait constitué d'un pan de fracture oblique (fig. 35, n° 1) ou de l'extrémité aplatie de certaines baguettes demi-rondes (fig. 37, n° 3).

soulignons que le Magdalénien supérieur témoigne d'un «recentrage» du répertoire animalier sur trois espèces — Renne, Cheval, Cerf — qui sont à la fois les trois gibiers les mieux représentés en NR, pratiquement les seules espèces utilisées dans l'industrie en matières osseuses, les seules à être présentes dans la parure et les seules représentées de façon certaine dans l'art mobilier. Par comparaison avec le Magdalénien moyen, on note donc l'éviction de plusieurs figures telles que les Carnivores, présents dans la parure et l'art mobilier de la couche II/E ; les Bovinés, très souvent représentés dans l'art mobilier ; et les anthropomorphes, également figurés sur plusieurs supports.

Avec le Magdalénien supérieur, on assisterait donc à une réorganisation, une redistribution de la charge symbolique dont certains types d'objets et certaines espèces animales étaient porteurs — tout cela sur un fonds technique et culturel (industrie lithique, méthodes de débitage du bois de Renne...) qui, lui, reste globalement inchangé.

L'hypothèse que nous souhaitons proposer ici est que c'est dans ce cadre, plutôt que dans une stricte perspective technologique, qu'il faut envisager la préférence marquée accordée aux pointes à base fourchue dans le Magdalénien supérieur d'Isturitz. Les types d'armatures — barbelées, à base fourchue, à biseau double — sont en effet pratiquement les seules «innovations» du Magdalénien supérieur par rapport à la période précédente ; à ce titre, il ne nous paraît pas aberrant d'imaginer qu'elles aient pu, et les pointes à base fourchue en particulier, se retrouver investies d'une certaine valeur symbolique. Ainsi, le système des préhampes pourrait être vu aussi comme résultant d'une volonté de «mettre en exergue» les techniques de fixation utilisées pour les armatures, en multipliant les combinaisons d'emmanchement possibles. Événement technique, l'apparition de la base fourchue serait alors à interpréter comme le signe d'une évolution culturelle, marquant ce que nous nommons archéologiquement «le passage au Magdalénien supérieur».

Mais si cette hypothèse peut être suggérée pour le Magdalénien d'Isturitz, qu'en est-il ailleurs ? Est-elle compatible avec les données disponibles sur les autres sites ayant livré des pointes à base fourchue ?

XIII.2. La base fourchue, un type de transition

XIII.2.1. Répartition géographique des pointes à base fourchue

Un inventaire bibliographique, présenté en détail dans l'Annexe 4, a permis de recenser 54 sites paléolithiques mentionnés comme ayant livré une ou plusieurs pointes à base fourchue ; le nombre total de pointes recensées se monte à 810. De cette première liste, et après vérification des pièces (au MAN ou sur illustrations), nous avons ensuite écarté 27 sites pour l'une des raisons suivantes :

- les pièces mentionnées comme pointes à base fourchue n'en étaient en fait pas, correspondant plutôt à des fragments de navettes, de préhampes ou de pointes à base fendue ;

- les pièces concernées étaient certes des pointes à base fourchue, mais particulièrement atypiques et morphométriquement éloignées des pointes étudiées à Isturitz ;
- les pièces n'étaient ni figurées, ni décrites avec précision, et étaient parfois perdues ; leur identification typologique précise restait donc sujette à caution.

Nous renvoyons à l'Annexe 4 pour toute précision supplémentaire, concernant en particulier les références bibliographiques. Il peut paraître très draconien d'éliminer ainsi plus de la moitié des sites recensés, mais il faut souligner que ces 27 gisements n'avaient livré en général qu'1 ou 2 pièces : ils ne regroupent à eux tous que 42 pointes, soit environ 5,2 % du corpus total.

Au final, on a donc une série de 27 sites ayant livré 768 pointes à base fourchue «typiques», c'est-à-dire morphométriquement proches de celles d'Isturitz. Ces gisements, tous en grotte ou en abri sous roche, se situent pour la plupart sur un axe Est-Ouest le long du versant Nord de la chaîne pyrénéo-cantabrique (fig. 164 et tabl. 63). Leur répartition n'est pas continue, mais organisée en plusieurs zones distinctes et d'importance inégale. D'Ouest en Est, on trouve ainsi :

- 6 sites dans les Asturies : La Paloma, Las Caldas, La Viña, Tito Bustillo, Cueto de la Mina et Llonín, pour un total de 32 pointes ;
- 2 sites dans le Pays Basque espagnol : Lumentxa et Ermitia, avec 1 pointe chacun ;
- 14 sites sur le versant Nord des Pyrénées centrales et occidentales : Isturitz, Arancou, Brassempouy, Espalungue et Saint-Michel à Arudy, Les Espélugues, Aurensan, Bois du Cantet, Lortet, Gourdan, Marsoulas, Le Tuc d'Audoubert, Le Mas d'Azil et La Vache. Le total des pointes à base fourchue fournies par ces sites se monte à 721 pièces ;
- 1 site en Catalogne : La Bora Gran, qui a livré 2 pointes à base fourchue ;
- 3 sites en Dordogne : Laugerie-Basse, La Madeleine et Raymonden, avec 10 pointes au total.
- 1 site dans l'Indre : La Garenne, où 1 pointe à base fourchue a été découverte.

La zone pyrénéenne domine donc très largement toutes les autres, avec environ la moitié des sites et 94 % des pointes — dont 83 % pour les seuls sites d'Isturitz (436 pièces), Gourdan (129 pièces) et Lortet (73 pièces). Signalons cependant que l'effectif de la zone asturienne est sous-estimé, car pour plusieurs sites de cette région, nous n'avons pas trouvé de chiffres précis concernant l'industrie osseuse (ainsi, dans la couche IV de La Viña, les pointes à base fourchue sont apparemment nombreuses, mais seules 3 sont figurées : Fortea, 1990, p. 62). Cette bonne représentation des pointes à base fourchue dans les Asturies contraste avec leur discrétion en Dordogne et en Catalogne, mais aussi, de manière plus surprenante, avec leur présence anecdotique au Pays Basque espagnol et leur absence dans les Cantabres — pourtant zones intermédiaires avec les Pyrénées françaises, et riches en sites magdaléniens.

Quoi qu'il en soit, la disproportion des effectifs est telle que, sans être téméraire, on peut avancer que la zone pyrénéenne constitue bien le foyer d'invention des pointes à base four-

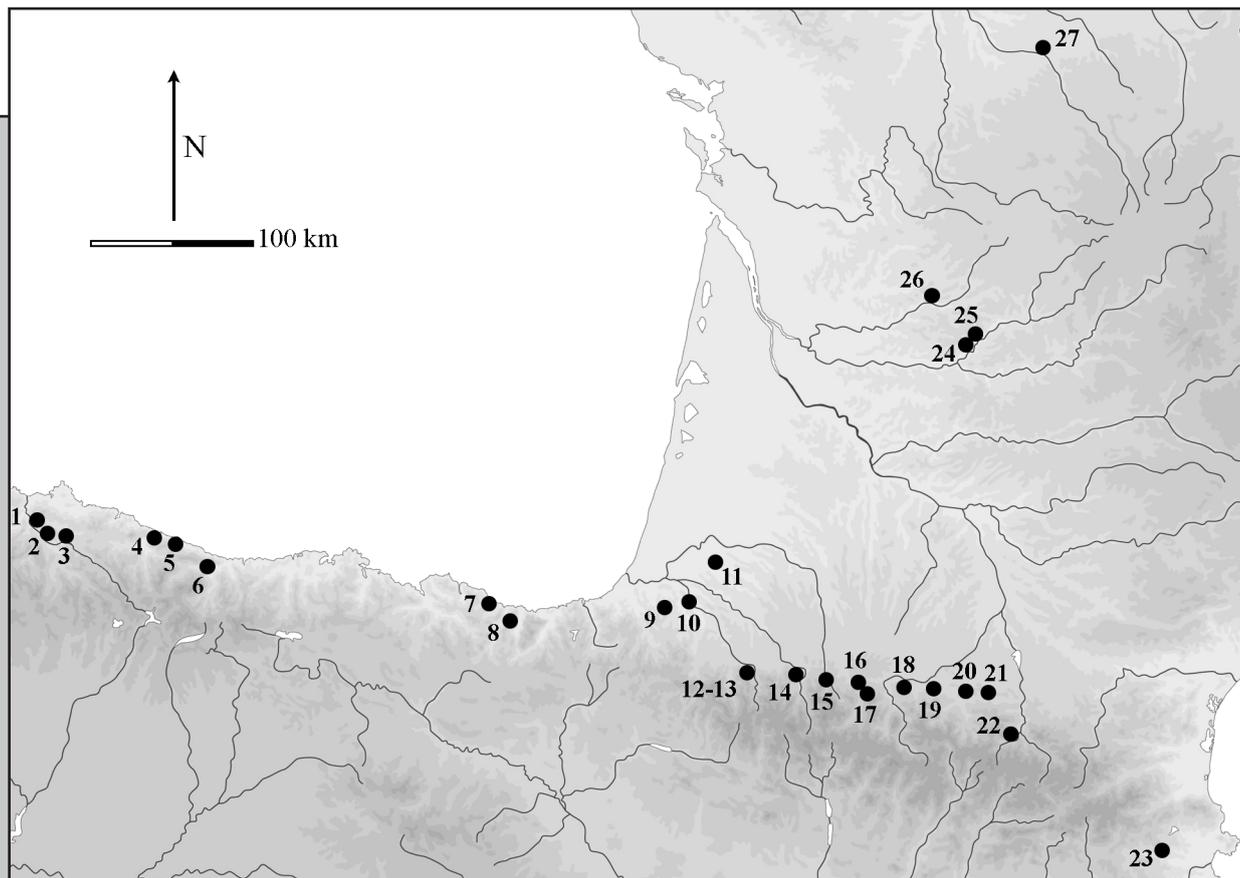


Fig. 164 : sites ayant livré une ou plusieurs pointes à base fourchue «typiques».

Asturies

1. La Paloma
2. Las Caldas
3. La Viña
4. Tito Bustillo
5. Cueto de la Mina
6. Llonín

Pays basque

7. Lumentxa
8. Ermitia

Pyrénées

9. Isturitz
10. Arancou
11. Brassempouy
- 12-13. Espalungue et Saint-Michel
14. Les Espélugues
15. Aurenas
16. Bois du Cantet
17. Lortet
18. Gourdan
19. Marsoulas
20. Le Tuc d'Audoubert
21. Le Mas d'Azil
22. La Vache

Catalogne

23. La Bora Gran

Dordogne

24. Laugerie-Basse
25. La Madeleine
26. Raymonden

Indre

27. La Garenne

chue, qui se seraient ensuite diffusées dans les zones adjacentes — par échanges, imitation, circulation des personnes, etc. Cette idée est par ailleurs cohérente avec l'analyse économique du débitage du bois de Renne dans la couche I/F1 d'Isturitz, qui indique une fabrication locale des armatures (XI.6.3.). Une telle hypothèse de diffusion postule toutefois que tous les sites ayant livré des pointes à base fourchue sont contemporains, ou que les sites de la zone pyrénéenne sont plus anciens que les autres... ce qui nous amène à la question de l'attribution chronoculturelle de ces gisements.

XIII.2.2. Répartition chronologique des pointes à base fourchue

Pour les auteurs qui se réfèrent aux subdivisions chronologiques du Magdalénien établies par H. Breuil, l'apparition des pointes à base fourchue est généralement datée du Magdalénien V : «ce type de sagaie est attesté dans toute la zone d'influence du Magdalénien V» (Bosinski, 1990, p. 219) ;

«dans les Pyrénées françaises, elle semble apparaître à une période contemporaine du Magdalénien V» (Omnès, 1980, p. 47). A. Leroi-Gourhan attribue de même les pointes à base fourchue au Magdalénien V et VI (Leroi-Gourhan, 1965, p. 439). La classification d'H. Breuil a depuis été remise en cause, en particulier pour les Pyrénées (Clottes, 1989) ; mais les pointes à base fourchue restent associées aux niveaux du Magdalénien supérieur, prenant parfois la valeur d'un véritable fossile directeur : «[à Espalungue] la présence du Magdalénien supérieur est attestée par la présence des sagaies à base fourchue» (Bertrand, 1999, p. 14).

H. Breuil lui-même précise cependant que les premières pointes à base fourchue apparaissent dès le Magdalénien IV (Breuil, 1954) ; de même, Y. Taborin et S. Thiébaud (1997) indiquent que ces pointes sont «habituelles aux Magdaléniens moyen et supérieur». En Espagne cantabrique, les pointes à base fourchue ont même été caractérisées par

SITE	LOCALISATION	FOUILLES	SECTEUR	N PBF	NIVEAU	MAGD.
La Paloma	Asturies	Hernández Pacheco 1914-15	-	1	4	sup.
		H. Pacheco 1914-15, Bécares années 1970-80	-	* 2	6 et équivalent	moyen
Las Caldas	Asturies	Corchón, années 1970-80-90	Salle II	9	I-II	sup.
				7	III-VI	moyen
				* 2	VIII-IX	moyen
La Viña	Asturies	Fortea 1980-86	-	* 3	IV	moyen
Tito Bustillo	Asturies	Moure 1972-86	-	3	1a, 1b et 1ab	sup.
Cueto de la Mina	Asturies	Vega del Sella 1914-16	-	1	C	moyen
Llonín	Asturies	Fortea <i>et al.</i> 1991-94	cono anterior	* 3	X	moyen
Lumentxa	Pays Basque	Aranzadi et Barandiarán 1926-29	-	1	D ou E ?	indet.
Ermittia	Pays Basque	Aranzadi et Barandiarán 1924-26	-	1	prof. 60-95 cm	indet.
Isturitz	Pyrénées-Atlant.	Passemard 1912-22, Saint-Périer 1928-35	Grande Salle	436	I/F1	sup.
Arancou	Pyrénées-Atlant.	Blancant, Chauchat, Normand 1987-93	sondage	2	C1 et C2	moyen
			fouille cland.	4	déblais	moyen
Brassempouy	Landes	Piette et de Laporterie 1895-96	Grande Galerie	2	complexe moy.	moyen
				* 3	complexe sup.	moyen
Espalungue	Pyrénées-Atlant.	Garrigou 1874, Piette 1873-88, Passemard 1913...	-	22	assise D	indet.
		Marsan, fin années 1970	-	1	?	indet.
Saint-Michel	Pyrénées-Atlant.	Mascaraux 1888-93	-	2	?	indet.
Les Espéluques	Hautes-Pyrénées	multiples fouilles au XIXème siècle	-	22	?	indet.
Aurensan	Hautes-Pyrénées	Frossard 1869	-	2	couche moy.	indet.
		Rousseau 1924-30	-	* 2	couche moy.	indet.
Bois du Cantet	Hautes-Pyrénées	Jolfre 1960	-	2	unique	moyen
Lortet	Hautes-Pyrénées	Piette 1873-75	-	72	?	indet.
		Chaplain-Duparc 1873	-	1	?	indet.
Gourdan	Haute-Garonne	Piette 1871-75	-	115	?	indet.
		Capitan 19??	-	1	?	indet.
		Boivin et Omnès 1983	-	1	déblais	indet.
		Virmont 1985-90	-	* 12	déblais	indet.
Marsoulas	Haute-Garonne	Gomez 1890	-	1	?	indet.
Tuc d'Audoubert	Ariège	Begouën 1913-14	Gal. des Gravures	1	couche sup.	moyen
Le Mas d'Azil	Ariège	Piette 1887 - années 1890	Rive Droite	* 7	«papalien»	moyen
		Breuil 1901-02	Rive Droite ?	2	«gourdanién»	moyen
		Péquart 1935-42	Gal. des Silex	2	niveau magdal.	moyen
La Vache	Ariège	Robert 1950-64	Salle Monique	6	1 à 4	sup.
La Bora Gran	Catalogne	Alsuis 1871	-	2	?	indet.
Laugerie-Basse	Dordogne	Girod et Massénat 1869-??	Abri Classique	2	?	moyen
		Le Bel et Maury 1912-14	Abri Classique	2	B	moyen
			Les Marseilles	1	13	moyen
La Madeleine	Dordogne	Capitan et Peyrony 1910-13	-	4	couche inf.	moyen
Raymondon	Dordogne	Hardy, Féaux, Laclause 1888-90	-	1	?	indet.
La Garenne	Indre	Benoist 1896	Grand Abri	1	«foyer inférieur»	indet.

Tabl. 63 : sites ayant livré des pointes à base fourchée «typiques», listés d'Ouest en Est, avec indication du nombre de pointes découvertes (y compris les fourchons isolés). Voir l'Annexe 4 pour les références bibliographiques (* = effectif minimum).

M.S. Corchón comme un «fossile-indicateur» du Magdalénien moyen (Corchón, 1983, p. 229) ; mais M.I. Martínez et T. Chapa (1980, p. 158) relèvent également plusieurs pointes à base fourchue cantabriques découvertes en contexte magdalénien supérieur... J.A. Mujika, quant à lui, place les pointes à base fourchue dans les derniers stades du Magdalénien moyen et les premiers moments du Magdalénien supérieur (Mujika, 1991, p. 1311 et 1320). Dans le même ordre d'idées, C. Chauchat situe l'apparition des pointes à base fourchue lors d'une phase «postérieure au Magdalénien moyen classique» — mais sans harpons — suivie d'«un Magdalénien supérieur [...] avec des harpons [...] et des sagaies à base fourchue» (Chauchat, 1999, p. 139)⁸².

Pour trancher entre ces différentes propositions, il fallait revenir aux données archéologiques fournies par les sites eux-mêmes. Mais dans beaucoup de cas, l'imprécision, voire l'inexistence des indications stratigraphiques — dues à l'ancienneté des fouilles — ont rendu délicate l'attribution chronoculturelle des pointes à base fourchue. Ainsi, dans 12 des 27 sites ayant livré des pointes à base fourchue typiques, ces dernières n'ont pu être rapportées qu'à un Magdalénien «moyen ou supérieur», sans plus de précision. C'est le cas à Lumentxa et Ermittia, à Espalungue et Saint-Michel, aux Espélugues, à Aurenas, Lortet, Gourdan, Marsoulas, La Bora Gran, Raymonden et La Garenne. Les informations détaillées sur chaque site sont disponibles dans l'Annexe 4 ; précisons toutefois que tous correspondent à l'une des situations suivantes :

- la stratigraphie du site est inconnue, mais l'ensemble du matériel exhumé peut être rapporté aux phases moyenne et supérieure du Magdalénien ;
- la stratigraphie montre que l'ensemble des occupations du site s'est déroulé au Magdalénien moyen et supérieur, mais la provenance stratigraphique des pointes à base fourchue n'est pas précisément déterminée ;
- la provenance stratigraphique des pointes à base fourchue est connue, mais l'attribution culturelle de la couche dont elle proviennent est incertaine, hésitant entre le Magdalénien moyen et le Magdalénien supérieur.

Afin d'éviter les raisonnements tautologiques, nous avons également inclus dans cette dernière catégorie les cas où l'attribution d'une couche à l'une des phases du Magdalénien reposait justement sur la présence des pointes à base fourchue...

Dans les 15 sites restants, au moins une partie des pointes à base fourchue a pu être située au sein d'un horizon stratigraphique attribué distinctement au Magdalénien moyen ou au Magdalénien supérieur (fig. 165 et tabl. 63). Douze sites ont ainsi fourni des pointes à base fourchue en contexte magdalénien moyen : La Paloma, Las Caldas (couche III et inférieures), La Viña, Cueto de la Mina, Llonín, Arancou, Brassempouy, Bois du Cantet, Le Tuc d'Audoubert, Le Mas d'Azil, Laugerie-Basse et La Madeleine, qui ont livré au total 53 pointes.

Cinq sites seulement ont livré des pointes à base fourchue dans des niveaux attribués au Magdalénien supérieur :

La Paloma, Las Caldas (couches I et II), Tito Bustillo, Isturitz et La Vache (455 pointes au total, dont 96 % à Isturitz). Il n'est pas certain qu'il faille maintenir La Paloma au sein de cette liste, car nous avons quelques raisons de douter de la provenance stratigraphique de l'unique pointe à base fourchue retrouvée dans le Magdalénien supérieur (*cf.* développement dans l'Annexe 4). Seuls 4 gisements témoignent donc, de façon fiable, de la présence de pointes à base fourchue typiques dans un contexte magdalénien supérieur.

Cette situation conduit spontanément à penser que les pointes à base fourchue seraient apparues et auraient connu leur plus large diffusion au Magdalénien moyen, avant de perdurer au Magdalénien supérieur dans un nombre de sites plus réduit. Mais cette hypothèse, qui semble contradictoire avec celle que nous avançons plus haut pour les pointes à base fourchue d'Isturitz (XIII.1.4.) est-elle soutenue par les dates absolues disponibles pour les gisements concernés ?

XIII.2.3. Apport des dates radiocarbone

La calibration des dates ¹⁴C a été effectuée avec le logiciel CALIB (Stuiver et Reimer, 1993, version 5.0.1.) sur la base de la courbe IntCal04 (Reimer *et al.*, 2004) ; les dates obtenues ont été arrondies à la décennie la plus proche, conformément aux recommandations des auteurs pour les échantillons dont la déviation standard (sigma) est supérieure à 50 ans.

Parmi les 12 sites ayant livré des pointes à base fourchue typiques en contexte Magdalénien moyen, 7 ont bénéficié de datations ¹⁴C qui concernent des échantillons provenant des mêmes niveaux que les pointes (tabl. 64). Les 16 dates sont, à 4 exceptions près, tout à fait concordantes. Les dates médianes s'échelonnent en effet de 13 440 à 13 060 BP. La calibration nous place dans la période 14 850 - 13 180 calBC (fourchette large, correspondant à la date Ly-922 de La Madeleine). La date la plus précise (Gif-10254, Arancou C2) restreint cet intervalle à 14 130 - 13 340 calBC.

Reste le problème des 4 dates discordantes. Celle du Tuc d'Audoubert (Gif-5687), plus ancienne d'un millénaire, peut être considérée comme erronée : les fouilles récentes sur ce site ont en effet permis d'obtenir des dates plus jeunes, présentant une meilleure adéquation avec celles qui figurent dans le tabl. 64 (R. Bégouën, comm. pers.)⁸³. La deuxième date excentrique est celle d'Arancou C1 (Gif-10234), «trop jeune» par rapport à la fourchette chronologique retenue ci-dessus, et par ailleurs très différente de la date Gif-10254 obtenue sur le même site pour l'autre niveau ayant livré des pointes à base fourchue. Relevant cette discordance, M. Fontugne et C. Hatté (1999) proposent de ne retenir que la première date — la plus récente — suggérant que l'autre pourrait avoir subi une contamination «par du matériel plus ancien qui n'aurait pas été détecté», ayant eu pour effet de la vieillir artificiellement. A la lumière des données exposées ici, nous

⁸² Les 2 cas de pointes à base fourchue signalées en contexte aurignacien ou gravettien (Saint-Périer, 1936, p. 46 ; Delporte et Mons, 1988a) concernent des pièces douteuses ou atypiques : cf. Annexe 4.

⁸³ Le «vieillessement» de la date Gif-5687 s'explique probablement par l'hétérogénéité de l'échantillon, constitué d'un lot d'esquilles prélevées dans les déblais des fouilles de 1913 (Bégouën et Clottes, 1983).

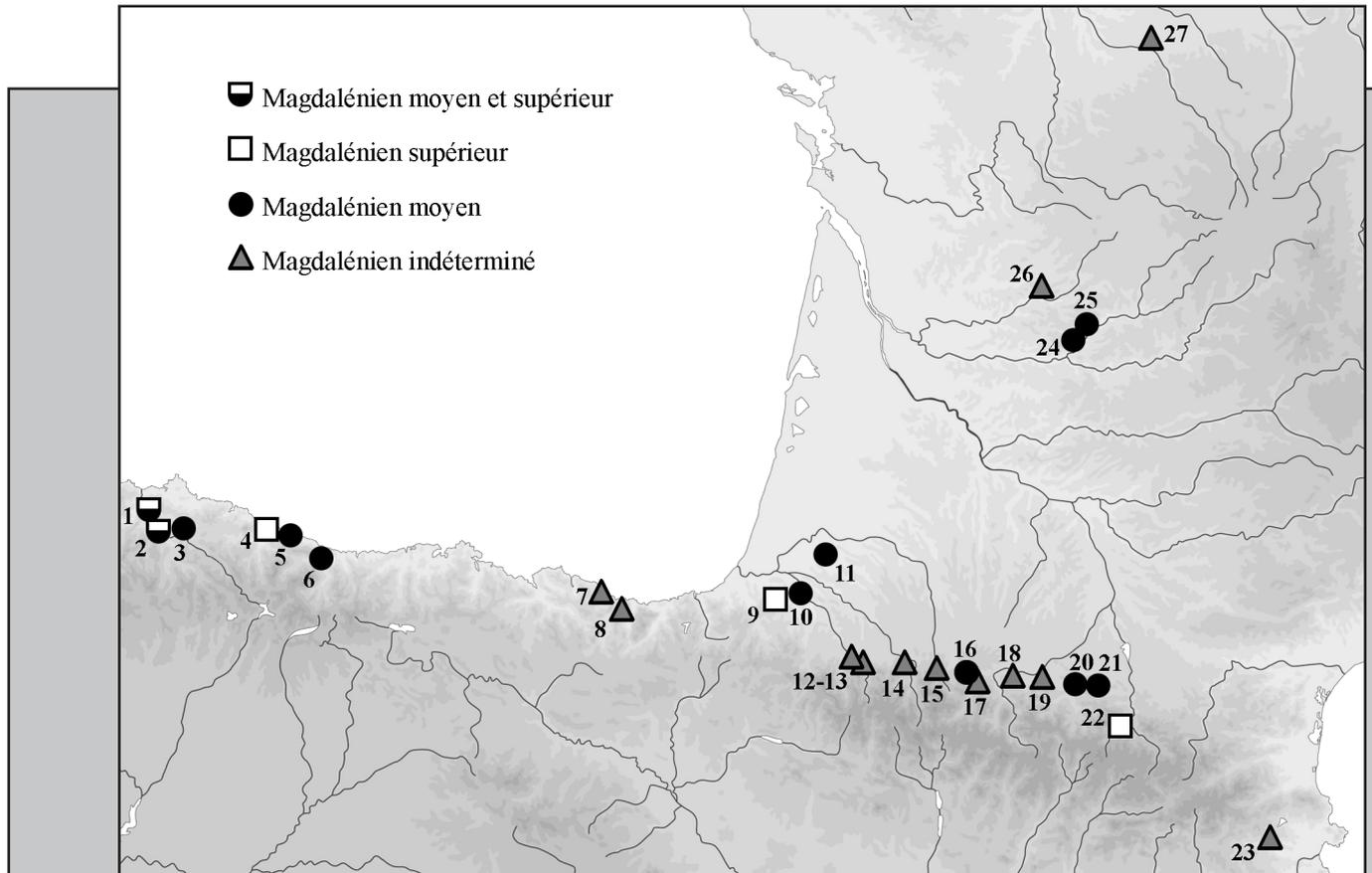


Fig. 165 : attribution chronoculturelle des sites ayant livré une ou plusieurs pointes à base fourchue «typiques».

Asturies

1. La Paloma
2. Las Caldas
3. La Viña
4. Tito Bustillo
5. Cueto de la Mina
6. Llonín

Pays Basque

7. Lumentxa
8. Ermitia

Pyénées

9. Isturitz
10. Arancou
11. Brassempouy
- 12-13. Espalungue et Saint-Michel
14. Les Espéluques
15. Aurenzan
16. Bois du Cantet
17. Lortet
18. Gourdan
19. Marsoulas
20. Le Tuc d'Audoubert
21. Le Mas d'Azil
22. La Vache

Catalogne

23. La Bora Gran

Dordogne

24. Laugerie-Basse
25. La Madeleine
26. Raymonden

Indre

27. La Garenne

SITE	BIBLIOGRAPHIE	NIVEAU	DATE BP	DATE CALBC	CODE LABO
Tuc d'Audoubert	Bégouën et Clottes, 1983, p.119	unique	14 350 ± 160	15 920 - 14 670	Gif 5867
La Madeleine	Bouvier, 1979, p. 439	14	13 440 ± 300	14 850 - 13 180	Ly-922
Las Caldas	Corchón, 1995a, p. 5-6	IX	13 370 ± 110	14 400 - 13 470	Ua-10188
		VIII	13 640 ± 150	14 820 - 13 760	Ua-10189
			13 310 ± 200	14 470 - 13 230	Ly-2936
		VI	13 650 ± 140	14 820 - 13 800	Ua-10190
		III-IV	13 400 ± 150	14 510 - 13 430	Ly-2428
III	13 185 ± 155	14 210 - 13 180	Ua-10191		
Mas d'Azil (Galerie des Silex)	Patou, 1984, p. 316	niv. magdal.	13 400 ± 1000	16 640 - 11 530	Gif-5679
		niv. magdal.	13 200 ± 100	14 130 - 13 280	Gif-5680
La Viña	Fortea, 1990, p. 65	IV	13 360 ± 190	14 520 - 13 300	Ly-3316
		IV	13 300 ± 150	14 360 - 13 310	Ly-3317
Bois du Cantet	Clot et Omnès, 1979, p. 333	unique	13 370 ± 270	14 700 - 13 170	Ly-1403
		unique	13 060 ± 430	14 650 - 12 140	Ly-1404
Arancou	Fontugne et Hatté, 1999, p. 10	C1	12 700 ± 40	13 260 - 12 810	Gif-10234
		C2	13 220 ± 80	14 130 - 13 340	Gif-10254

Tabl. 64 : datations radiocarbone effectuées sur les couches archéologiques ayant livré des pointes à base fourchue typiques, en contexte Magdalénien moyen. Les dates discordantes (cf. texte) sont en gras. Calibration effectuée avec CALIB (Stuiver et Reimer, 1993, version 5.0.1.) sur la base de la courbe IntCal04 (Reimer et al., 2004) ; dates arrondies à la décennie la plus proche. Taux de probabilité 95,4 % (2 sigma).

SITE	BIBLIOGRAPHIE	NIVEAU	DATE BP	DATE CALBC	CODE LABO
Tito Bustillo	Moure, 1989, p. 427	1b	14 930 ± 70	16 610 - 16 040	GrN-12753
		1a	15 180 ± 300	17 060 - 15 550	CSIC-55A
		1a	15 400 ± 300	17 340 - 15 960	CSIC-55B
		1a	14 250 ± 300	16 090 - 14 200	CSIC-154
		1a	14 220 ± 180	15 770 - 14 440	CSIC-261
Las Caldas	Corchón, 1995a, p. 5	II	12 960 ± 190	14 020 - 12 770	Ua-10192
		I	12 595 ± 125	13 220 - 12 260	Ua-10193
La Vache	Clottes et Delporte, 2003, vol. 2, p. 444. Provenance strati. de la date Col-336c : Leroi-Gourhan et Thiébaud, 2003, p. 68	tranche 4	12 850 ± 60	13 510 - 12 990	GrN-2026
		tranche 2	12 540 ± 105	13 120 - 12 250	GrN-2025
		tranche 2	12 800 ± 140	13 680 - 12 550	Gif-7603
		tranche 2	11 650 ± 200	11 950 - 11 190	Col-336c

Tabl. 65 : datations radiocarbone effectuées sur les couches archéologiques ayant livré des pointes à base fourchue typiques, en contexte Magdalénien supérieur. Les dates discordantes (cf. texte) sont en gras. Calibration effectuée avec CALIB (Stuiver et Reimer, 1993, version 5.0.1.) sur la base de la courbe IntCal04 (Reimer et al., 2004) ; dates arrondies à la décennie la plus proche. Taux de probabilité 95,4 % (2 sigma).

serions tenté de proposer l'hypothèse inverse, retenant la date la plus ancienne et disqualifiant l'autre comme étant sans doute rajeunie par une contamination d'éléments plus récents — un type d'incident plus probable à notre avis — ce qui correspond d'ailleurs en partie à l'opinion de C. Chauchat (1999, p. 140).

Les deux dernières dates discordantes sont les mesures légèrement plus anciennes obtenues pour les niveaux VI et VIII de Las Caldas (respectivement Ua-10190 et Ua-10189). Sans pouvoir ici trancher définitivement la question, nous ferons cependant remarquer que la base de la séquence du Magdalénien moyen de Las Caldas a également fourni des dates plus récentes (Ly-2936 et Ua-10188, correspondant aux niveaux VIII-IX), qui s'inscrivent totalement dans la fourchette chronologique proposée ci-dessus pour les pointes à base fourchue. D'autre part, la calibration des 2 dates les plus anciennes

fait malgré tout apparaître une plage de recouvrement avec cette même fourchette chronologique (la période antérieure à 13 800 calBC).

Quoi qu'il en soit, force est de constater que les trois quarts des dates obtenues sur des niveaux du Magdalénien moyen ayant livré des pointes à base fourchue typiques forment un ensemble très cohérent, s'appuyant sur une demi-douzaine de sites répartis des Asturies à la Dordogne ; la fourchette chronologique retenue correspond à un Magdalénien moyen récent, dans la seconde moitié du Dryas ancien.

L'ensemble de dates dont nous disposons pour le Magdalénien supérieur (tabl. 65) se présente d'emblée comme beaucoup moins cohérent. Les 5 dates des couches 1a et 1b de Tito Bustillo sont ainsi particulièrement anciennes, plus même que celles du Magdalénien moyen, tandis que

les 6 dates de La Vache et de Las Caldas (couches I-II) sont plus récentes, voire beaucoup plus récentes pour l'une d'entre elles (Col-336c).

Que faire de ces 11 dates ? Nous pensons pouvoir écarter celles de Tito Bustillo, qui, outre qu'elles ne cadrent pas avec nos propres données, posent de nombreux problèmes d'interprétation (incohérence avec la succession stratigraphique, âge beaucoup plus ancien que celui habituellement reconnu pour le Magdalénien à harpons, etc. : voir détails *in* Moure, 1989) ; elles ne nous paraissent donc pas constituer un jalon chronologique fiable. A l'autre bout de l'échelle temporelle, nous rejetons également l'une des dates de La Vache (Col-336c), qui semble trop récente, et contredit les autres dates obtenues pour le Magdalénien supérieur du même site.

Nous restent donc, pour le Magdalénien supérieur «à bases fourchues», les 2 dates des niveaux I-II de Las Caldas ainsi que les dates GrN-2025, GrN-2026 et Gif-7603 de La Vache. Or, une fois calibrées, elles se placent toutes dans une fourchette chronologique immédiatement postérieure à celle du Magdalénien moyen – avec même, dans 3 cas (Ua-10192, GrN-2026, Gif-7603), un recouvrement possible pour la période antérieure à 13 300 calBC environ⁸⁴.

L'ensemble des 17 dates retenues semble donc corroborer l'hypothèse émise ci-dessus : une apparition et une diffusion des pointes à base fourchue vers la fin du Magdalénien moyen, suivie d'une perdurancation marginale dans quelques sites au début du Magdalénien supérieur, dans une fourchette chronologique légèrement plus récente. Par ailleurs, cette idée de «perdurancation marginale» s'accorde avec la discrétion des armatures à base fourchue à La Vache : 6 pièces inventoriées par A. Bertrand, contre plus de 400 pointes à biseau double (Bertrand, 1999).

XIII.2.4. Le cas problématique d'Isturitz...

Le Magdalénien supérieur d'Isturitz s'intègre toutefois difficilement dans ce schéma. L'effectif très important de la série des pointes à base fourchue de la couche I/F1, qui dépasse celui de tous les autres sites réunis ; le fait que ces pointes correspondent manifestement à une production locale (chap. XI) ; leur caractère typologiquement très homogène, marqué par des normes morphométriques précises (chap. III) ; le fait qu'elles témoignent d'une parfaite maîtrise des procédés de façonnage (chap. IV) ; tout cela nous semble peu compatible avec l'image d'une perdurancation tardive et marginale, et évoque au contraire le plein développement, «l'apogée» de ce type d'armature.

Mais comment concilier l'idée d'une «apogée» des pointes à base fourchue au Magdalénien supérieur avec le fait que, dans une grande majorité de sites, leur présence soit datée du Magdalénien moyen ? L'explication que nous suggérons est la suivante : *la pointe à base fourchue a été conçue par les premiers groupes du Magdalénien supérieur de la région pyrénéenne ; et c'est à partir de ces groupes que les pointes à base fourchue se sont ensuite diffusées dans la zone pyrénéo-cantabrique, parmi les sites de la fin du Magdalénien moyen dont ils étaient contemporains.*

L'idée d'une cohabitation entre les dernières occupations du Magdalénien moyen et les premières manifestations du Magdalénien supérieur — cohabitation dont les pointes à base fourchue seraient le marqueur chronologique — ne peut être évoquée ici qu'à titre d'hypothèse de travail, permettant de rendre compte de données *a priori* contradictoires. Mais si nous ne sommes pas en mesure de la démontrer, cette idée est tout de même soutenue par quelques indices archéologiques, qui plaident en particulier pour l'ancienneté du Magdalénien supérieur d'Isturitz.

XIII.3. Essai de caractérisation du Magdalénien supérieur d'Isturitz

L'occupation de la couche I/F1 n'a pas été datée par le radiocarbone, et ne présente pas, en première approche, de caractères permettant de préciser sa position chronologique à l'intérieur du Magdalénien supérieur. L'outillage en silex, par exemple, n'a livré aucun burin bec-de-perroquet, pièce caractéristique d'une phase plutôt tardive du Magdalénien supérieur (Chauchat, 1999, p. 139)⁸⁵. L'industrie lithique ne montre pas non plus la «multiplication des lamelles spécialisées (tronquées, denticulées) et des géométriques» signalée dans le Magdalénien final des Pyrénées (Clottes, 1989, p. 284) ; insuffisante à elle seule comme élément de caractérisation, cette absence est d'autant moins significative qu'elle pourrait être liée au ramassage sélectif des outils lithiques lors de la fouille (Esparza, 1995, p. 275-276).

Nous avons tenté de remédier à cette situation en sélectionnant parmi les vestiges de la couche I/F1 certains éléments «saillants», déjà attestés dans d'autres sites magdaléniens, et qui fournissent quelques arguments pour replacer plus précisément l'occupation d'Isturitz dans son contexte géographique et chronologique. Ces critères de comparaison sont issus de l'art mobilier (certains motifs décoratifs particuliers), de l'archéozoologie (une modalité d'exploitation de l'avifaune) et de la typologie de l'industrie osseuse (en l'occurrence celle des harpons).

XIII.3.1. Des files de chevaux

L'un des rares objets de la couche I/F1 à présenter un décor figuratif est un fragment mésio-proximal à biseau double de la collection Saint-Périer sur lequel ont été gravées deux files de chevaux, une sur chaque bord (4 animaux d'un côté, 2 de l'autre : cf. III.3.4. et ici fig. 166, A). Un motif très proche — une succession de 4 têtes de chevaux — figure sur un fragment de tibia de renne (?) publié par E. Passemard (1924b ; ici fig. 166, B). Cette dernière pièce, non retrouvée au MAN, est rapportée à «la partie supérieure de la couche E» (*ibid.*, p. 236), ce qui implique *a priori* son attribution au Magda-

⁸⁴ Nous n'ignorons pas que 3 dates radiocarbone par accélérateur ont été indiquées pour les couches de La Vache un âge nettement plus ancien (un millier d'années en dates non calibrées : Clottes et Delporte, 2003, vol. 2, p. 444). Ces dates ne sont toutefois pas clairement corrélées avec la séquence archéologique – raison pour laquelle nous ne les avons pas intégrées dans le tabl. 65 – et paraissent étonnamment anciennes pour du Magdalénien à harpons. Ici encore, nous ne pouvons que laisser ouverte la question de leur validité.

⁸⁵ Les deux seuls burins becs-de-perroquet signalés à Isturitz proviennent de la couche Ia (Esparza, 1995, p. 217 et 275).

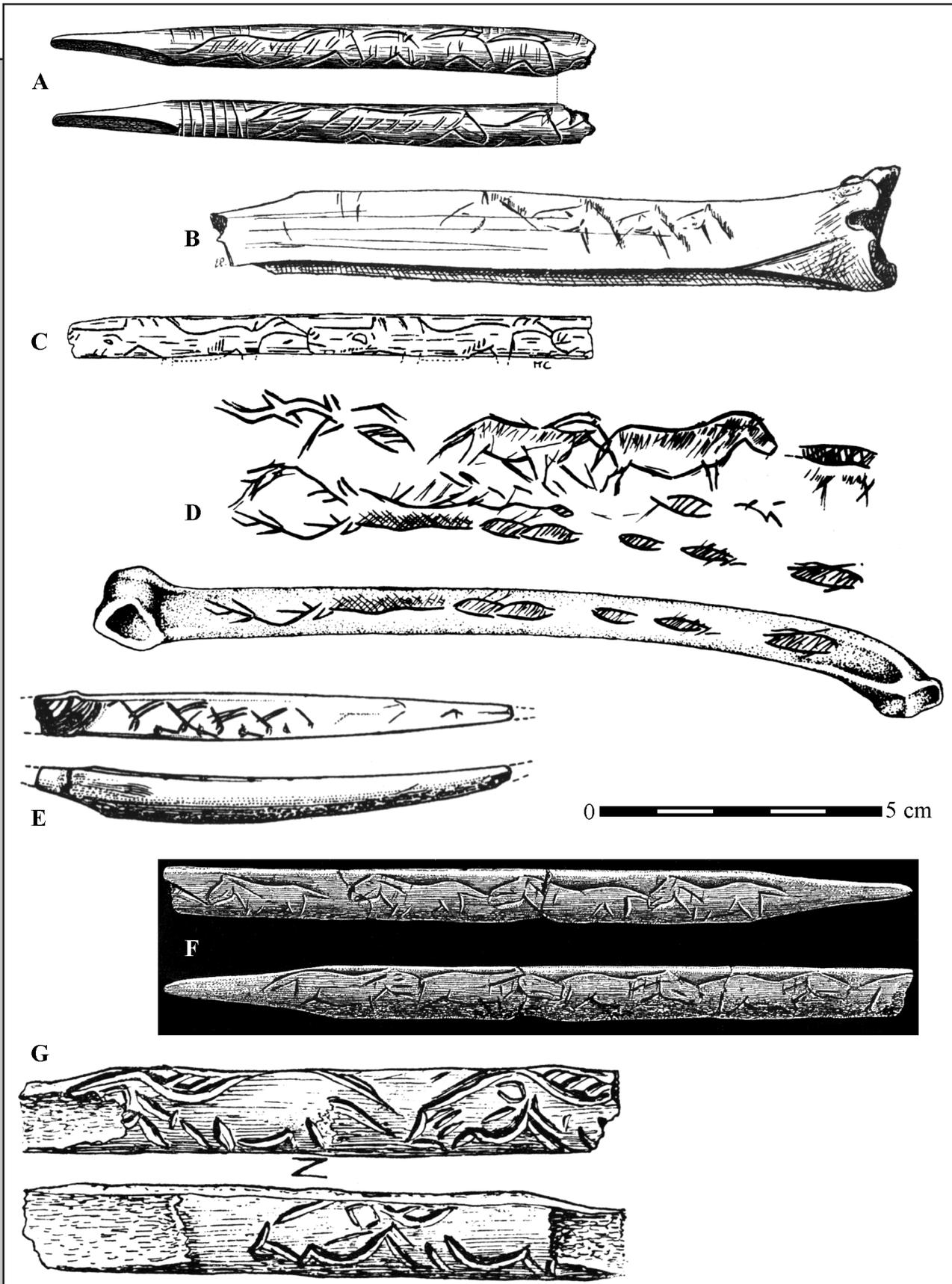


Fig. 166 : échantillon d'objets en matières osseuses décorés de files de chevaux. A : Isturitz, coll. Saint-Périer, couche I (n° MAN 84719) ; fragment à biseau double en bois de Cervidé (d'après Saint-Périer, 1936, fig. 43, n° 4). B : Isturitz, partie supérieure de la couche E ; fragment de tibia de Renne (d'après Passemard, 1924b, p. 237). C : Mas d'Azil, coll. Piette (n° MAN 47164) ; os d'Oiseau (d'après Crémades, 1996, fig. 2c, et Chollot, 1964, p. 337). D : El Valle ; radius d'Oiseau (d'après Barandiarán, 1973). E : Le Morin, niv. AIV ; fragment de pointe en bois de Cervidé (d'après Deffarge et al., 1975, fig. 10, n° 1). F : Le Morin, niv. AIV ; fragment à biseau double en bois de Cervidé (d'après Deffarge et al., 1975, fig. 8). G : Jolivet, niv. A ; baguette en bois de Cervidé (d'après Bouyssonie, 1957, fig. 3, n° 2).

SITE	LOCALIS.	FOUILLES	N PIÈCES	NIVEAU	MAGD.	BIBLIOGRAPHIE
El Valle	Santander	Obermaier 1909-11	1	?	sup. ?	Breuil et Obermaier, 1912 ; Corchón, 1996
Isturitz	Pyr.-Atl.	Passemard 1912-22	1	E sup.	?	voir texte
		Saint-Périer 1928-35	1	I	sup	
Les Harpons	Haute-Gar.	Saint-Périer 1911-14	1	A	sup.	Saint-Périer, 1920, fig. 3 et 6
			1	B	moyen	
Le Mas d'Azil	Ariège	Piette 1887 - années 1890	1	?	indet	Chollot, 1964, p. 337
Fontalès	Tarn-et-Garonne	Brun 1865 David, Niel 1912-14 Darasse 1936-39, 1949-60	3	?	sup.	Pajot, 1969, fig. 24, n° 13 ; fig. 25, n° 1 ; fig. 26, n° 1
Abri Morin	Gironde	Deffarge 1954-?	3	AIV	sup.	Deffarge <i>et al.</i> , 1975, p. 15-17
Le Soucy	Dordogne	?	4	?	indet.	Féaux, 1905, n° 1566-7 ; Breuil, 1913, fig. 37, n° 4 ; Kühn, 1929, fig. 70 ; Apellaniz, 1990, n° 2.3 et 2.4
Limeuil	Dordogne	Capitan, Bouyssonie 1909-13	1	?	sup.	Capitan et Bouyssonie, 1924, fig. 11, n° 4
Laugerie-Basse	Dordogne	Girod, Massénat 1869-?	2	?	indet.	Girod et Massénat, 1900, pl. XXXIV, n° 2 ; pl. XC, n° 1 ; Cartailhac et Breuil, 1907, p. 20-22
La Madeleine	Dordogne	Lartet 1863-?	9	?	indet.	Lartet et Christy, 1875, <i>passim</i> ; Apellaniz, 1990, n° 1.1, 1.2, 1.4, 1.5, 1.6, 1.8, 1.9, 1.10, 1.15
Jolivet	Dordogne	Bardet 1931-34	1	A	sup.	Bouyssonie, 1957, fig. 3, n° 2
Raymonden	Dordogne	Hardy <i>et al.</i> 1888-90	2	?	indet.	Apellaniz, 1990, n° 3.1 et 3.2
Montgaudier	Charente	Duport 1978	1	3	sup. ?	Duport, 1987, p. 44
Schweizersbild	Schaffhouse	Nüesch 1891-93	1	?	sup.	Höneisen et Peyer, 1994, p. 104-107

Tabl. 66 : inventaire des sites ayant livré des vestiges en os ou bois de Cervidé ornés de files de chevaux.

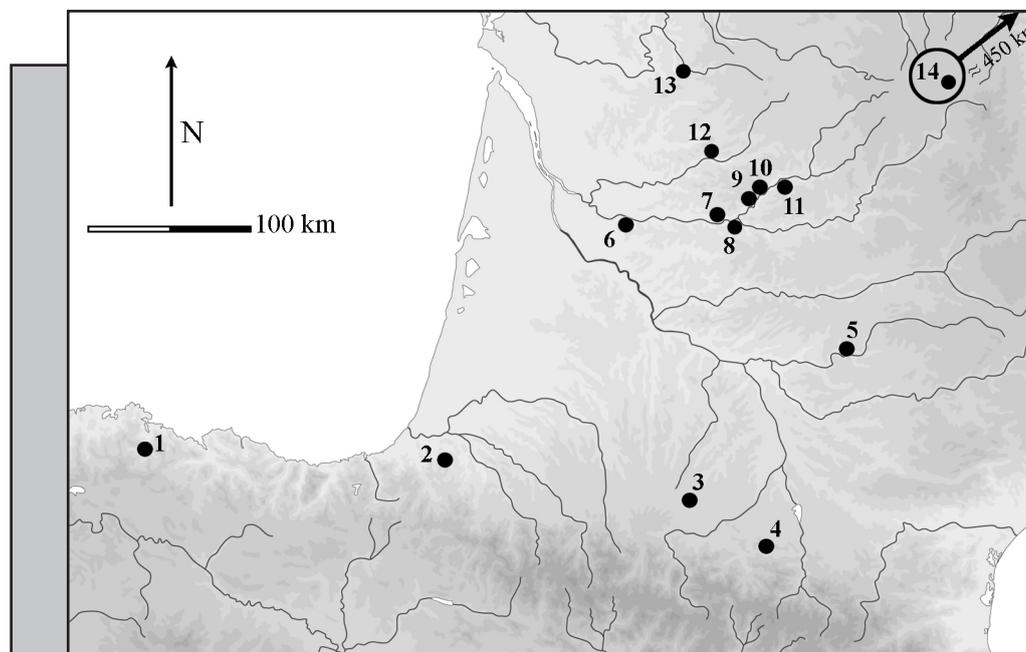


Fig. 167 : sites ayant livré des vestiges en os ou bois de Cervidé ornés de files de chevaux.

- | | | | |
|------------------|-------------|-------------------|-------------------------|
| 1. El Valle | 5. Fontalès | 9. Laugerie-Basse | 13. Montgaudier |
| 2. Isturitz | 6. Le Morin | 10. La Madeleine | HORS CARTE |
| 3. Les Harpons | 7. Le Soucy | 11. Jolivet | (Schaffhouse, Suisse) : |
| 4. Le Mas d'Azil | 8. Limeuil | 12. Raymonden | 14. Le Schweizersbild |

lénien moyen ; mais comme il semble qu'E. Passemard ait placé «trop bas» la limite stratigraphique entre Magdalénien moyen et Magdalénien supérieur, englobant une partie de ce dernier dans le sommet de la couche E (*cf.* discussion in II.2.6.), il n'est pas impossible que l'objet considéré ici doive en fait être rattaché à la base du Magdalénien supérieur...

On a donc au total une pièce clairement positionnée dans la couche I/F1, et une seconde d'attribution chronoculturelle incertaine, mais dont l'appartenance au Magdalénien supérieur ne peut être exclue. Partant de ce constat, nous avons cherché à inventorier les représentations similaires connues dans d'autres sites magdaléniens, en prenant comme base la liste établie par R. Deffarge *et al.* (1975 ; *cf.* III.3.4.), complétée par la consultation d'I. Barandiarán (1973), de P. Noiret (1990) et de J.M. Apellaniz (1990), entre autres. Nous avons retenu les pièces présentant une identité de technique et de support — gravure sur os ou sur objet en bois de Cervidé — et représentant la même espèce, le Cheval, selon une composition similaire : plusieurs figures en file. Le résultat de notre recensement correspond donc en grande partie, mais pas exactement, à ce que J.M. Apellaniz (*ibid.*) appelait «l'école des graveurs de chevaux de La Madeleine».

Les pièces répertoriées proviennent de 13 sites (fig. 166 et 167, tabl. 66). Six sont concentrés dans la vallée de la Vézère et de la Dordogne (d'Ouest en Est : l'abri Morin, Le Soucy, Limeuil, Laugerie-Basse, La Madeleine, Jolivet). Les autres sont beaucoup plus dispersés : 1 dans les Cantabres (El Valle), 2 dans les Pyrénées centrales (Les Harpons, Le Mas d'Azil), 1 dans la vallée de l'Aveyron (Fontalès), 1 dans la vallée de l'Isle (Raymondon), 1 en Charente (Montgaudier) et 1 dans le Nord de la Suisse (Le Schweizersbild). Les objets du Soucy, de Raymondon, de Laugerie-Basse, de La Madeleine et du Mas d'Azil ont été découverts lors de fouilles du XIX^{ème} siècle et sont dépourvus de contexte stratigraphique. Ceux de Jolivet, de Limeuil, d'El Valle, de Montgaudier et du Schweizersbild peuvent être rattachés à un Magdalénien supérieur, sans plus de précision. Les deux esquilles gravées de la grotte des Harpons proviennent respectivement des niveaux A (Magdalénien supérieur) et B (Magdalénien moyen). A l'abri Morin, l'ensemble des couches est attribué au Magdalénien supérieur, mais les pièces ornées de files de chevaux se trouvent presque exclusivement dans le niveau AIV. Malheureusement, l'unique date ¹⁴C réalisée sur ce site (10 480 ± 200 BP, soit 10 910 - 9 700 calBC, Gif-2105) semble peu fiable car très récente ; autre élément de doute, l'origine stratigraphique de l'échantillon daté n'est pas connue. Enfin, à Fontalès, le Magdalénien supérieur — dont sont issues les pièces ornées de files de chevaux — a livré une date ¹⁴C plus ancienne, sur l'interprétation de laquelle nous reviendrons plus bas (XIII.3.3.).

Au total, si l'on écarte les vestiges sans attribution chronoculturelle certaine, ces premières comparaisons inter-sites nous placent globalement dans une «ambiance» du Magdalénien supérieur (seule l'une des pièces de la grotte des Harpons est rapportée au Magdalénien moyen), mais elles ne nous livrent pas réellement d'informations chronologiques plus précises. Leur apport le plus intéressant est plutôt d'ordre géographique : alors que la présence des pointes à base four-

chue rattachait Isturitz à un ensemble de sites s'étendant d'Ouest en Est le long de la chaîne pyrénéo-cantabrique, le motif de la file de chevaux gravée sur os ou bois de Cervidé, par sa répartition majoritairement périgourdine, évoque de possibles relations avec les sites de cette région.

XIII.3.2. Des pattes de chouettes

Le Harfang est la deuxième espèce la mieux représentée dans les vestiges d'avifaune de la couche I/F1. Parmi les restes attribués à cet oiseau figurent 7 extrémités distales et 1 extrémité proximale de tarsométatarse, qui présentent des traces de sectionnement par sciage au milieu du corps (fig. 168 ; un raccord a d'ailleurs été effectué entre le fragment proximal et l'un des distaux). Cet élément pourrait sembler anodin ; mais le fait qu'il se retrouve sur quelques autres sites lui confère un intérêt particulier dans le cadre de la présente discussion.

En effet, d'après l'inventaire effectué par V. Laroulandie (2000, p. 229-230 ; ici fig. 169 et tabl. 67), la pratique consistant à sectionner par sciage les tarsométatarses de Harfang — pratique dont la signification reste à déterminer — est également attestée dans 5 autres sites magdaléniens. Deux sont proches d'Isturitz (Arancou et l'abri Dufaure), les 3 autres étant situés dans la vallée de la Vézère et de la Dordogne (l'abri Faustin, l'abri Morin, La Madeleine). Les pièces d'Arancou proviennent des déblais d'une fouille clandestine. Celles de l'abri Morin se répartissent dans l'ensemble des niveaux AI à BI, tous attribués au Magdalénien supérieur ; la datation ¹⁴C restant problématique (*cf.* ci-dessus). Le contexte archéologique de l'abri Faustin est complexe (couches déplacées en position secondaire suite à l'effondrement du plancher de l'abri), mais le matériel serait archéologiquement homogène et attribuable au Magdalénien supérieur (Lenoir, 1983, p. 493-514) ; une datation effectuée sur un lot d'ossements a donné 12 370 ± 220 BP, soit 13 140 - 11 870 calBC (Ly-2700). Enfin, les dernières pièces proviennent de la couche 4 inf. de l'abri Dufaure (fouilles L.G. Straus), et de la couche 9 de La Madeleine (fouilles J.M. Bouvier), également attribuées au Magdalénien supérieur, et respectivement datées de 12 260 ± 400 BP (soit 13 440 - 11 380 calBC, Ly-3182) et de 12 750 ± 240 BP (soit 13 760 - 12 180 calBC, Ly-920).

Ce deuxième élément de comparaison confirme donc les tendances observées précédemment : il rapproche la couche I/F1 d'Isturitz de plusieurs autres occupations attribuées au Magdalénien supérieur, dont la majorité se trouve dans la zone Dordogne - Gironde (parmi les sites concernés, on relève notamment, à nouveau, la présence de l'abri Morin). L'élément supplémentaire est la présence de 3 dates ¹⁴C : Faustin, Dufaure (4 inf.) et La Madeleine (couche 9). Dans l'ensemble, ces dates nous renvoient à une fourchette chronologique plus récente que celle présentée ci-dessus pour les sites du Magdalénien moyen ayant livré des pointes à base fourchue, et correspondant plutôt aux dates obtenues pour le Magdalénien supérieur «à bases fourchues» de Las Caldas et de La Vache (*cf.* XIII.2.3.).

A cet égard, la comparaison entre Isturitz et La Madeleine montre une situation très particulière. Dans ce dernier site, les pointes à base fourchue sont issues de la «couche inférieure» de

L. Capitan et D. Peyrony, qui correspond au niveau 14 des fouilles de J.M. Bouvier (Magdalénien moyen) ; tandis que les tarsométatarses de harfang sciés proviennent du niveau 9 de ces mêmes fouilles, attribué au Magdalénien supérieur. Deux éléments de caractérisation qui, à Isturitz, sont réunis au sein de la même couche I/F1 se retrouvent donc à La Madeleine chronologiquement disjoints, et séparés par plusieurs niveaux d'occupation intermédiaires qui ne présentent aucun de ces deux éléments.

Ces quelques données ne nous permettent donc pas de trancher la question de la position chronologique du Magdalénien supérieur d'Isturitz, puisque la réponse semble varier en fonction du critère de comparaison utilisé. Ainsi, les données de La Madeleine permettent indifféremment de soutenir les 3 propositions suivantes :

- soit rapprocher la couche I/F1 d'Isturitz de la couche 14 de La Madeleine, en s'appuyant sur le fait que toutes deux ont fourni des pointes à base fourchue ; le sciage des tarsométatarses de harfang signalé à Isturitz serait dans ce cas une des manifestations les plus anciennes de cette pratique, qui ne se serait développée à La Madeleine que plus tard ;

- soit rapprocher la couche I/F1 de la couche 9 de La Madeleine, tirant argument de la présence, dans les deux cas, de ces mêmes tarsométatarses ; les pointes à base fourchue d'Isturitz représentant alors une perduration tardive d'un type d'armature disparu ailleurs (on retombe dans ce cas sur les problèmes que suscite une telle interprétation, cf. XIII.2.4.) ;

- soit tenter de concilier ces deux éléments de caractérisation en attribuant à la couche I/F1 d'Isturitz une position chronologique intermédiaire entre les couches 14 et 9 de

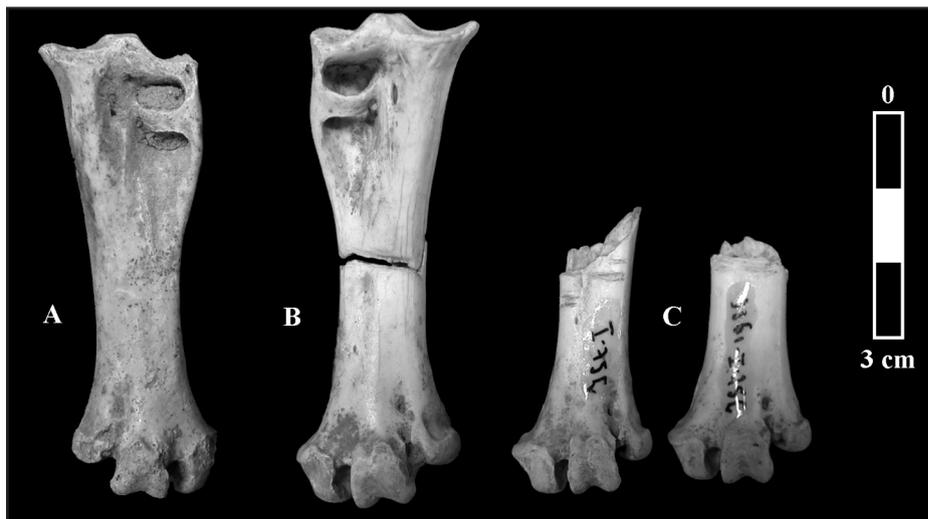


Fig. 168 : tarsométatarses de Harfang du Magdalénien supérieur d'Isturitz (collection Saint-Périer, couche I). A : os entier ; B : os sectionné par sciage et flexion (les deux fragments ont pu être raccordés) ; C : deux fragments distaux sectionnés par sciage et flexion.

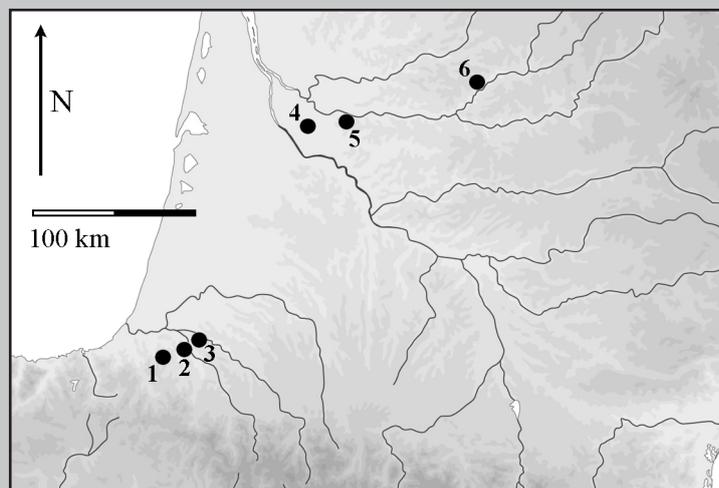


Fig. 169 : sites ayant livré des tarsométatarses de Harfang sciés.
 1. Isturitz
 2. Arancou
 3. Dufaure
 4. Faustin
 5. Le Morin
 6. La Madeleine

SITE	LOCALIS.	NIVEAU	MAGD.	DATE BP	DATE CALBC	CODE LAB	BIBLIOGRAPHIE
Isturitz	Pyr.-Atl.	I/F1	sup.	-	-	-	ce volume
Arancou	Pyr.-Atl.	déblais	indet.	-	-	-	Eastham, 1998
Abri Dufaure	Landes	4 inf.	sup.	12 260 ± 400	13 440 - 11 380	Ly-3182	Eastham, 1995
Abri Faustin	Gironde	C2	sup.	12 370 ± 220	13 140 - 11 870	Ly-2700	Laroulandie, 2000, p. 230 (complété par comm. pers.) Lenoir, 1983, p. 513
Abri Morin	Gironde	AI à BI	sup.	10 480 ± 200	10 910 - 9 700	Gif-2105	Gourichon, 1994
La Madeleine	Dordogne	9	sup.	12 750 ± 240	13 760 - 12 180	Ly-920	Laroulandie, 2000, p. 230 (complété par comm. pers.) Bouvier, 1979, p. 439

Tabl. 67 : inventaire des sites ayant livré des tarsométatarses de Harfang sciés, et dates radiocarbone associées. Les dates discordantes (cf. texte) sont en gras. Calibration effectuée avec CALIB (Stuiver et Reimer, 1993, version 5.0.1.) sur la base de la courbe IntCal04 (Reimer et al., 2004) ; dates arrondies à la décennie la plus proche. Taux de probabilité 95,4 % (2 sigma).

La Madeleine ; reste alors à expliquer le fait qu'à La Madeleine, ces deux éléments soient justement absents des couches 10 à 13... De plus, cette proposition implique également de considérer les pointes à base fourchue d'Isturitz comme un cas de perduration tardive de ce type d'armature, suscitant les mêmes réserves que celles évoquées à l'alinéa précédent.

Par ailleurs, les quelques dates ¹⁴C disponibles pour les couches ayant livré des tarsométatarses de harfang sciés semblent certes «tirer» la couche I/F1 vers une période plutôt postérieure à celle retenue pour les pointes à base fourchue du Magdalénien moyen ; mais plusieurs autres indices, que nous allons maintenant présenter, vont dans le sens contraire.

XIII.3.3. Des indices d'ancienneté (fig. 170)

Une série de datations radiocarbone par accélérateur réalisée dans plusieurs gisements de l'Aveyron, a fourni des dates inhabituellement anciennes pour le Magdalénien supérieur (Tisnerat-Laborde *et al.*, 1997). L'une d'entre elles en particulier, effectuée sur un harpon en bois de Cervidé de l'abri de Fontalès (fouilles Darasse), a livré la date de 13 140 ± 120 BP (GifA-96327), soit 14 070 - 13 180 calBC — ce qui correspond tout-à-fait à l'intervalle chronologique des pointes à base fourchue du Magdalénien *moyen* (cf. XIII.2.3.). Par ailleurs, le matériel magdalénien supérieur des fouilles Darasse comprend une pièce en bois de Cervidé fragmentaire, présentée par A.C. Welté comme «objet énigmatique» en raison de son décor très inhabituel : «trois crans intacts (et un quatrième interrompu par la cassure) de profil dissymétrique [...]. A la suite des crans : des ailettes striées évoquant l'empennage d'une flèche» (Welté, 2000, p. 398 ; ici fig. 170, C). Or, le Magdalénien d'Isturitz a fourni un objet présentant un décor extrêmement proche (fig. 170, B)⁸⁶. Publié par R. de Saint-Périer comme «protoharpon», il montre sur un de ses bords 4 crans très marqués, suivis d'une série d'incisions obliques (orientées toutefois dans le sens inverse de celles de la pièce de Fontalès). Il faut cependant signaler que cette pièce est issue de la couche II, et n'a été incluse dans notre corpus qu'après une réattribution stratigraphique motivée par la forme de son extrémité proximale, en biseau double. Même en rappelant la présence dans les deux sites d'objets ornés de files de chevaux (cf. ci-dessus XIII.3.1.), il semble hasardeux de suggérer, sur cette unique base, un parallèle chronologique entre le Magdalénien supérieur d'Isturitz et celui de Fontalès...

Cependant, un deuxième argument, allant dans le même sens, nous est fourni par la typologie des harpons de la couche I/F1. Ceux-ci comprennent en effet «une proportion extrêmement importante de pièces unilatérales, dont les barbelures sont souvent très petites et trapues, avec un profil anguleux et un fût très large par rapport à la rangée de barbelures. Ce type de harpon est tout à fait exceptionnel pour la région et rappelle ceux de la grotte du Coléoptère en Belgique et une pièce du Kesslerloch en Suisse» (Julien, 1982, p. 176 ; ici fig. 170, A). Or, des pièces de cette morphologie se retrouvent dans la couche IV de La Viña, qui, bien qu'attribuée au Magdalénien moyen, a livré plusieurs éléments barbelés unilatéraux au fût large et aux barbelures peu dégagées du fût (fig. 170, D ; J. Fortea (1990) nomme ce type «arpón inicial»). La répétition à l'identique d'un

même type de pièce, très rare par ailleurs, fournit un argument pour rapprocher chronologiquement la couche I/F1 d'Isturitz de la couche IV de La Viña — couche dont on a vu ci-dessus qu'elle avait également fourni de nombreuses pointes à base fourchue, et deux dates ¹⁴C correspondant à la période 14 500 - 13 300 calBC.

Enfin, rappelons que les fouilles menées par J. Virmont dans la grotte de Gourdan (Virmont, 1993) ont permis la découverte de plusieurs lambeaux de couches en place, épargnés par les fouilles Piette. L'une de ces couches (couche 6 de l'ensemble F-G 10-11-12), située à la base de la séquence stratigraphique du Magdalénien supérieur, a été daté par ¹⁴C de 13 210 ± 70 BP, soit 14 100 - 13 340 calBC (Gif-9137 ; fig. 170, E) ; selon J. Virmont (*ibid.*), elle serait attribuable au tout début du Magdalénien supérieur. Les fouilles récentes n'ayant malheureusement pas livré de pointes à base fourchue en contexte stratigraphique, aucun élément ne nous permet d'affirmer que les 130 pointes à base fourchue de Gourdan proviennent bien de cette couche, et non de l'une des 3 autres phases d'occupation magdaléniennes identifiées dans la grotte. Mais soulignons qu'il est tout de même troublant de constater que, dans le site qui a fourni la deuxième plus importante série de pointes à base fourchue connue (après celle d'Isturitz), on retrouve une possible trace de ce «vieux» Magdalénien supérieur qui, d'après les dates ¹⁴C, serait contemporain des occupations de la fin du Magdalénien moyen ayant livré des pointes à base fourchue...

Comme on le voit, nous n'entendons pas exposer ici une théorie mais plutôt faire part d'une intuition, qui demande à être étayée archéologiquement — le passage obligé étant, de notre point de vue, d'effectuer une série de datations radiocarbone par SMA des principales catégories de vestiges du Magdalénien d'Isturitz, au premier rang desquels les pointes à base fourchue. Toutefois, si ce type d'analyse peut fournir des éléments d'interprétation essentiels, les importantes marges d'erreur associées à la calibration des dates ¹⁴C pour cette période nous interdisent d'en espérer «la» réponse à nos interrogations. Dans ce domaine, la publication détaillée de séquences stratigraphiques longues issues de fouilles récentes reste, et restera encore longtemps, le meilleur aliment pour la discussion et l'étude comparative inter-site.

XIII.4. L'armement dans la transition culturelle du Magdalénien moyen au Magdalénien supérieur

L'idée de rechercher les indices d'une contemporanéité entre les occupations de la fin du Magdalénien moyen et du début du Magdalénien supérieur peut paraître, à première vue, relever d'un pur jeu de l'esprit ou d'un goût pour le paradoxe gratuit. Mais l'hypothèse d'une telle contemporanéité est au fond assez logique : à moins de supposer que la transition du Magdalénien moyen au Magdalénien supérieur s'est produite de façon simultanée et instantanée sur l'ensemble de la zone géographique considérée, ou qu'elle s'y est diffusée

⁸⁶ Recyclée en outil intermédiaire, cette pièce a déjà été évoquée in III.4.

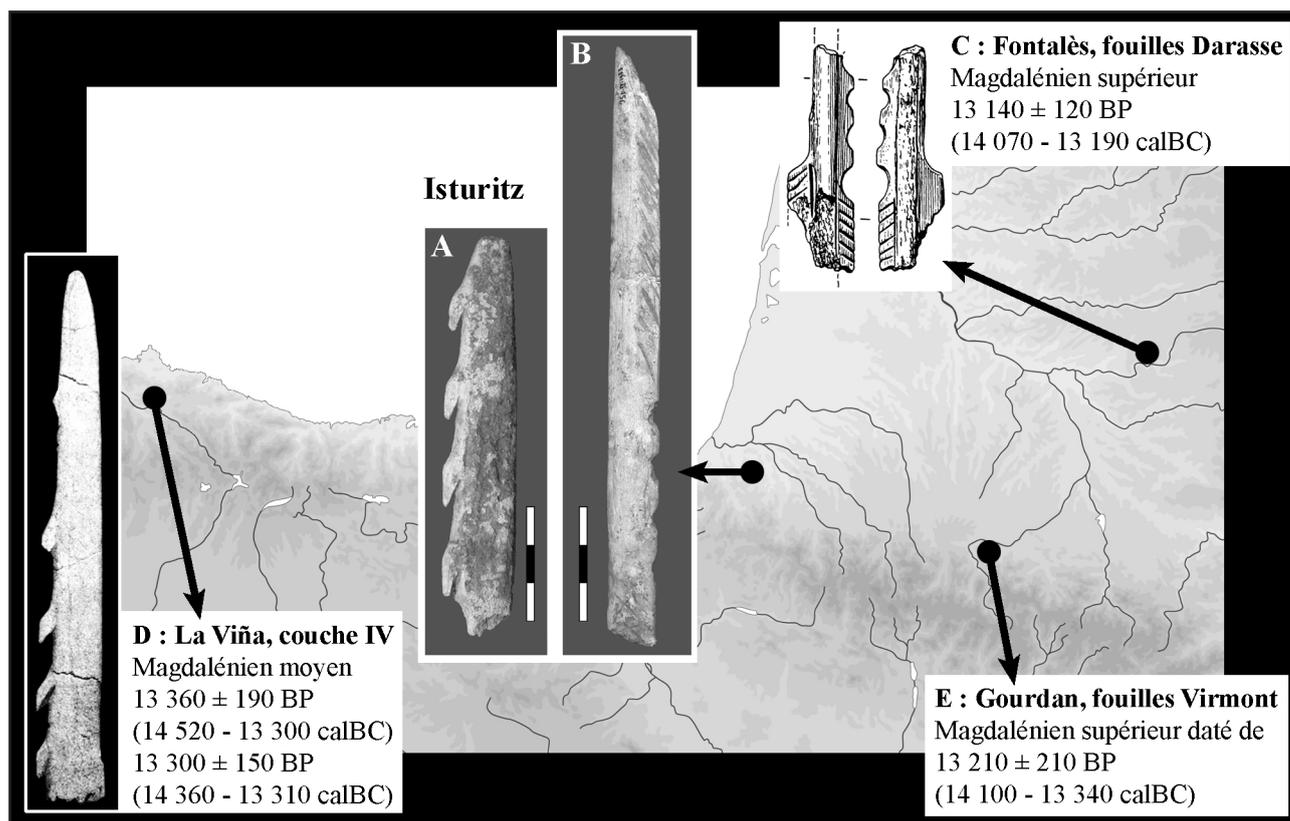


Fig. 170 : comparaisons intersites indiquant l'ancienneté possible du Magdalénien supérieur d'Isturitz (voir texte). A : Isturitz, harpon à un rang de barbelures (coll. Passemard, couche F1). B : Isturitz, objet à décor de crans et incisions (coll. Saint-Périer, couche II, réattribué au Magdalénien supérieur). C : Fontalès, objet à décor de crans et incisions (d'après Darasse et Guffroy, 1960, fig. 12, n° 1). D : La Viña, harpon à un rang de barbelures (d'après Fortea, 1983-86, fig. 7). E : datation de la phase ancienne du Magdalénien supérieur de Gourdan (d'après Virmont, 1993). Toutes les pièces sont à l'échelle 1/2.

à un rythme trop rapide pour que l'on puisse le percevoir archéologiquement, il a effectivement dû exister une période de transition plus ou moins longue, lors de laquelle cohabitaient dans le temps et dans l'espace des groupes représentant des faciès culturels que nous avons l'habitude de considérer comme successifs.

Si l'on accepte de suivre cette piste, les pointes à base fourchue, par leur distribution géographique et chronoculturelle, peuvent être vues comme un témoin privilégié de cette transition. Une production et une concentration massive dans un ou deux sites du Magdalénien supérieur (Isturitz, Gourdan ?) ; une présence attestée dans des sites du Magdalénien moyen, plus nombreux, couvrant une zone plus vaste, mais avec dans chaque gisement un effectif beaucoup plus réduit : loin d'être aberrante, cette situation nous semble compatible avec l'idée d'un objet fortement caractéristique d'un certain groupe, mais pouvant aussi être échangé, offert dans le cadre de déplacements, de rencontres avec d'autres groupes.

Même sans aller aussi loin dans l'interprétation, reste que les idées évoquées dans ce chapitre débouchent sur de nouvelles perspectives d'étude. L'analyse technologique des armatures de projectile de la couche I/F1 a permis de mieux comprendre la structuration du système d'armement des habitants d'Isturitz au Magdalénien supérieur — dans ses aspects strictement fonctionnels (emmanchement, propulsion, fractura-

tion), ainsi que dans une optique économique incluant les schémas de production et d'entretien des pointes. Mais la perspective chronoculturelle développée dans les pages qui précèdent nous a également montré que l'avènement de cette panoplie très particulière, dominée par les pointes à base fourchue, ne trouvait sa pleine signification que replacé parmi la série de changements qui, dans la zone pyrénéo-cantabrique, marquent le passage du Magdalénien moyen au Magdalénien supérieur, et qui affectent en particulier l'armement — en tout cas l'armement tel que nous le percevons à travers l'évolution typo-technologique des armatures.

Nous pensons ici également à plusieurs types de vestiges que nous avons jusqu'à présent peu évoqués. Il s'agit tout d'abord des baguettes demi-rondes : s'il est admis que ces pièces ont fonctionné par paires — fixées dos à dos pour former un objet de section ovale ou circulaire — la question de leur fonction reste plus incertaine, mais un usage comme armature a depuis longtemps été suggéré pour au moins une partie d'entre elles (Feruglio, 1992 ; Feruglio et Buisson, 1999). De fait, dans le Magdalénien d'Isturitz, ces pièces montrent dans leur écrasante majorité des extrémités de morphologie similaire aux bases des pointes de projectile présentes dans la même couche : dans le Magdalénien supérieur, fourche, ou biseau sur la face supérieure (formant un biseau double lorsque deux baguettes sont accolées) ; dans le Magdalénien moyen, biseau simple latéral ou base ogivale striée. Un tel « transfert

technique» est plus qu'une coïncidence, et pourrait effectivement renvoyer à un rôle identique. Or, si les baguettes demi-rondes sont souvent assez peu nombreuses dans les sites du Magdalénien supérieur, elles sont en revanche extrêmement bien représentées dans de nombreux gisements du Magdalénien moyen pyrénéen, où elles ont peut-être pris, dans la constitution de la panoplie d'armatures, une place équivalente ou supérieure à celle des autres pointes de projectile. Il est possible que la raréfaction de cette solution technique au Magdalénien supérieur représente, avec l'évolution des morphologies d'emmanchement, une deuxième grande mutation technologique des armatures à cette période.

Enfin, il est difficile d'évoquer l'armement du Magdalénien supérieur sans dire un mot à propos des armatures barbelées. Comme dans le cas précédent, et malgré de nombreuses réflexions – dont la plus détaillée reste celle de M. Julien (1982) – la ou les fonctions de ces objets restent aujourd'hui largement conjecturales : le pro-

blème du classement typologique des éléments barbelés, et surtout de leur sériation chronoculturelle, semble avoir en partie occulté la question de leur signification fonctionnelle. Il s'agit pourtant de l'un des seuls cas au Paléolithique supérieur où l'apparition d'un nouveau type de vestige nous renseigne directement sur l'introduction d'une nouvelle méthode de capture des proies : la chasse au harpon. Il s'avère dès lors essentiel de comprendre comment, et dans quelle mesure, cette innovation a modifié le système de prédation des sociétés magdaléniennes.

Nous ne pouvons, bien sûr, qu'effleurer ici ce sujet... espérant malgré tout qu'il contribue à convaincre notre lecteur d'une chose : les données technologiques exposées dans cet ouvrage ne prendront toute leur signification que lorsqu'elles pourront être comparées à d'autres résultats, issus de l'étude de séries provenant d'autres sites, situés eux aussi dans l'horizon chronologique de la transition entre les deux phases du Magdalénien.

Bibliographie

Pour les éditeurs et les collections, les abréviations suivantes sont utilisées :

- APAAA = Archaeological Papers of the American Anthropological Association (Washington, D.C.)
- APDCA = Association pour la Promotion et la Diffusion des Connaissances Archéologiques (Juan-les-pins)
- APRAIF = Association pour la Promotion de la Recherche Archéologique en Ile-de-France (Nemours)
- BAR = British Archaeological Reports (Oxford)
- CEDARC = Centre d'Etudes et de Documentation Archéologiques (Treignes)
- CNRS = Centre National de la Recherche Scientifique (Paris)
- CREP = Cercle de Recherches et d'Etudes Préhistoriques (Meudon)
- CTHS = Comité des Travaux Historiques et Scientifiques (Paris)
- EHESS = Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales (Paris)
- ERAUL = Etudes et Recherches Archéologiques de l'Université de Liège (Liège)
- PUF = Presses Universitaires de France (Paris)
- PUP = Publications de l'Université de Provence (Aix-en-Provence)
- RMN = Réunion des Musées Nationaux (Paris)
- SPF = Société Préhistorique Française (Paris)
- UNED = Universidad Nacional de Educación a Distancia (Madrid)

- Alix 2003**, ALIX (C.), Les dents percées ou encochées, in : *La grotte de La Vache (Ariège), I: les occupations du Magdalénien*, CLOTTE (J.), DELPORTE (H.) dir., Paris, CTHS / RMN, 2003, p. 368-390.
- Allain, Rigaud 1986**, ALLAIN (J.), RIGAUD (A.), Décor et fonction : quelques exemples tirés du Magdalénien, *L'Anthropologie*, 90, 1986, p. 713-738.
- Allain, Rigaud 1989**, ALLAIN (J.), RIGAUD (A.), Colles et mastics au Magdalénien, in : *Nature et fonction des foyers préhistoriques*, actes du colloque de Nemours, 1987, OLIVE (M.), TABORIN (Y.) dir., Nemours, APRAIF (Musée de Préhistoire d'Île-de-France, mémoire 2), 1989, p. 221-223.
- Allard, Jarry 1993**, ALLARD (M.), JARRY (M.), Collection R. et S. de Saint-Périer à Saint-Gaudens (Haute-Garonne), *Préhistoire ariégeoise*, 48, 1993, p. 47-83.
- Apellaniz 1990**, APELLANIZ (J.M.), Modèle d'analyse d'une école dans l'iconographie mobilière paléolithique : l'école des graveurs de chevaux hypertrophiés de La Madeleine, in : *L'Art des objets au Paléolithique*, colloque international Foix - Le Mas d'Azil, 16-21 novembre 1987, CLOTTE (J.) dir., Paris, Direction du Patrimoine (actes de colloques de la Direction du Patrimoine, 8), 2, 1990, p. 105-138.
- Arambourou 1985**, ARAMBOUROU (R.), Recherches de Préhistoire dans les Landes en 1984, *Bulletin de la Société de Borda*, 399 (3), 1985, p. 451-456.
- Arndt, Newcomer 1986**, ARNDT (S.), NEWCOMER (M.H.), Breakage patterns on prehistoric bone points, in : *Studies in the Upper Palaeolithic of Britain and Northwest Europe*, ROE (D. A.) dir., Oxford, Archaeopress (BAR International Series, 296), 1986, p. 165-173.
- Averbouh 2000**, AVERBOUH (A.), *Technologie de la matière osseuse travaillée et implications paléolithiques*, thèse de doctorat, Université Paris I, 2000, 2 vol., 500 p.
- Averbouh et al., 1999**, AVERBOUH (A.), BÉGOUËN (R.), CLOTTE (J.), Technique et économie du travail du bois de cervidé chez les Magdaléniens d'Enlène (Montesquieu-Avantès, Ariège) : vers l'identification d'un cycle saisonnier de production ? in : *Préhistoire d'os, recueil d'études sur l'industrie osseuse préhistorique offert à Henriette Camps-Fabrer*, JULIEN (M.), AVERBOUH (A.), RAMSEYER (D.) dir., Aix-en-Provence, PUP, 1999, p. 289-318.
- Averbouh, Bodu 2002**, AVERBOUH (A.), BODU (P.), Fiche perceur sur partie basilaire de bois de cervidé, in : *Fiches de la commission de nomenclature sur l'industrie de l'os préhistorique, Cahier X : Retouchoirs, compresseurs, perceurs... Os à impressions et éraillures*, PATOU-MATHIS (M.) dir., Paris, SPF, 2002, p. 117-131.
- Averbouh, Buisson 2003**, AVERBOUH (A.), BUISSON (D.), Les lissoirs, in : *La grotte de La Vache (Ariège), I: les occupations du Magdalénien*, CLOTTE (J.), DELPORTE (H.) dir., Paris, CTHS / RMN, 2003, p. 309-324.
- Averbouh, Cleyet-Merle 1995**, AVERBOUH (A.), CLEYET-MERLE (J.J.), Fiche hameçons, in : *Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique, Cahier VII : Éléments barbelés et apparentés*, CAMPS-FABRER (H.) dir., Treignes, CEDARC, 1995, p. 83-99.
- Averbouh, Provenzano 1998-99**, AVERBOUH (A.), PROVENZANO (N.), Propositions pour une terminologie du travail préhistorique des matières osseuses : I - Les techniques, *Préhistoire Anthropologie méditerranéennes*, 7-8, 1998-99, p. 5-25.
- Barandiarán 1967**, BARANDIARÁN MAESTU (I.), *El paleomesolítico del Pirineo occidental*, Zaragoza, Facultad de filosofía y letras (Monografías arqueológicas, 3), 1967, 443 p.
- Barandiarán 1973**, BARANDIARÁN MAESTU (I.), *Arte mueble del Paleolítico cantábrico*, Zaragoza, Departamento de prehistoria y arqueología de la Universidad de Zaragoza (Monografías arqueológicas, 14), 1973, 369 p.

- Beaufort, Jullien 1973, BEAUFORT (F. de), JULLIEN (R.), Les mammifères d'Isturitz de la collection Passemard, *Bulletin du Muséum d'Histoire naturelle de Marseille*, 33, 1973, p. 135-142.
- Beaune 1989, BEAUNE (S.A. de), Essai d'une classification typologique des galets et plaquettes utilisés au Paléolithique, *Gallia Préhistoire*, 31, 1989, p. 27-64.
- Beaune 1997, BEAUNE (S.A. de), *Les galets utilisés au Paléolithique supérieur*, Paris, CNRS (Suppléments à Gallia Préhistoire, 32), 1997, 298 p.
- Bégouën 1926, BÉGOUËN (H.), L'art mobilier dans la caverne du Tuc d'Audoubert (Ariège), *IPEK*, 1926, p. 219-228.
- Bégouën, Breuil 1958, BÉGOUËN (L.), BREUIL (H.), *Les cavernes du Volp : Trois-Frères, Tuc d'Audoubert*, Paris, Arts et métiers graphiques (Travaux de l'Institut de Paléontologie Humaine), 1958, 124 p.
- Bégouën, Clottes 1983, BÉGOUËN (R.), CLOTTES (J.), A propos d'une datation radiocarbone de l'habitat magdalénien du Tuc d'Audoubert, *Préhistoire ariégeoise*, 38, 1983, p. 119-122.
- Bellier 1984, BELLIER (C.), Contribution à l'étude de l'industrie osseuse préhistorique : les contours découpés du type «têtes d'herbivores», *Bulletin de la Société Royale Belge d'Anthropologie et de Préhistoire*, 95, 1984, p. 21-34.
- Bellier 1991a, BELLIER (C.), Fiche contours découpés du type «têtes d'herbivores», in : *Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique, Cahier IV : Objets de parure*, CAMPS-FABRER (H.) dir., Aix-en-Provence, PUP, 1991, p. 181-192.
- Bellier 1991b, BELLIER (C.), Fiche contours découpés du type «corps entiers ou protomés de quadrupèdes», in : *Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique, Cahier IV : Objets de parure*, CAMPS-FABRER (H.) dir., Aix-en-Provence, PUP, 1991, p. 193-199.
- Bellier 1991c, BELLIER (C.), Fiche contours découpés du type «poissons entiers ou partiels», in : *Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique, Cahier IV : Objets de parure*, CAMPS-FABRER (H.) dir., Aix-en-Provence, PUP, 1991, p. 201-207.
- Bellier et al. 1991, BELLIER (C.), BOTT (S.), CATTELLAIN (P.), Fiche rondelles, in : *Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique, Cahier IV : Objets de parure*, CAMPS-FABRER (H.) dir., Aix-en-Provence, PUP, 1991, p. 213-237.
- Bergman 1987, BERGMAN (C.A.), Hafting and use of bone and antler points from Ksar Akil, Lebanon, in : *La main et l'outil. Manches et emmanchements préhistoriques*, actes du colloque de Lyon, 1984, STORDEUR (D.) dir., Paris, CNRS (Travaux de la Maison de l'Orient, 15), 1987, p. 117-126.
- Bertrand 1995, BERTRAND (A.) *Les armatures de sagaies magdaléniennes en matière dure animale dans les Pyrénées*, thèse de doctorat, Université Paris I, 1995, 2 vol., 410 p. + annexes.
- Bertrand 1999, BERTRAND (A.), *Les armatures de sagaies magdaléniennes en matière dure animale dans les Pyrénées*, Oxford, Archaeopress (BAR International Series, 773), 1999, 139 p.
- Billamboz 1977, BILLAMBOZ (A.), L'industrie en bois de cerf en Franche-Comté au Néolithique et au début de l'Age du Bronze, *Gallia Préhistoire*, 20 (1), 1977, p. 91-176.
- Bleed 1986, BLEED (P.), The optimal design of hunting weapons : maintainability or reliability, *American Antiquity*, 51 (4), 1986, p. 737-747.
- Boivin, Omnès 1984, BOIVIN (L.), OMNÈS (J.), Vestiges préhistoriques trouvés dans les déblais de la grotte murée de Gourdan (Haute-Garonne), *Revue de Comminges - Pyrénées centrales*, 97 (2), 1984, p. 155-167.

- Bonnissent 1993**, BONNISSANT (D.), *Choix et exploitation des bois de renne sur le site de La Madeleine (Dordogne)*, mémoire de DEA, Université Bordeaux I, 1993.
- Bonnissent, Chauvière 1999**, BONNISSANT (D.), CHAUVIÈRE (F.X.), L'industrie sur matières dures animales, *in* : L'Habitat magdalénien de la grotte du Bourrouilla à Arancou (Pyrénées-Atlantiques), CHAUCHAT (C.) dir., *Gallia Préhistoire*, 41, 1999, p. 36-53.
- Bosinski 1990**, BOSINSKI (G.), *Homo sapiens : l'histoire des chasseurs du Paléolithique supérieur en Europe*, Paris, Errance, 1990, 281 p.
- Bouchud 1966**, BOUCHUD (J.), *Essai sur le Renne et la climatologie du Paléolithique moyen et supérieur*, Périgueux, Imprimerie Magne, 1966, 297 p.
- Bouvier 1977**, BOUVIER (J.M.) *Un gisement préhistorique : La Madeleine*, Numéro spécial du Bulletin de l'association pour le gisement préhistorique de La Madeleine, Périgueux, Fanlac, 86 p.
- Bouvier 1979**, BOUVIER (J.M.), La Madeleine : acquis récents, *in* : *La fin des temps glaciaires en Europe : chronostratigraphie et écologie des cultures du Paléolithique final*, actes du colloque de Talence, 24-28 mai 1977, SONNEVILLE-BORDES (D. de) dir., Paris, CNRS, 1979, 1, p. 435-441.
- Bouyssonie 1957**, BOUYSSONIE (J.), L'abri magdalénien de Jolivet, *in* : *Mélanges Pittard, offerts au Professeur Eugène Pittard par ses collègues et amis en l'honneur de son 90ème anniversaire*, Brive, 1957, p. 81-99.
- Breuil 1902**, BREUIL (H.), Station de l'Âge du Renne de Saint-Marcel (Indre) d'après les fouilles de M. Benoist, *L'Anthropologie*, 13, 1902, p. 145-165.
- Breuil 1913**, BREUIL (H.), Les subdivisions du Paléolithique supérieur et leur signification, *in* : *Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistoriques, compte rendu de la 14ème session, Genève, 1912*, DEONNA (W.) dir., Genève, Kündig, 1913, 1, p. 165-238.
- Breuil 1924**, BREUIL (H.), Notes de voyage paléolithique en Europe centrale, II, *L'Anthropologie*, 34, 1924, p. 515-552.
- Breuil 1925**, BREUIL (H.), Notes de voyage paléolithique en Europe centrale, III, *L'Anthropologie*, 35, 1925, p. 271-291.
- Breuil 1954**, BREUIL (H.), Le Magdalénien, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 51 (1-2), 1954, p. 59-66.
- Breuil, Obermaier 1912**, BREUIL (H.), OBERMAIER (H.), Les premiers travaux de l'Institut de Paléontologie Humaine, *L'Anthropologie*, 23, 1912, p. 1-27.
- Buisson 1990**, BUISSON (D.), Les flûtes paléolithiques d'Isturitz (Pyrénées-Atlantiques), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 87 (11-12), 1990, p. 420-433.
- Buisson 1999**, BUISSON (D.), A propos de trois raccords de «propulseurs», *in* : *Préhistoire d'os, recueil d'études sur l'industrie osseuse préhistorique offert à Henriette Camps-Fabrer*, JULIEN (M.), AVERBOUH (A.), RAMSEYER (D.) dir., Aix-en-Provence, PUP, 1999, p. 89-95.
- Buisson et al. 1996**, BUISSON (D.), FRITZ (C.), KANDEL (D.), PINÇON (G.), SAUVET (G.), TOSELLO (G.), Analyse formelle des contours découpés de têtes de chevaux : implications archéologiques, *in* : *Pyrénées préhistoriques, arts et sociétés*, actes du 118ème congrès des sociétés historiques et scientifiques, Pau, 25-29 octobre 1993, DELPORTE (H.), CLOTTES (J.) dir., Paris, CTHS, 1996, p. 327-340.
- Buisson, Pinçon 1984-85**, BUISSON (D.), PINÇON (G.), La grotte d'Isturitz (Pyrénées-Atlantiques) : pièces inédites de la collection Saint-Périer, *Antiquités nationales*, 16-17, 1984-85, p. 65-77.

- Cabrera 1984**, CABRERA VALDÉS (V.), *El yacimiento de la Cueva del Castillo (Puente Viesgo, Santander)*, Madrid, Consejo superior de investigaciones científicas (Bibliotheca praehistorica hispana, 22), 1984, 483 p.
- Camps-Fabrer 1990**, CAMPS-FABRER (H.), Fiche double pointe, in : *Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique, Cahier III : Poinçons, pointes, aiguilles, poignards*, CAMPS-FABRER (H.), RAMSEYER (D.), STORDEUR (D.) dir., Aix-en-Provence, PUP, 1990, fiche 15, 16 p.
- Capitan, Bouyssonie 1924**, CAPITAN (L.), BOUYSSONIE (J.), *Limeuil : son gisement à gravures sur pierres de l'Âge du Renne*, Paris, Nourry (publications de l'institut international d'anthropologie, 1), 1924, 41 p., 49 pl. h.t.
- Capitan, Peyrony 1928**, CAPITAN (L.), PEYRONY (D.), *La Madeleine, son gisement, son industrie, ses œuvres d'art*, Paris, Nourry (publications de l'institut international d'anthropologie, 2), 1928, 125 p.
- Carrère 1990**, CARRÈRE (P.), Contribution de la balistique au perfectionnement des études techno-fonctionnelles des pointes de projectile préhistoriques, *Paléo*, 2, 1990, p. 167-176.
- Carrère, Lepetz 1988**, CARRÈRE (P.), LEPETZ (S.), *Etude de la dynamique des pointes de projectile : élaboration d'une méthode*, mémoire de maîtrise, Université Paris I, 1988, 107 p.
- Cartailhac, Breuil 1907**, CARTAILHAC (E.), BREUIL (H.), Œuvres d'art de la collection de Vibraye au Museum National, *L'Anthropologie*, 18, 1907, p. 1-36.
- Castoriadis 1975**, CASTORIADIS (C.), *L'institution imaginaire de la société*, Paris, Seuil (Esprit), 1975, 498 p.
- Castoriadis 1999**, CASTORIADIS (C.), La «rationalité» du capitalisme, in : *Figures du pensable, les carrefours du labyrinthe VI*, CASTORIADIS (C.), Paris, Seuil (La couleur des idées), 1999, p. 65-92.
- Castoriadis, Donnet 1999**, CASTORIADIS (C.), DONNET (J.L.), Entretien Cornélius Castoriadis et Jean-Luc Donnet, in : *Dialogue*, CASTORIADIS (C.), Paris, L'Aube (Monde en cours / Intervention), 1999, p. 37-57.
- Cattelain 1986**, CATTELAÏN (P.), Traces macroscopiques d'utilisation sur les propulseurs paléolithiques, *Helinium*, 26, 1986, p. 193-205.
- Cattelain 1988**, CATTELAÏN (P.), *Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique, Cahier II : Propulseurs*, CAMPS-FABRER (H.) dir., Aix-en-Provence, PUP, 1988, 67 p.
- Cattelain 1989**, CATTELAÏN (P.), Un crochet de propulseur solutréen de la grotte de Combe-Saunière 1 (Dordogne), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 86 (7), 1989, p. 213-216.
- Cattelain 1993**, CATTELAÏN (P.), Fiche éléments intermédiaires de hampes de projectiles, in : *Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique, Cahier VI : Éléments récepteurs*, CAMPS-FABRER (H.) dir., Treignes, CEDARC, 1993, p. 15-22.
- Cattelain 1994**, CATTELAÏN (P.), La chasse au Paléolithique supérieur : arc ou propulseur, ou les deux ? *Archéo-Situla*, 21-24, 1994, p. 5-26.
- Cattelain 1995a**, CATTELAÏN (P.), Fiche protoharpons, in : *Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique, Cahier VII : Éléments barbelés et apparentés*, CAMPS-FABRER (H.) dir., Treignes, CEDARC, 1995, p. 59-66.
- Cattelain 1995b**, CATTELAÏN (P.), Armatures de projectiles en pierre ou en matière dure animale : un choix liée à l'environnement ? in : *Nature et culture*, actes du colloque de Liège, 13-17 décembre 1993, OTTE (M.) dir., Liège, Service de Préhistoire - Université de Liège (ERAUL, 68), 1995, p. 181-185.

- Cattelain 1997**, CATTELAÏN (P.), Hunting during the Upper Paleolithic : bow, spearthrower, or both ? *in* : *Projectile technology*, KNECHT (H.) dir., New York, Plenum press (Interdisciplinary contributions to archaeology), 1997, p. 213-240.
- Cattelain 2000**, CATTELAÏN (P.), L'apport de la comparaison ethnographique à la connaissance et aux tentatives de reconstitution des propulseurs paléolithiques, *in* : *La chasse dans la Préhistoire*, actes du colloque international de Treignes, 3-7 octobre 1990, BELLIER (C.), CATTELAÏN (P.), OTTE (M.) dir., Bruxelles, Société royale belge d'Anthropologie et de Préhistoire (Anthropologie et Préhistoire, 111) / Université de Liège - Service de Préhistoire (ERAUL, 51) / CEDARC (Artefacts, 8), 2000, p. 60-69.
- Cattelain 2004**, CATTELAÏN (P.), Apparition et évolution de l'arc et des pointes de flèches dans la Préhistoire européenne, *Bulletin de la société royale belge d'études géologiques et archéologiques - les chercheurs de la Wallonie*, 43, 2004, p. 11-27.
- Cattelain 2005**, CATTELAÏN (P.), Propulseurs magdaléniens : marqueurs culturels régionaux ? *in* : *Industrie osseuse et parures du Solutréen au Magdalénien en Europe*, actes de la table ronde sur le Paléolithique supérieur récent, Angoulême (Charente), 28-30 mars 2003, DUJARDIN (V.) dir., SPF (mémoires, 34), p. 301-317.
- Cattelain sous presse**, CATTELAÏN (P.), Les propulseurs d'Isturitz : problématique chronologique, *in* : *Les recherches archéologiques dans les grottes d'Isturitz et d'Oxocelhaya de 1912 à nos jours : une synthèse des résultats*, actes de la table ronde du cinquantenaire du classement comme Monument Historique des grottes d'Isturitz et d'Oxocelhaya, Hasparren, 14-15 novembre 2003, NORMAND (C.) dir., *Paléo* hors-série.
- Cattelain, Bellier 2002**, CATTELAÏN (P.), BELLIER (C.), *La Chasse dans la Préhistoire du Paléolithique au Néolithique en Europe... et ailleurs*, Treignes, CEDARC (Guides archéologiques du Malgré-tout), 2002, 70 p.
- Cattelain, Perpère 1993**, CATTELAÏN (P.), PERPÈRE (M.), Tir expérimental de sagaies et de flèches emmanchées de pointes de la Gravette, *Archéo-Situla*, 17-20, 1993, p. 5-28.
- Chadelle et al. 1991**, CHADELLE (J.P.), GENESTE (J.M.), PLISSON (H.), Processus fonctionnels de formation des assemblages technologiques dans les sites du Paléolithique supérieur. Les pointes de projectiles lithiques du Solutréen de la grotte de Combe-Saunière (Dordogne, France), *in* : *25 ans d'études technologiques en préhistoire, XIèmes Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes, 18-19-20 octobre 1990*, Juan-les-Pins, APDCA, 1991, p. 275-287.
- Chauchat 1999**, CHAUCHAT (C.), La grotte du Bourrouilla dans le contexte régional magdalénien, *in* : *L'Habitat magdalénien de la grotte du Bourrouilla à Arancou (Pyrénées-Atlantiques)*, CHAUCHAT (C.) dir., *Gallia Préhistoire*, 41, 1999, p. 133-142.
- Chauvière 2001**, CHAUVIÈRE (F.X.), La collection Chaplain-Duparc des musées du Mans : nouveaux éléments d'interprétation pour «la sépulture Sorde 1» de Duruthy (Sorde-l'Abbaye, Landes), *Paléo*, 13, 2001, p. 89-109.
- Chauvière, Rigaud 2005**, CHAUVIÈRE (F.X.), RIGAUD (A.), Les «sagaies» à «base raccourcie» ou les avatars de la typologie : du technique au «non-fonctionnel» dans le Magdalénien à navettes de la Garenne (Saint-Marcel, Indre), *in* : *Industrie osseuse et parures du Solutréen au Magdalénien en Europe*, actes de la table ronde sur le Paléolithique supérieur récent, Angoulême (Charente), 28-30 mars 2003, DUJARDIN (V.) dir., SPF (mémoires, 34), p. 233-242.
- Cheyrier 1958**, CHEYNIER (A.), Impromptu sur la séquence des pointes du Paléolithique supérieur, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 55, 1958, p. 190-205.
- Cheyrier, Gonzalez Echegaray 1964**, CHEYNIER (A.), GONZALEZ ECHEGARAY (J.), *La grotte de Valle*. Diputación provincial de Barcelona, Instituto de prehistoria y arqueología (Monografías, 10), 1964, 345 p.

- Chollot 1964**, CHOLLOT (M.), *Musée des Antiquités Nationales, collection Piette, art mobilier préhistorique*, Paris, Musées Nationaux, 1964, 477 p.
- Churchill 1993**, CHURCHILL (S.E.), Weapon technology, prey size selection, and hunting methods in modern hunter-gatherers : implications for hunting in the Palaeolithic and Mesolithic, in : *Hunting and animal exploitation in the Later Palaeolithic and Mesolithic of Eurasia*, PETERKIN (G.L.), BRICKER (H.M.), MELLARS (P.) dir., Washington DC, APAAA (4), 1993, p. 11-24.
- Clastres 1976**, CLASTRES (P.), Préface, in : *Âge de pierre, âge d'abondance : l'économie des sociétés primitives*, SAHLINS (M.), Paris, Gallimard, 1976, p. 11-30.
- Clastres 1980**, CLASTRES (P.), Archéologie de la violence : la guerre dans les sociétés primitives, in : CLASTRES (P.), *Recherches d'anthropologie politique*, Paris, Seuil, 1980, p. 171-207.
- Clément 1904**, CLÉMENT (E.), Notes on the Western-Australian aborigines, *Internationales Archiv für Ethnographie*, 16, 1904, p. 1-29.
- Clot, Cantet 1974**, CLOT (A.), CANTET (M.), La grotte ornée du Bois du Cantet, à Espèche (Hautes-Pyrénées), *Gallia Préhistoire*, 17, 1974, p. 69-100.
- Clot, Omnès 1979**, CLOT (A.), OMNÈS (J.), Premiers datages radiocarbone du Magdalénien des Hautes-Pyrénées, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 76 (10-12), 1979, p. 324-339.
- Clottes 1973**, CLOTTES (J.), Informations archéologiques - circonscription Midi-Pyrénées, *Gallia Préhistoire*, 16 (2), 1973, p. 481-523.
- Clottes 1989**, CLOTTES (J.), Le Magdalénien des Pyrénées, in : *Le Magdalénien en Europe. La structuration du Magdalénien*, actes du colloque de Mayence, 1987, RIGAUD (J.Ph.) dir., Liège, Service de Préhistoire - Université de Liège (ERAUL, 38), 1989, p. 281-360.
- Clottes, Delporte 2003**, CLOTTES (J.), DELPORTE (H.) dir., *La Grotte de La Vache (Ariège)*, Paris, CTHS / RMN, 2003, 2 vol., 870 p.
- Collectif 1974**, Débat général sur l'orientation et la désignation des différentes parties d'un objet en os, in : *Premier colloque international sur l'industrie de l'os dans la préhistoire, Abbaye de Sénanque, avril 1974*, CAMPS-FABRER (H.) dir., Aix-en-Provence, CNRS / PUP, 1974, p. 109-110.
- Corchón 1983**, CORCHÓN RODRIGUEZ (M.S.), La azagaya de base ahorquillada en el Magdaleniense cantábrico : tipología y encuadre cronológico, in : *Homenaje al prof. Martín Almagro Basch*, Madrid, Ministerio de Cultura, 1, 1983, p. 219-230.
- Corchón 1995a**, CORCHÓN RODRIGUEZ (M.S.), Reflexiones acerca de la cronología del Magdaleniense cantábrico. Las dataciones ¹⁴C de la Cueva de Las Caldas (Asturias, España), *Zephyrus*, 48, 1995, p. 3-19.
- Corchón 1995b**, CORCHÓN RODRIGUEZ (M.S.), La Cueva de Las Caldas (Priorio, Oviedo). III. Resultados preliminares de las excavaciones (campanías 1991-1994), *Excavaciones arqueológicas en Asturias, 1991-94*, 1995, p. 45-60.
- Corchón 1996**, CORCHÓN RODRIGUEZ (M.S.), Os d'oiseau gravé [notice de catalogue], in : *L'art préhistorique des Pyrénées, catalogue d'exposition tenue au Musée des Antiquités Nationales, 2 avril - 8 juillet 1996*, Paris, RMN, 1996, p. 321.
- Corchón 2004**, CORCHÓN RODRIGUEZ (M.S.), Europa 16500-14000 a.C.: un lenguaje común, in : *La materia del lenguaje prehistórico. El arte mueble paleolítico de Cantabria en su contexto*, ARIAS CABAL (P.), ONTAÑÓN PEREDO (R.) dir., Santander, Gobierno de Cantabria, 2004, p. 105-126.

- Cordier 1990**, CORDIER (G.), Blessures préhistoriques animales et humaines avec armes ou projectiles conservés, *Bulletin de la société préhistorique française*, 87 (10-12), 1990, p. 462-480.
- Crémades 1996**, CRÉMADES (M.), L'art mobilier pyrénéen. Analogies technologiques et relations inter-sites, in : *Pyrénées préhistoriques, arts et sociétés*, actes du 118ème congrès des sociétés historiques et scientifiques, Pau, 25-29 octobre 1993, DELPORTE (H.), CLOTTES (J.) dir., Paris, CTHS, 1996, p. 367-379.
- Croste 1918**, CROSTE (R.), Visite aux grottes d'Isturitz, *Bulletin de la société bayonnaise d'études régionales*, 4, 1918, p. 127-132.
- Daniel 1972**, DANIEL (R.), Notes sur l'outillage lithique magdalénien du grand abri des Marseilles, à Laugerie-Basse, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 69 (3), 1972, p. 73-79.
- Darasse, Guffroy 1960**, DARASSE (P.), GUFFROY (S.), Le Magdalénien supérieur de l'abri de Fontalès près Saint-Antonin (Tarn-et-Garonne), *L'Anthropologie*, 64 (1-2), 1960, p. 1-35.
- Davie 1931**, DAVIE (M.R.), *La guerre dans les sociétés primitives*, Paris, Payot, 1931, 440 p.
- Deffarge et al. 1974**, DEFFARGE (R.), LAURENT (P.), SONNEVILLE-BORDES (D. de), Ciseaux ou lissoirs magdaléniens, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 71 (3), 1974, p. 85-96.
- Deffarge et al. 1975**, DEFFARGE (R.), LAURENT (P.), SONNEVILLE-BORDES (D. de), L'Art mobilier du Magdalénien supérieur de l'Abri Morin à Pessac-sur-Dordogne (Gironde), *Gallia Préhistoire*, 18, 1975, p. 1-64.
- Deffarge et al. 1977**, DEFFARGE (R.), LAURENT (P.), SONNEVILLE-BORDES (D. de), Sagaies et ciseaux du Magdalénien supérieur de Morin, Gironde. Un essai de définition, in : *Méthodologie appliquée à l'industrie de l'os préhistorique*, actes du 2ème colloque sur l'industrie de l'os dans la préhistoire, Abbaye de Sénanque, 9-12 juin 1976, CAMPS-FABRER (H.) dir., Paris, CNRS, 1977, p. 99-110.
- Delporte 1967**, DELPORTE (H.), Brassempouy : ses industries d'après la collection Piette, *Zephyrus*, 18, 1967, p. 5-41.
- Delporte 1974a**, DELPORTE (H.), Le Moustérien d'Isturitz d'après la collection Passemard (Musée des Antiquités Nationales), *Zephyrus*, 25, 1974, p. 17-42.
- Delporte 1974b**, DELPORTE (H.), Le Magdalénien de la grotte d'Aurensan, à Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées), *Antiquités nationales*, 6, 1974, p. 10-25.
- Delporte 1979**, DELPORTE (H.), Le Mas d'Azil : ses industries d'après la collection Piette. Etude préliminaire, in : *La fin des temps glaciaires en Europe : chronostratigraphie et écologie des cultures du Paléolithique final*, actes du colloque de Talence, 24-28 mai 1977, SONNEVILLE-BORDES (D. de) dir., Paris, CNRS, 1979, 2, p. 615-621.
- Delporte 1980-81**, DELPORTE (H.), La collection Saint-Périer et le Paléolithique d'Isturitz : une acquisition prestigieuse, *Antiquités nationales*, 12-13, 1980-81, p. 20-26.
- Delporte 1987**, DELPORTE (H.) dir., *Edouard Piette : histoire de l'art primitif*, Paris, Picard, 1987, 276 p.
- Delporte, Mons 1977**, DELPORTE (H.), MONS (L.), Etat des travaux sur les pointes en os magdaléniennes, in : *Méthodologie appliquée à l'industrie de l'os préhistorique*, actes du 2ème colloque sur l'industrie de l'os dans la préhistoire, Abbaye de Sénanque, 9-12 juin 1976, CAMPS-FABRER (H.) dir., Paris, CNRS, 1977, p. 69-77.
- Delporte, Mons 1988a**, DELPORTE (H.), MONS (L.), Fiche sagaie à base fourchée, in : *Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique, Cahier I : Sagaies*, CAMPS-FABRER (H.) dir., Aix-en-Provence, PUP, 1988, fiche 6, 13 p.

- Delporte, Mons 1988b**, DELPORTE (H.), MONS (L.), Fiche sagaie à biseau double (bifacial), in : *Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique, Cahier I : Sagaies*, CAMPS-FABRER (H.) Dir., Aix-en-Provence, PUP, 1988, fiche 4, 11 p.
- Delporte, Mons 1988c**, DELPORTE (H.), MONS (L.), Fiche sagaie à biseau simple (unifacial), in : *Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique, Cahier I : Sagaies*, CAMPS-FABRER (H.) Dir., Aix-en-Provence, PUP, 1988, fiche 3, 17 p.
- Delporte, Mons 1988d**, DELPORTE (H.), MONS (L.), Fiche sagaie à double pointe, in : *Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique, Cahier I : Sagaies*, CAMPS-FABRER (H.) Dir., Aix-en-Provence, PUP, 1988, fiche 7, 12 p.
- Duport 1987**, DUPORT (L.), Grotte de Montgaudier, commune de Montbron (Charente) : le foyer et les gravures magdaléniennes, in : *Préhistoire de Poitou-Charente, problèmes actuels*, actes du 111^{ème} congrès national des sociétés savantes, Poitiers, 1986, Paris, CTHS, 1987, p. 37-48.
- Eastham 1995**, EASTHAM (A.S.), L'écologie avienne, in : *Les derniers chasseurs de rennes du monde pyrénéen. L'abri Dufaure : un gisement tardiglaciaire en Gascogne (fouilles 1980-1984)*, STRAUS (L.G.) dir., Paris, SPF (mémoires, 22), 1995, p. 219-245.
- Eastham 1998**, EASTHAM (A.S.), Magdalenians and Snowy owls : bones recovered at the grotte de Bourrouilla, Arancou (Pyrénées-Atlantiques), *Paléo*, 10, 1998, p. 95-107.
- Ellis 1997**, ELLIS (C.J.), Factors influencing the use of stone projectile tips : an ethnographic perspective, in : *Projectile technology*, KNECHT (H.) dir., New York, Plenum press (Interdisciplinary contributions to archaeology), 1997, p. 37-74.
- Esparza 1990**, ESPARZA (X.), *El Paleolítico superior de la cueva de Isturitz en la Baja Navarra (Francia)*, thèse de doctorat, UNED, 1990, 3 vol., 1088 p.
- Esparza 1995**, ESPARZA SAN JUAN (X.), *La Cueva de Isturitz. Su yacimiento y sus relaciones con la Cornisa cantábrica durante el Paleolítico superior*, Madrid, UNED, 1995, 309 p.
- Esparza, Mujika 1996**, ESPARZA SAN JUAN (X.), MUJIKALUSTIZA (J.A.), La cueva de Isturitz en el Pirineo occidental, in : *Pyrénées préhistoriques, arts et sociétés*, actes du 118^{ème} congrès des sociétés historiques et scientifiques, Pau, 25-29 octobre 1993, DELPORTE (H.), CLOTTES (J.) dir., Paris, CTHS, 1996, p. 73-86.
- Féaux 1905**, FÉAUX (M.), *Musée du Périgord, catalogue de la série A : collections préhistoriques*, Périgueux, Joucla, 1905, 247 p.
- Ferrier 1938**, FERRIER (J.), *La préhistoire en Gironde*, Le Mans, Monnoyer, 1938, 336 p.
- Feruglio 1987**, FERUGLIO (V.), *Les baguettes demi-rondes d'Enlène (Montesquieu-Avantès, Ariège)*, mémoire de maîtrise, Université Paris I, 1987, 141 p. + annexes.
- Feruglio 1992**, FERUGLIO (V.), Fiche baguettes demi-rondes, in : *Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique, Cahier V : Bâtons percés, baguettes*, CAMPS-FABRER (H.) dir., Treignes, CEDARC, 1992, p. 71-83.
- Feruglio, Buisson 1999**, FERUGLIO (V.), BUISSON (D.), Accolements de pièces à section demi-ronde, in : *Préhistoire d'os, recueil d'études sur l'industrie osseuse préhistorique offert à Henriette Camps-Fabrer*, JULIEN (M.), AVERBOUH (A.), RAMSEYER (D.) dir., Aix-en-Provence, PUP, 1999, p. 143-149.
- Fischer 1985**, FISCHER (A.), Hunting with flint-tipped arrows : results and experiences from practical experiments, in : *The Mesolithic in Europe*, BONSALL (C.) dir., Edimbourg, John Donald Publishers, 1985, p. 29-39.

- Fischer *et al.* 1984, FISCHER (A.), VEMMING-HANSEN (P.), RASMUSSEN (P.), Macro and micro wear traces on lithic projectile points : experimental results and prehistoric examples, *Journal of Danish archaeology*, 3, 1984, p. 19-46.
- Fontugne, Hatté 1999, FONTUGNE (M.), HATTÉ (C.), Datations radiocarbone, *in* : L'Habitat magdalénien de la grotte du Bourrouilla à Arancou (Pyrénées-Atlantiques), CHAUCHAT (C.) dir., *Gallia Préhistoire*, 41, 1999, p. 10-12.
- Fortea 1990, FORTEA PÉREZ (J.), Abrigo de La Viña. Informe de las campañas 1980-1986, *Excavaciones arqueológicas en Asturias, 1983-86*, 1990, p. 55-68.
- Fortea *et al.* 1995, FORTEA PÉREZ (J.), RASILLA VIVES (M. de la), RODRÍGUEZ OTERO (V.), La Cueva de Llonín (Llonín, Peñamellera Alta). Campañas de 1991 a 1994, *Excavaciones arqueológicas en Asturias, 1991-94*, 1995, p. 32-43.
- Frison, Zeimens 1980, FRISON (G.C.), ZEIMENS (G.M.), Bone projectile points : an addition to the Folsom cultural complex, *American antiquity*, 45 (2), 1980, p. 231-237.
- Frossard, Frossard 1870, FROSSARD (E.), FROSSARD (C.L.), Note sur la grotte d'Aurensan, Pyrénées – Âge du Renne, *Matériaux pour l'histoire de l'homme, 2ème série*, 6 (5), 1870, p. 205-216.
- Fullola *et al.* 1996, FULLOLA I PERICOT (J.A.), GARCÍA-ARGÜELLES I ANDREU (P.), BERGADÀ I ZAPATA (M.M.), Le Magdalénien dans la partie orientale des Pyrénées, *in* : *Pyrénées préhistoriques, arts et sociétés*, actes du 118ème congrès des sociétés historiques et scientifiques, Pau, 25-29 octobre 1993, DELPORTE (H.), CLOTTES (J.) dir., Paris, CTHS, 1996, p. 231-241.
- Gambier 1990-91, GAMBIER (D.), Les vestiges humains du gisement d'Isturitz (Pyrénées-Atlantiques). Etude anthropologique et analyse des traces d'action humaine intentionnelle, *Antiquités nationales*, 22-23, 1990-91, p. 9-26.
- Gambier 1996, GAMBIER (D.), Les pratiques funéraires au Magdalénien dans les Pyrénées françaises, *in* : *Pyrénées préhistoriques, arts et sociétés*, actes du 118ème congrès des sociétés historiques et scientifiques, Pau, 25-29 octobre 1993, DELPORTE (H.), CLOTTES (J.) dir., Paris, CTHS, 1996, p. 263-277.
- Geneste, Plisson 1986, GENESTE (J.M.), PLISSON (H.), Le Solutréen de la grotte de Combe-Saunière I (Dordogne) : première approche paléthnologique, *Gallia Préhistoire*, 29, 1986, p. 9-27.
- Geneste, Plisson 1990, GENESTE (J.M.), PLISSON (H.), Technologie fonctionnelle des pointes à cran solutréennes : l'apport des nouvelles données de la grotte de Combe-Saunière, *in* : *Feuilles de pierre. Les industries à pointes foliacées du Paléolithique supérieur européen*, actes du colloque de Cracovie, 1989, KOZŁOWSKI (J.K.) dir., Liège, Service de Préhistoire - Université de Liège (ERAUL, 42), 1990, p. 293-332.
- Girod, Massénat 1900, GIROD (P.), MASSÉNAT (E.), *Les stations de l'Âge du Renne dans les vallées de la Vézère et de la Corrèze*, Paris, Baillièrre & fils, 1900, 101 p.
- González Sainz, 1989 GONZÁLEZ SAINZ (C.), *El Magdaleniense Superior-Final de la región cantábrica*, Santander, Universidad de Cantabria, 1989, 318 p.
- Gordon 1986, GORDON (B.), Of men and reindeer herds in French Magdalenian prehistory, *in* : *The Pleistocene perspective, the World Archaeological Congress, 1-7 september 1986*, DAY (M.), FOLEY (R.) dir., Southampton & London, Allen & Unwin, 2, 1986, 22 p.
- Gourichon 1994, GOURICHON (L.), *Les Harfangs (Nyctea scandiaca L.) du gisement magdalénien du Morin (Gironde). Analyse taphonomique des restes d'un rapace nocturne chassé et exploité par les hommes préhistoriques*, mémoire de maîtrise, Université Lumière-Lyon II, 1994.

- Goutas 2002**, GOUTAS (N.), L'exploitation des bois de cervidés dans les niveaux gravettiens de la grotte d'Isturitz (Pyrénées-Atlantiques) : le procédé d'extraction de baguette par double rainurage longitudinal, in : *L'Industrie osseuse pré- et protohistorique en Europe. Approches technologiques et fonctionnelles*, actes du colloque 1.6, 14ème Congrès de l'UISPP, Liège, 2-8 septembre 2001, PATOU-MATHIS (M.), CATTELAÏN (P.), RAMSEYER (D.) dir., Bulletin du Cercle Archéologique Hesbaye-Condruz, 26, 2002, p. 19-28.
- Goutas 2003**, GOUTAS (N.), Identification de deux procédés de débitage inédits du bois de cervidés dans les niveaux gravettiens de Laugerie-Haute Est et Ouest, *Paléo*, 15, 2003, p. 255-262.
- Goutas 2004**, GOUTAS (N.), *Caractérisation et évolution du Gravettien en France par l'analyse techno-économique des industries en matières osseuses*, thèse de doctorat, Université Paris I, 2004, 2 vol., 680 p.
- Graebner 1909**, GRAEBNER (F.), Völkerkunde der Santa-Cruz Inseln, *Ethnologica*, 1, 1909, p. 71-184.
- Gramsch 2000**, GRAMSCH (B.), Mesolithic bone points : hunting weapons or fishing equipment, in : *La chasse dans la Préhistoire*, actes du colloque international de Treignes, 3-7 octobre 1990, BELLIER (C.), CATTELAÏN (P.), OTTE (M.) dir., Bruxelles, Société royale belge d'Anthropologie et de Préhistoire (Anthropologie et Préhistoire, 111) / Université de Liège - Service de Préhistoire (ERAUL, 51) / CEDARC (Artefacts, 8), 2000, p. 109-113.
- Griffin 1997**, GRIFFIN (P.B.), Technology and variation in arrow design among the Agta of Northeastern Luzon, in : *Projectile technology*, KNECHT (H.) dir., New York, Plenum press (Interdisciplinary contributions to archaeology), 1997, p. 267-286.
- Grisard 2000**, GRISARD (J.), *Les plaquettes gravées magdaléniennes d'Isturitz (Pyrénées-Atlantiques). Première approche : généralités et originalités du corpus*, mémoire de maîtrise, Université de Paris I, 2000, 2 vol., 79 p. + annexes.
- Guilaine, Zammit 2001**, GUILAÏNE (J.), ZAMMIT (J.), *Le sentier de la guerre : visages de la violence préhistorique*, Paris, Seuil, 2001, 372 p.
- Guthrie 1983**, GUTHRIE (R.D.), Osseous projectile points : biological considerations affecting raw material selection and design among paleolithic and paleoindian people, in : *Animals and archaeology, I : hunters and their prey*, CLUTTON-BROCK (J.), GRIGSON (C.) dir., Oxford, Archaeopress (BAR International Series, 165), 1983, p. 273-294.
- Hardy 1891**, HARDY (M.), La station quaternaire de Raymondén à Chancelade (Dordogne) et la sépulture d'un chasseur de rennes, *Bulletin de la société historique et archéologique du Périgord*, 18, 1891, p. 65-69 + 121-135 + 195-212.
- Haudricourt 1964**, HAUDRICOURT (A.G.), La technologie, science humaine, *La Pensée*, 115, 1964, p. 28-35.
- Haudricourt 1968**, HAUDRICOURT (A.G.), La technologie culturelle : essai de méthodologie, in : *Ethnologie générale*, POIRIER (J.) dir., Paris, Gallimard (La Pléiade), 1968, p. 731-822.
- Haudricourt 1987**, HAUDRICOURT (A.G.), *La technologie, science humaine. Recherches d'histoire et d'ethnologie des techniques*, Paris, Maison des Sciences de l'Homme, 1987, 343 p.
- Hernández Pacheco 1923**, HERNÁNDEZ PACHECO (E.), *La Vida de nuestros antecesores paleolíticos*, Madrid, Museo nacional de ciencias naturales (Comisión de investigaciones paleontológicas y prehistóricas, 31), 1923, 38 p.
- Höneisen, Peyer 1994**, HÖNEISEN (M.), PEYER (S.), *Schweizersbild. Ein Jägerlager der Späteiszeit. Beiträge und Dokumente zur Ausgrabung vor 100 Jahren*, Schaffhausen, Schaffhauser Archäologie (2), 1994, 236 p.

- Houmard 2003a**, HOUMARD (C.), *Les têtes de projectile rainurées du site de La Garenne (Indre) : études typo-technologiques et fonctionnelles*, mémoire de maîtrise, Université Paris I, 2003, 132 p. + annexes.
- Houmard 2003b**, HOUMARD (C.), Réflexions sur les têtes de projectiles rainurées d'après l'étude du site de La Garenne (Indre), in : *Transformation et utilisation préhistoriques des matières osseuses. Actualité des recherches universitaires en France 2000-2004*, AVERBOUH (A.), CHRISTENSEN (M.) dir., *Préhistoire Anthropologie méditerranéennes*, 12, p. 165-172.
- Houmard 2004**, HOUMARD (C.), *L'exploitation du bois de cervidé à Laugerie-Basse : approche typo-technologique du matériel magdalénien de l'abri classique*, mémoire de DEA, Université Paris I, 2004, 2 vol., 47 p. + annexes.
- Inizan et al. 1995**, INIZAN (M.L.), REDURON-BALLINGER (M.), ROCHE (H.), TIXIER (J.), *Préhistoire de la pierre taillée, 4 : technologie de la pierre taillée*, Meudon, CREP, 1995, 199 p.
- Julien 1982**, JULIEN (M.), *Les harpons magdaléniens*, Paris, CNRS (Suppléments à Gallia Préhistoire, 17), 1982, 299 p.
- Julien 1995**, JULIEN (M.), Fiche harpons magdaléniens, in : *Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique, Cahier VII : Eléments barbelés et apparentés*, CAMPS-FABRER (H.) dir., Treignes, CEDARC, 1995, p. 13-28.
- Julien 1999**, JULIEN (M.), Une tendance créatrice au Magdalénien : à propos de stries d'adhérence sur quelques harpons, in : *Préhistoire d'os, recueil d'études sur l'industrie osseuse préhistorique offert à Henriette Camps-Fabrer*, JULIEN (M.), AVERBOUH (A.), RAMSEYER (D.) dir., Aix-en-Provence, PUP, 1999, p. 133-142.
- Junkmanns 2001**, JUNKMANN (J.), *Arc et flèche. Fabrication et utilisation au Néolithique*, Bienne, Musée Schwab, 2001, 62 p.
- Knecht 1991a**, KNECHT (H.), *Technological innovation and design during the Early Upper Paleolithic : a study of organic projectile technologies*, Ph.D. dissertation, New York University (Department of Anthropology), 1991, 730 p.
- Knecht 1991b**, KNECHT (H.), The role of innovation in changing Early Upper Paleolithic organic projectile technologies, *Techniques et culture*, 17-18, 1991, p. 115-144.
- Knecht 1993a**, KNECHT (H.), Splits and wedges : the techniques and technology of early Aurignacian antler working, in : *Before Lascaux. The complex record of the Early Upper Palaeolithic*, KNECHT (H.), PIKE-TAY (A.), WHITE (R.) dir., Boca Raton, CRC press, 1993, p. 137-162.
- Knecht 1993b**, KNECHT (H.), Early Upper Palaeolithic approaches to bone and antler projectile technology, in : *Hunting and animal exploitation in the Later Palaeolithic and Mesolithic of Eurasia*, PETERKIN (G.L.), BRICKER (H.M.), MELLARS (P.) dir., Washington, DC, APAAA (4), 1993, p. 33-47.
- Knecht 1997a**, KNECHT (H.), The history and development of projectile technology research, in : *Projectile technology*, KNECHT (H.) dir., New York, Plenum press (Interdisciplinary contributions to archaeology), 1997, p. 3-35.
- Knecht 1997b**, KNECHT (H.), Projectile points of bone, antler and stone : experimental explorations of manufacture and use, in : *Projectile technology*, KNECHT (H.) dir., New York, Plenum press (Interdisciplinary contributions to archaeology), 1997, p. 191-212.
- Kühn 1929**, KÜHN (H.), *Kunst und Kultur der Vorzeit Europas. Das Paläolithikum*, Berlin - Leipzig, Walter de Gruyter, 1929, 529 p.

- Laplace 1984**, LAPLACE (G.), Grotte d'Isturitz, in : *L'Art des cavernes. Atlas des grottes ornées paléolithiques françaises*, Paris, Ministère de la Culture - Imprimerie nationale, 1984, p. 280-282.
- Laroulandie 2000**, LAROULANDIE (V.), *Taphonomie et archéozoologie des Oiseaux en grotte : applications aux sites paléolithiques du Bois-Ragot (Vienne), de Combe-Saunière (Dordogne) et de La Vache (Ariège)*, thèse de doctorat, Université de Bordeaux I, 2000, 396 p.
- Laroulandie 2003**, LAROULANDIE (V.), Exploitation des oiseaux au Magdalénien en France : état des lieux, in : *Mode de vie au Magdalénien : apports de l'archéozoologie / Zooarchaeological insights into Magdalenian lifeways*, actes du colloque 6.4, 14ème Congrès de l'UISPP, Liège, 2-8 septembre 2001, COSTAMAGNO (S.), LAROULANDIE (V.) dir., Oxford, Archaeopress (BAR International Series, S1144), 2003, p. 149-158.
- Larribau, Prudhomme 1983**, LARRIBAU (J.D.), PRUDHOMME (S.), La grotte ornée d'Erberua (Pyrénées-Atlantiques) : note préliminaire, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 80 (9), 1983, p. 280-285.
- Lartet, Chaplain-Duparc 1874**, LARTET (L.), CHAPLAIN-DUPARC (H.), Sur une sépulture des anciens troglodytes des Pyrénées superposée à un foyer contenant des débris humains associés à des dents sculptées de lion et d'ours, *Matériaux pour l'histoire primitive et naturelle de l'Homme*, 10 (5), 1874, p. 101-167.
- Lartet, Christy 1875**, LARTET (E.), CHRISTY (H.), *Reliquiae Aquitanicae*, Londres, William & Norgate / Paris, Baillière, 1875, 302 p.
- Laurent 1977**, LAURENT (P.), Le dessin de l'industrie osseuse préhistorique, in : *Méthodologie appliquée à l'industrie de l'os préhistorique*, actes du 2ème colloque sur l'industrie de l'os dans la préhistoire, Abbaye de Sénanque, 9-12 juin 1976, CAMPS-FABRER (H.) dir., Paris, CNRS, 1977, p. 27-48.
- Leclerc, Tarrête 1997**, LECLERC (J.), TARRÊTE (J.), Guerre, in : *Dictionnaire de la préhistoire*, LEROI-GOURHAN (A.) dir., Paris, PUF (Quadrige), 1997, p. 477.
- Le Dosseur 2004**, LEDOSSEUR (G.), Fiche travail de l'os au Proche-Orient durant l'Épipaléolithique récent (Natoufien), in : *Industrie de l'os préhistorique, Cahier XI : Matières et techniques*, RAMSEYER (D.) dir., Paris, SPF, p. 89-112.
- Leesch 1997**, LEESCH (D.) dir., *Hauterive-Champréveyres 10. Un campement magdalénien au bord du lac de Neuchâtel - cadre chronologique et culturel, mobilier et structures, analyse spatiale (secteur 1)*, Neuchâtel, Musée cantonal d'archéologie (Archéologie neuchâteloise, 19), 1997, 270 p.
- Lefebvre 1994**, LEFEBVRE (K.), *Les lissiers magdaléniens d'Isturitz, collection Saint-Périer*, mémoire de maîtrise, Université Paris I, 1994, 2 vol., 151 p. + annexes.
- Legrand 2000**, LEGRAND (A.), *Vers une identification technologique et fonctionnelle des outils biseautés en matière osseuse. Le site magdalénien de la Garenne Saint-Marcel (Indre)*, mémoire de DEA, Université Paris I, 2000, 2 vol., 51 p. + annexes.
- Lenoir 1983**, LENOIR (M.), *Le Paléolithique des basses vallées de la Dordogne et de la Garonne*, thèse de doctorat, Université Bordeaux I, 1983, 702 p. + annexes.
- Leroi-Gourhan 1943**, LEROI-GOURHAN (A.), *Evolution et techniques, 1. L'Homme et la matière*, Paris, Albin Michel, 1943, 367 p.
- Leroi-Gourhan 1945**, LEROI-GOURHAN (A.), *Evolution et techniques, 2. Milieu et technique*, Paris, Albin Michel, 1945, 512 p.
- Leroi-Gourhan 1965**, LEROI-GOURHAN (A.), *Préhistoire de l'art occidental*, Paris, Mazenod, 1965, 482 p.

- Leroi-Gourhan 1959, LEROI-GOURHAN (Arl.), Résultats de l'analyse pollinique de la grotte d'Isturitz, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 56 (9-10), 1959, p. 619-624.
- Leroi-Gourhan, Allain 1979, LEROI-GOURHAN (Arl.), ALLAIN (J.), *Lascaux inconnu*, Paris, CNRS (Suppléments à Gallia Préhistoire, 12), 1979, 381 p.
- Leroi-Gourhan, Thiébaud 2003, LEROI-GOURHAN (Arl.), THIÉBAUD (S.), La végétation lors du Magdalénien, in : *La grotte de La Vache (Ariège), I : les occupations du Magdalénien*, CLOTTE (J.), DELPORTE (H.) dir., Paris, CTHS / RMN, 2003, p. 63-71.
- Leroy-Prost 1975, LEROY-PROST (C.), L'industrie osseuse aurignacienne, essai régional de classification : Poitou, Charente, Périgord, *Gallia Préhistoire*, 18 (1), 1975, p. 65-156.
- Letourneux 2003, LETOURNEUX (C.), *Devinez qui est venu dîner à Brassempouy ? Approche taphonomique pour une interprétation archéozoologique des vestiges osseux de l'Aurignacien ancien de la grotte des Hyènes, Brassempouy (Landes)*, thèse de doctorat, Université Paris I, 2003, 2 vol., 424 p. + annexes.
- Liolios 1999, LIOLIOS (D.), *Variabilité et caractéristiques du travail des matières osseuses au début de l'Aurignacien*, thèse de doctorat, Université Paris X, 1999, 352 p.
- Lompré 2003, LOMPRÉ (A.), *Une approche technologique et tracéologique d'une série de bâtons percés magdaléniens. Gisements d'Isturitz, du Placard, de Laugerie Haute, de St Michel d'Arudy, de La Madeleine et du Massat*, mémoire de DEA, Université Paris I, 2003, 2 vol., 52 p. + annexes.
- Marsan 1979, MARSAN (G.), Les industries du Tardiglaciaire des Pyrénées-Atlantiques et du Guipuzcoa, in : *La fin des temps glaciaires en Europe : chronostratigraphie et écologie des cultures du Paléolithique final*, actes du colloque de Talence, 24-28 mai 1977, SONNEVILLE-BORDES (D. de) dir., Paris, CNRS, 1979, 2, p. 667-692.
- Marsan 1981, MARSAN (G.), A propos d'une pièce fourchue magdalénienne de la grotte de Malarode I (Arudy, P-A), *Cahiers du groupe archéologique des Pyrénées occidentales*, 1, 1981, p. 1-13.
- Marsan 1982, MARSAN (G.), Informations archéologiques : circonscription Aquitaine - grotte de Malarode I, *Gallia Préhistoire*, 25 (2), 1982, p. 431.
- Marsan 1983, MARSAN (G.), L'industrie osseuse de la grotte magdalénienne de Saint-Michel d'Arudy (Pyrénées-Atlantiques) : essai d'inventaire de la collection Félix Mascaraux, *Cahiers du groupe archéologique des Pyrénées occidentales*, 3, 1983, p. 41-67.
- Martínez, Chapa 1980, MARTÍNEZ NAVARRETE (M.I.), CHAPA BRUNET (T.), La industria prehistorica de la cueva de La Paloma (Soto de las Regueras, Asturias), in : *La cueva de La Paloma (Soto de las Regueras, Asturias)*, HOYOS GÓMEZ (M.), MARTÍNEZ NAVARRETE (M.I.), CHAPA BRUNET (T.), CASTAÑOS (P.), SANCHÍZ (F.B.), Madrid, Ministerio de cultura, 1980, p. 115-204.
- Mauss 1947, MAUSS (M.), *Manuel d'ethnographie*, Paris, Payot, 1947, 211 p.
- Mayet, Pissot 1915, MAYET (L.), PISSOT (J.) *L'abri sous roche préhistorique de la Colombière près Poncin (Ain)*, Lyon, A. Rey, 1915, 205 p.
- Merlet 1980, MERLET (J.C.), Quatre œuvres d'art mobilier magdaléniennes provenant de Lortet (Hautes-Pyrénées), *Préhistoire ariégeoise*, 35, 1980, p. 115-123.
- Miller 1974, MILLER (F.L.), *Biology of the Kaminuriak population of barren-ground caribou, 2 : Dentition as an indicator of age and sex ; composition and socialization of the population*, Canadian Wildlife Service Reports series (31), 1974, 88 p.
- Mons 1986, MONS (L.), Les statuettes animalières en grès de la grotte d'Isturitz (Pyrénées-Atlantiques) : observations et hypothèses de fragmentation volontaire, *L'Anthropologie*, 90 (4), 1986, p. 701-712.

- Mons 1988**, MONS (L.), Fiche sagaie à base raccourcie, in : *Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique, Cahier I : Sagaies*, CAMPS-FABRER (H.) dir., Aix-en-Provence, PUP, 1988, fiche 5, 9 p.
- Montandon 1934**, MONTANDON (G.), *Traité d'ethnologie culturelle*, Paris, Payot, 1934, 778 p.
- Morel 1993**, MOREL (P.), Impacts de projectiles sur le gibier : quelques éléments d'une approche expérimentale, in : *Traces et fonction. Les gestes retrouvés*, actes du colloque international de Liège, 8-10 décembre 1990, ANDERSON (P.C.), BEYRIES (S.), OTTE (M.), PLISSON (H.) dir., Liège, Service de Préhistoire - Université de Liège (ERAUL, 50), 1993, p. 55-57.
- Morel 2000**, MOREL (P.), Impacts de chasse et archéozoologie : quelques observations expérimentales, in : *La chasse dans la Préhistoire*, actes du colloque international de Treignes, 3-7 octobre 1990, BELLIER (C.), CATTELAÏN (P.), OTTE (M.) dir., Bruxelles, Société royale belge d'Anthropologie et de Préhistoire (Anthropologie et Préhistoire, 111) / Université de Liège - Service de Préhistoire (ERAUL, 51) / CEDARC (Artefacts, 8), 2000, p. 54-59.
- Mortillet 1913**, MORTILLET (A. de), Fouilles à Laugerie-Basse, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 10, 1913, p. 571-574.
- Moss 1983**, MOSS (E.H.), *The functional analysis of flint implements. Pincevent and Pont d'Ambon : two case studies from the French final Palaeolithic*, Oxford, Archaeopress (BAR International series, 177), 1983, 249 p.
- Moss, Newcomer 1982**, MOSS (E.H.), NEWCOMER (M.H.), Reconstruction of tool use at Pincevent : microwear and experiments, in : *Tailler ! pour quoi faire, Préhistoire et technologie lithique, 2 : Recent progress in microwear studies*, CAHEN (D.) dir., Studia praehistorica belgica, 2, 1982, p. 289-312.
- Moure 1989**, MOURE ROMANILLO (A.), La caverne de Tito Bustillo (Asturies, Espagne) : le gisement paléolithique, *L'Anthropologie*, 93, 1989, p. 407-433.
- Mujika 1991**, MUJIKALUSTIZA (J.A.), *La industria ósea del Paleolítico superior y Epipaleolítico del Pirineo occidental*, thèse de doctorat, Université de Deusto, 1991, 3 vol., 1380 p.
- Newcomer 1974**, NEWCOMER (M.H.), Outils en os du Paléolithique supérieur de Ksar Akil (Liban), in : *Premier colloque international sur l'industrie de l'os dans la préhistoire, Abbaye de Sénanque, avril 1974*, CAMPS-FABRER (H.) dir., Aix-en-Provence, CNRS / PUP, 1974, p. 61-65.
- Noiret 1990**, NOIRET (P.), *Le décor des bâtons percés paléolithiques*, Liège, Préhistoire liégeoise (mémoire, 25), 1990, 2 vol., 446 p. + annexes.
- Normand 2002**, NORMAND (C.), Transition Paléolithique moyen - Paléolithique supérieur et évolution de l'Aurignacien dans la salle de Saint-Martin de la grotte d'Isturitz (commune de Saint-Martin-d'Arberoue). Opération de fouilles programmées triannuelles 2000-2002, rapport final, in : *Grotte d'Isturitz, salle de Saint-Martin (commune de Saint-Martin-d'Arberoue) : rapport final de fouilles programmées triannuelles 2000-2002 et projet de recherches 2003-2005*, NORMAND (C.) dir., Hasparren, rapport dactylographié, 2002, p. 1-115.
- Normand sous presse a**, NORMAND (C.), De l'ombre à la lumière ou la découverte des grottes d'Isturitz et d'Oxocelhaya, in : *Les recherches archéologiques dans les grottes d'Isturitz et d'Oxocelhaya de 1912 à nos jours : une synthèse des résultats*, actes de la table ronde du cinquantenaire du classement comme Monument Historique des grottes d'Isturitz et d'Oxocelhaya, Hasparren, 14-15 novembre 2003, NORMAND (C.) dir., *Paléo* hors-série.

- Normand sous presse b**, NORMAND (C.), L'industrie lithique aurignacienne de la Salle de Saint-Martin, d'après les fouilles en cours : approche typo-technologique et attribution chronologique, *in* : *Les recherches archéologiques dans les grottes d'Isturitz et d'Oxocelhaya de 1912 à nos jours : une synthèse des résultats*, actes de la table ronde du cinquantenaire du classement comme Monument Historique des grottes d'Isturitz et d'Oxocelhaya, Hasparren, 14-15 novembre 2003, NORMAND (C.) dir., *Paléo* hors-série.
- Nougier, Robert 1978**, NOUGIER (L.R.), ROBERT (R.), Engins de chasse et de pêche du Magdalénien terminal des Pyrénées (Grotte de la Vache, Alliat), III : harpon à barbelures disharmoniques et sagaies «bifides», *Préhistoire ariégeoise*, 33, 1978, p. 57-66.
- Octobon 1927**, OCTOBON (E.), Note sur quelques objets inédits des grottes de la région pyrénéenne et du Lot, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 24 (10), 1927, p. 377-380.
- O'Farrell 1996**, O'FARRELL (M.), *Approche technologique et fonctionnelle des pointes de la Gravette*, mémoire de DEA, Université Bordeaux I, 1996, 96 p.
- Omnès 1980**, OMNÈS (J.) dir., *Le gisement préhistorique des Espélugues à Lourdes (Hautes-Pyrénées) : essai d'inventaire des fouilles anciennes*, Tarbes, Centre aturien de recherches sous terre (mémoire, 1), 1980, 231 p.
- Omnès 1987**, OMNES (J.), *Préhistoire et protohistoire des Hautes-Pyrénées*, Tarbes, association Guillaume Marsan, 1987, 265 p.
- Otte 1979**, OTTE (M.), *Le Paléolithique supérieur ancien en Belgique*, Bruxelles, Musées royaux d'art et d'histoire (Monographies d'archéologie nationale, 5), 1979, 684 p.
- Pajot 1969**, PAJOT (B.), *Les civilisations du Paléolithique supérieur du bassin de l'Aveyron*, Toulouse, Institut d'art préhistorique de la faculté des lettres et sciences humaines de Toulouse (Travaux de l'Institut d'art préhistorique, 11), 1969, 583 p.
- Passemard 1913**, PASSEMARD (E.), Fouilles à Isturitz (Basses-Pyrénées), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 10, 1913, p. 647-649.
- Passemard 1917**, PASSEMARD (E.), Sur les pointes de sagaie fourchues, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 14, 1917, p. 119-126.
- Passemard 1918**, PASSEMARD (E.), Les sculptures pariétales de la caverne d'Isturitz (Basses-Pyrénées), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 15, 1918, p. 466-477.
- Passemard 1922**, PASSEMARD (E.), La caverne d'Isturitz, *Revue archéologique*, 15, 1922, p. 1-45.
- Passemard 1924a**, PASSEMARD (E.), *Les Stations paléolithiques du Pays Basque et leurs relations avec les terrasses d'alluvions*, Bayonne, Bodiou, 1924, 218 p.
- Passemard 1924b**, PASSEMARD (E.), Quatre chevaux gravés en perspective, sur os, du Magdalénien de la Caverne d'Isturitz, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 21 (10), 1924, p. 236-238.
- Passemard 1944**, PASSEMARD (E.), La caverne d'Isturitz en Pays Basque, *Préhistoire*, 9, 1944, p. 7-95.
- Passemard, Breuil 1928**, PASSEMARD (E.), BREUIL (H.), La plus grande gravure à contours découpés magdalénienne connue, *Revue archéologique*, 27, 1928, p. 1-4.
- Patou 1984**, PATOU (M.), La faune de la Galerie Rive Droite du Mas d'Azil : données paléoclimatiques et paléthnographiques, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 81 (10-12), 1984, p. 311-319.

- Péquart et Péquart 1961, PÉQUART (M.), PÉQUART (S.J.), Grotte du Mas d'Azil (Ariège) : une nouvelle galerie magdalénienne, *Annales de paléontologie*, 67, 1961, p. 155-250.
- Pétillon 1999, PÉTILLON (J.M.), *Les pointes à base fourchue de Gourdan (Gourdan-Polignan, Haute-Garonne)*, mémoire de maîtrise, Université Paris I, 1999, 103 p.
- Pétillon 2000a, PÉTILLON (J.M.), *Les pointes à base fourchue magdaléniennes : problèmes typologiques, techniques et fonctionnels*, mémoire de DEA, Université Paris I, 2000, 57 p.
- Pétillon 2000b, PÉTILLON (J.M.), Les pointes à base fourchue magdaléniennes : approche fonctionnelle, *Préhistoire Anthropologie méditerranéennes*, 9, 2000, p. 29-55.
- Pétillon 2002, PÉTILLON (J.M.), Typologie et utilisation : l'exemple des pointes à base fourchue magdaléniennes in : *L'Industrie osseuse pré- et protohistorique en Europe. Approches technologiques et fonctionnelles*, actes du colloque 1.6, 14ème Congrès de l'UISPP, Liège, 2-8 septembre 2001, PATOU-MATHIS (M.), CATTELAÏN (P.), RAMSEYER (D.) dir., Bulletin du Cercle Archéologique Hesbaye-Condruz, 26, 2002, p. 53-62.
- Pétillon 2004a, PÉTILLON (J.M.), *Des Magdaléniens en armes. Technologie des armatures de projectiles en bois de Cervidé du Magdalénien supérieur de la grotte d'Isturitz (Pyrénées-Atlantiques)*, thèse de doctorat, Université Paris I, 2004, 431 p.
- Pétillon 2004b, PÉTILLON (J.M.), Lecture critique de la stratigraphie magdalénienne de la Grande Salle d'Isturitz (Pyrénées-Atlantiques), *Antiquités nationales*, 36, 2004, p. 105-131.
- Pétillon 2005, PÉTILLON (J.M.), Tir expérimental de pointes à base fourchue en bois de renne, in : *Industrie osseuse et parures du Solutréen au Magdalénien en Europe*, actes de la table ronde sur le Paléolithique supérieur récent, Angoulême (Charente), 28-30 mars 2003, DUJARDIN (V.) dir., SPF (mémoires, 34), p. 243-256.
- Pétillon sous presse, PÉTILLON (J.M.), Les pointes à base fourchue de la zone pyrénéo-cantabrique : un objet à la charnière entre Magdalénien moyen et Magdalénien supérieur ? in : *Frontières naturelles et frontières culturelles dans les Pyrénées préhistoriques*, actes du colloque de Tarascon-sur-Ariège, 11-13 mars 2004, CAZALS (N.), TERRADAS (X.) dir.
- Pétillon, Cattelain 2004, PÉTILLON (J.M.), CATTELAÏN (P.), Nouvel examen de l'armature composite magdalénienne du Tuc d'Audoubert (Montesquieu-Avantès, Ariège), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 101 (1), 2004, p. 45-53.
- Pétillon, Letourneux 2003, PÉTILLON (J.M.), LETOURNEUX (C.), Au retour de la chasse... Observations expérimentales concernant les impacts sur le gibier, la récupération et la maintenance des projectiles dans le Magdalénien supérieur d'Isturitz (Pyrénées-Atlantiques), in : *Transformation et utilisation préhistoriques des matières osseuses. Actualité des recherches universitaires en France 2000-2004*, AVERBOUH (A.), CHRISTENSEN (M.) dir., *Préhistoire Anthropologie méditerranéennes*, 12, p. 173-188.
- Pétillon, Letourneux sous presse, PÉTILLON (J.M.), LETOURNEUX (C.), Des gibiers, des armes... et des questions : réflexion sur les pratiques cynégétiques dans le Magdalénien supérieur de la grotte d'Isturitz, in : *La chasse, pratiques sociales et symboliques*, actes du 2^e colloque de la Maison René Ginouvès, Nanterre, 9-11 juin 2005, ROUILLARD (P.), ERIKSON (P.), SIDÉRA (I.), VILA (E.) dir.
- Pétillon et al. sous presse, PÉTILLON (J.M.), LETOURNEUX (C.), LAROULANDIE (V.), Archéozoologie des collections anciennes : le cas de la faune du Magdalénien supérieur d'Isturitz, in : *Les recherches archéologiques dans les grottes d'Isturitz et d'Oxocelhaya de 1912 à nos jours : une synthèse des résultats*, actes de la table ronde du cinquantenaire du classement comme Monument Historique des grottes d'Isturitz et d'Oxocelhaya, Hasparren, 14-15 novembre 2003, NORMAND (C.) dir., *Paléo* hors-série.

- Peyrony 1934, PEYRONY (D.), La Ferrassie, *La Préhistoire*, 3, 1934, p. 1-92.
- Peyrony, Maury 1914, PEYRONY (D.), MAURY (J.), Gisement préhistorique de Laugerie-Basse (fouilles de M. A. Le Bel), *Revue anthropologique*, 24, 1914, p. 134-154.
- Piette 1873, PIETTE (E.), Sur la grotte de Gourdan, *Bulletin de la société d'anthropologie de Paris, 2ème série*, 8, 1873, p. 384-425.
- Piette 1874, PIETTE (E.), La grotte de Lortet pendant l'Âge du Renne, *Bulletin de la société d'anthropologie de Paris, 2ème série*, 9, 1874, p. 298-317.
- Piette 1907, PIETTE (E.), *L'Art pendant l'âge du renne*, Paris, Masson, 1907, 112 p., 100 pl. h.t.
- Pike-Tay, Knecht 1993, PIKE-TAY (A.), KNECHT (H.), La caza y la transición del Paleolítico Superior, in : *El origen del hombre moderno en el suroeste de Europa*, CABRERA VALDÉS (V.) dir., Madrid, UNED, 1993, p. 287-314.
- Pinçon 1988, PINÇON (G.), Fiche sagaie de Lussac-Angles, in : *Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique, Cahier I : Sagaies*, CAMPS-FABRER (H.) dir., Aix-en-Provence, PUP, 1988, fiche 3bis, 7 p.
- Pittard, Reverdin 1929, PITTARD (E.), REVERDIN (L.), Les stations magdaléniennes de Veyrier, *Genava*, 7, 1929, p. 43-104.
- Plisson, Geneste 1989, PLISSON (H.), GENESTE (J.M.), Analyse technologique des pointes à cran solutréennes du Placard (Charente), du Fourneau du Diable, du Pech de la Boissière et de Combe-Saunière (Dordogne), *Paléo*, 1, 1989, p. 65-105.
- Plisson, Beyries 1998, PLISSON (H.), BEYRIES (S.), Pointes ou outils tranchants ? Données fonctionnelles dans le Moustérien levantain, *Paléorient*, 24 (1), 1998, p. 5-24.
- Pokines 1993, POKINES (J.T.), *Antler points from El Juyo (Santander, Spain) : form, manufacture and parameters of use*, Master's thesis, University of Chicago, departement of anthropology, 1993, 107 p.
- Pokines 1998, POKINES (J.T.), Experimental replication and use of Cantabrian lower Magdalenian antler projectile points, *Journal of archaeological science*, 25 (9), 1998, p. 875-886.
- Pokines, Krupa 1997, POKINES (J.T.), KRUPA (M.), Self-barbed antler spearpoints and evidence of fishing in the late Upper Paleolithic of Cantabrian Spain, in : *Projectile technology*, KNECHT (H.) dir., New York, Plenum press (Interdisciplinary contributions to archaeology), 1997, p. 241-262.
- Provenzano 1998a, PROVENZANO (N.), Fiche objet à biseau distal unifacial sans débitage longitudinal pris sur bois de cervidés, in : *Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique, Cahier VIII : Biseaux et tranchants*, CAMPS-FABRER (H.) dir., Treignes, CEDARC, 1998, p. 17-23.
- Provenzano 1998b, PROVENZANO (N.), Fiche objet à biseau distal unifacial avec débitage longitudinal pris sur bois de cervidés, in : *Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique, Cahier VIII : Biseaux et tranchants*, CAMPS-FABRER (H.) dir., Treignes, CEDARC, 1998, p. 25-30.
- Provenzano 1998c, PROVENZANO (N.), Fiche objet à biseau distal bifacial sur baguette, in : *Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique, Cahier VIII : Biseaux et tranchants*, CAMPS-FABRER (H.) dir., Treignes, CEDARC, 1998, p. 43-50.
- Ramseyer 2000, RAMSEYER (D.), Les armes de chasse néolithiques des stations lacustres et palustres suisses, in : *La chasse dans la Préhistoire*, actes du colloque international de Treignes, 3-7 octobre 1990, BELLIER (C.), CATTELLAIN (P.), OTTE (M.) dir., Bruxelles, Société royale belge d'Anthropologie et de Préhistoire (Anthropologie et Préhistoire, 111) / Université de Liège - Service de Préhistoire (ERAUL, 51) / CEDARC (Artefacts, 8), 2000, p. 130-142.

- Ramseyer 2004, RAMSEYER (D.) dir., *Industrie de l'os préhistorique, Cahier XI : Matières et techniques*, Paris, SPF, 2004, 230 p.
- Reimer *et al.* 2004, REIMER (P. J.), BAILLIE (M. G. L.), BARD (E.), BAYLISS (A.), BECK (J. W.), BERTRAND (C. J. H.), BLACKWELL (P. G.), BUCK (C. E.), BURR (G. S.), CUTLER (K. B.), DAMON (P. E.), EDWARDS (R. L.), FAIRBANKS (R. G.), FRIEDRICH (M.), GUILDERTON (T. P.), HOGG (A. G.), HUGHEN (K. A.), KROMER (B.), MCCORMAC (F. G.), MANNING (S. W.), RAMSEY (C. B.), REIMER (R. W.), REMMELE (S.), SOUTHON (J. R.), STUIVER (M.), TALAMO (S.), TAYLOR (F. W.), VAN DER PLICHT (J.), WEYHENMEYER (C. E.), IntCal04 Terrestrial radiocarbon age calibration, 26 - 0 ka BP, *Radiocarbon*, 46, 2004, p. 1029-1058.
- Rigaud 1972, RIGAUD (A.), La technologie du burin appliquée au matériel osseux de la Garenne (Indre), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 69 (4), 1972, p. 104-108.
- Rigaud 1984, RIGAUD (A.), Utilisation du ciseau dans le débitage du bois de renne à la Garenne-Saint-Marcel (Indre), *Gallia Préhistoire*, 27 (2), 1984, p. 245-253.
- Rigaud 2001, RIGAUD (A.), Les bâtons percés : décors énigmatiques et fonction possible, *Gallia Préhistoire*, 43, 2001, p. 101-151.
- Roper 1969, ROPER (M.K.), A survey of the evidence for intrahuman killing in the Pleistocene, *Current Anthropology*, 10 (4), 1969, p. 427-450.
- Roussot 1982, ROUSSOT (A.), Informations archéologiques : circonscription Aquitaine - abri des Marseilles à Laugerie-Basse, *Gallia Préhistoire*, 25 (2), 1982, p. 416-417.
- Roussot, Ferrier 1970, ROUSSOT (A.), FERRIER (J.), Le Roc de Marcamps (Gironde) - quelques nouvelles observations, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 67, 1970, p. 293-303.
- Rozoy 1992a, ROZOY (J.G.), Expérimentation de lancer de sagaies avec le propulseur, *Bulletin de la société royale belge d'études géologiques et archéologiques - les chercheurs de la Wallonie*, 32, 1992, p. 169-184.
- Rozoy 1992b, ROZOY (J.G.), Le propulseur et l'arc chez les chasseurs préhistoriques : techniques et démographie comparées, *Paléo*, 4, 1992, p. 175-192.
- Rozoy 1995, ROZOY (J.G.), Evolution récente du cerveau humain, *in : Nature et culture*, actes du colloque de Liège, 13-17 décembre 1993, OTTE (M.) dir., Liège, Service de Préhistoire - Université de Liège (ERAUL, 68), 1995, 2, p. 1007-1042.
- Rueda 1987, RUEDA I TORRES (J.M.), La indústria òssia del Paleolític superior de Serinyà : Reclau Viver i Bora Gran d'En Carreras, *Cypsela*, 6, 1987, p. 229-236.
- Rust 1943, RUST (A.), *Die alt- und mittelsteinzeitlichen Funde von Stellmoor*, Neumünster, Karl-Wachholtz Verlag, 1943, 242 p.
- Sacchi 1969, SACCHI (D.), Observations sur la stratigraphie de la petite grotte de Bize (Aude), *Atacina*, 4, 1969, p. 3-25.
- Sacchi 1986, SACCHI (D.), *Le Paléolithique supérieur du Languedoc occidental et du Roussillon*, Paris, CNRS (suppléments à Gallia Préhistoire, 21), 1986, 284 p.
- Sahlins 1976, SAHLINS (M.), *Âge de pierre, âge d'abondance : l'économie des sociétés primitives*, Paris, Gallimard, 1976, 409 p.
- Saint-Mathurin 1970, SAINT-MATHURIN (S. de), A propos d'une pointe en os à base fourchue de l'abri du Roc-aux-Sorciers (Angles-sur-l'Anglin), *Antiquités nationales*, 2, 1970, p. 14-20.
- Saint-Périer 1920, SAINT-PÉRIER (R. de), La Grotte des Harpons à Lespugne (Haute-Garonne), *L'Anthropologie*, 30, 1920, p. 209-234.

- Saint-Périer 1930**, SAINT-PÉRIER (R. de), *La Grotte d'Isturitz, I : le Magdalénien de la Salle de Saint-Martin*, Paris, Masson (Archives de l'Institut de Paléontologie Humaine, mémoire 7), 1930, 124 p.
- Saint-Périer 1936**, SAINT-PÉRIER (R. de), *La Grotte d'Isturitz, II : le Magdalénien de la Grande Salle*, Paris, Masson (Archives de l'Institut de Paléontologie Humaine, mémoire 17), 1936, 139 p.
- Saint-Périer 1947**, SAINT-PÉRIER (R. de), Les derniers objets magdaléniens d'Isturitz, *L'Anthropologie*, 51, 1947, p. 393-415.
- Saint-Périer, Saint-Périer 1952**, SAINT-PÉRIER (R. de), SAINT-PÉRIER (S. de), *La Grotte d'Isturitz, III : les Solutréens, les Aurignaciens et les Moustériens*, Paris, Masson (Archives de l'Institut de Paléontologie Humaine, mémoire 25), 1952, 124 p.
- Saint-Périer 1965**, SAINT-PÉRIER (S. de), Réflexions sur le Paléolithique supérieur d'Isturitz, in : *Miscelánea en homenaje al Abate Henri Breuil*, RIPOLL PERELLÓ (E.) dir., Barcelone, Diputació Provincial de Barcelona - Instituto de Prehistoria y Arqueología, 2, 1965, p. 319-326.
- Sauter 1985**, SAUTER (M.R.), Note sur deux objets magdaléniens de Veyrier, in : *Eléments de Pré- et Protohistoire européenne, hommages à Jacques-Pierre Millotte*, Paris, Annales littéraires de l'Université de Besançon (299, numéro spécial), 1985, p. 97-103.
- Schmider 1968**, SCHMIDER (B.), *Bibliographie analytique de préhistoire pour le Paléolithique supérieur européen*, Paris, CNRS, 1968, 2 vol., 543 p.
- Schwab 2002**, SCHWAB (C.), Fiche éclats diaphysaires du Paléolithique moyen et supérieur : la grotte d'Isturitz (Pyrénées-Atlantiques), in : *Fiches de la commission de nomenclature sur l'industrie de l'os préhistorique, Cahier X : Retouchoirs, compresseurs, perceurs... Os à impressions et éraillures*, PATOU-MATHIS (M.) dir., Paris, SPF, 2002, p. 59-73.
- Séronie-Vivien 1995**, SÉRONIE-VIVIEN (M.R.), Fiche pointes de flèches en os, in : *Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique, Cahier VII : Eléments barbelés et apparentés*, CAMPS-FABRER (H.) dir., Treignes, CEDARC, 1995, p. 101-119.
- Sgard 1998**, SGARD (L.), *Des objets biseautés en bois de Cervidé de la collection Passemard (Magdalénien moyen et supérieur, Isturitz)*, mémoire de maîtrise, Université Paris I, 1998, 73 p. + annexes.
- Sgard 1999**, SGARD (L.), *Technologie du bois de renne dans les niveaux magdaléniens à Isturitz (Pyrénées-Atlantiques) : le problème des modes de débitage*, mémoire de DEA, Université Paris I, 1999, 46 p.
- Sonneville-Bordes 1988**, SONNEVILLE-BORDES (D. de), Fiche sagaie d'Isturitz, in : *Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique, Cahier I : Sagaies*, CAMPS-FABRER (H.) dir., Aix-en-Provence, PUP, 1988, fiche 8, 9 p.
- Soriano 1995**, SORIANO (S.), *Analyse conceptuelle et fonctionnelle des pointes à dos microlithiques au Périgordien supérieur. Application à la série de Rabier (Lanquais, Dordogne)*, mémoire de maîtrise, Université Paris X, 1995, 97 p. + annexes.
- Soriano 1998**, SORIANO (S.), Les microgravettes du Périgordien de Rabier à Lanquais (Dordogne). Analyse technologique fonctionnelle, *Gallia Préhistoire*, 40, 1998, p. 75-94.
- Speiser 1909**, SPEISER (F.), Pfeile von Santa-Cruz, *Archiv für Anthropologie*, n.s. vol. 8, 1909, p. 308-311.
- Spiess 1979**, SPIESS (A.E.), *Reindeer and Caribou hunters : an archaeological study*, New York, Academic Press, 1979, 312 p.

- Stodiek 1993**, STODIEK (U.), *Zur Technologie der jungpaläolithischen Speerschleuder. Eine Studie auf der Basis archäologischer, ethnologischer und experimenteller Erkenntnisse*, Tübingen, Archaeologia Venatoria (Tübinger Monographien zur Urgeschichte, 9), 1993, 276 p.
- Stodiek 2000**, STODIEK (U.), Preliminary results of an experimental investigation of Magdalenian antler points, in : *La chasse dans la Préhistoire*, actes du colloque international de Treignes, 3-7 octobre 1990, BELLIER (C.), CATTELAÏN (P.), OTTE (M.) dir., Bruxelles, Société royale belge d'Anthropologie et de Préhistoire (Anthropologie et Préhistoire, 111) / Université de Liège - Service de Préhistoire (ERAUL, 51) / CEDARC (Artefacts, 8), 2000, p. 70-78.
- Stordeur-Yedid 1980**, STORDEUR-YEDID (D.), *Harpons paléo-esquimaux de la région d'Iglouluk*, Paris, ADPF (Préhistoire : enquêtes et méthodes - Recherches sur les grandes civilisations, 2), 1980, 107 p.
- Straus 1977**, STRAUS (L.G.), Le Solutréen d'Isturitz et du pays Basque : outillage lithique, in : *Congrès préhistorique de France, compte rendu de la 20ème session, Provence, 1-7 juillet 1974*, Paris, SPF, 1977, p. 595-604.
- Straus 1990**, STRAUS (L.G.), The original arms race : Iberian perspectives on the Solutrean phenomenon, in : *Feuilles de pierre. Les industries à pointes foliacées du Paléolithique supérieur européen*, actes du colloque de Cracovie, 1989, KOZŁOWSKI (J.K.) dir., Liège, Service de Préhistoire - Université de Liège (ERAUL, 42), 1990, p. 425-447.
- Stuiver, Reimer 1993**, STUIVER (M.), REIMER (P. J.), Extended ¹⁴C database and revised CALIB radiocarbon calibration program, *Radiocarbon*, 35, 1993, p. 215-230.
- Taborin 1993**, TABORIN (Y.), *La parure en coquillage au Paléolithique*, Paris, CNRS (Suppléments à Gallia Préhistoire, 29), 1993, 538 p.
- Taborin, Thiébault 1997**, TABORIN (Y.), THIÉBAULT (S.), Sagaie fourchue, in : *Dictionnaire de la préhistoire*, LEROI-GOURHAN (A.) dir., Paris, PUF (Quadrige), 1997, p. 965-966.
- Tartar 2003**, TARTAR (E.), *L'exploitation de l'os à l'Aurignacien : l'exemple de l'outillage en os aurignacien ancien de la Grotte des Hyènes à Brassempouy, approche technologique, économique et fonctionnelle*, mémoire de DEA, Université Paris I, 2003, 51 p. + annexes.
- Testart 1984**, TESTART (A.), La classification des méthodes de chasse, *Techniques et culture*, 3, 1984, p. 119-128.
- Testart 1986**, TESTART (A.), *Essai sur les fondements de la division sexuelle du travail chez les chasseurs-cueilleurs*, Paris, EHESS, 1986, 102 p.
- Texier, Lenoble sous presse**, TEXIER (J.P.), LENOBLE (A.), Processus de formation du site d'Isturitz et implications archéologiques, in : *Les recherches archéologiques dans les grottes d'Isturitz et d'Oxocelhaya de 1912 à nos jours : une synthèse des résultats*, actes de la table ronde du cinquantenaire du classement comme Monument Historique des grottes d'Isturitz et d'Oxocelhaya, Hasparren, 14-15 novembre 2003, NORMAND (C.) dir., *Paléo* hors-série.
- Tisnerat-Laborde et al. 1997**, TISNERAT-LABORDE (N.), VALLADAS (H.), LADIER (E.), Nouvelles datations carbone 14 en SMA pour le Magdalénien supérieur de la vallée de l'Aveyron, *Préhistoire ariégeoise*, 52, 1997, p. 129-136.
- Tixier et al. 1980**, TIXIER (J.), INIZAN (M.L.), ROCHE (H.), *Préhistoire de la pierre taillée, I : terminologie et technologie*, Antibes, CREP, 1980, 120 p.
- Tyzzar 1936**, TYZZER (E.E.), The «simple bone point» of the shell-heaps of the northeastern Algonkian area and its probable significance, *American antiquity*, 1 (4), 1936, p. 261-279.

- Utrilla 1995**, UTRILLA MIRANDA (P.), El valle del Ebro durante el Tardiglacial y comienzos del Holoceno. Las relaciones con el Magdaleniense cantábrico, *in* : *El final del Paleolítico cantábrico. Transformaciones ambientales y culturales durante el Tardiglacial y comienzos del Holoceno en la Región Cantábrica*, MOURE ROMANILLO (A.), GONZÁLEZ SAINZ (C.) dir., Santander, Universidad de Cantabria, 1995, p. 281-311.
- Utrilla, Mazo 1996**, UTRILLA MIRANDA (P.), MAZO (C.), Le Paléolithique supérieur dans le versant sud des Pyrénées. Communications et influences avec le monde pyrénéen français, *in* : *Pyrénées préhistoriques, arts et sociétés*, actes du 118ème congrès des sociétés historiques et scientifiques, Pau, 25-29 octobre 1993, DELPORTE (H.), CLOTTE (J.) dir., Paris, CTHS, 1996, p. 243-262.
- Valoch 1997**, VALOCH (K.), Grotte Pekárna, Mokrý, district de Brno-Venkov, Moravie, Rép. tchèque, *in* : *Dictionnaire de la préhistoire*, LEROI-GOURHAN (A.) dir., Paris, PUF (Quadrige), 1997, p. 854-855.
- Vega del Sella 1916**, VEGA DEL SELLA (Conde de la), *Paleolítico de Cueto de la Mina (Asturias)*, Madrid, Comisión de investigaciones paleontológicas y prehistóricas (Memoria 13), 1916, 94 p.
- Vega del Sella 1930**, VEGA DEL SELLA (Conde de la), *Las cuevas de la Riera y Balmori (Asturias)*, Madrid, Comisión de investigaciones paleontológicas y prehistóricas (Memoria 38), 1930, 116 p.
- Verneau 1932**, VERNEAU (R.), Les fouilles de Bize (Aude), *L'Anthropologie*, 42, 1932, p. 205-207.
- Virmont 1993**, VIRMONT (J.), *Grotte de l'Éléphant à Gourdan-Polignan (Haute-Garonne) : rapport de fouilles 1991-1993*, dactylographié.
- Voeltzel 1996**, VOELTZEL (B.), *Les accumulations de bois de cervidés au Paléolithique moyen : le cas du site de Roc-en-Pail (Maine-et-Loire)*, mémoire de maîtrise, Université Paris I, 1996, 132 p.
- Welté 2000**, WELTÉ (A.C.), Fontalès (Tarn-et-Garonne) : site de chasse au Paléolithique supérieur, *in* : *La chasse dans la Préhistoire*, actes du colloque international de Treignes, 3-7 octobre 1990, BELLIER (C.), CATTELAÏN (P.), OTTE (M.) dir., Bruxelles, Société royale belge d'Anthropologie et de Préhistoire (Anthropologie et Préhistoire, 111) / Université de Liège - Service de Préhistoire (ERAUL, 51) / CEDARC (Artefacts, 8), 2000, p. 387-399.
- Weniger 2000**, WENIGER (G.C.), Magdalenian barbed points : harpoons, spears and arrowheads, *in* : *La chasse dans la Préhistoire*, actes du colloque international de Treignes, 3-7 octobre 1990, BELLIER (C.), CATTELAÏN (P.), OTTE (M.) dir., Bruxelles, Société royale belge d'Anthropologie et de Préhistoire (Anthropologie et Préhistoire, 111) / Université de Liège - Service de Préhistoire (ERAUL, 51) / CEDARC (Artefacts, 8), 2000, p. 79-87.

Planches

Toutes les pièces sont figurées à l'échelle 1.

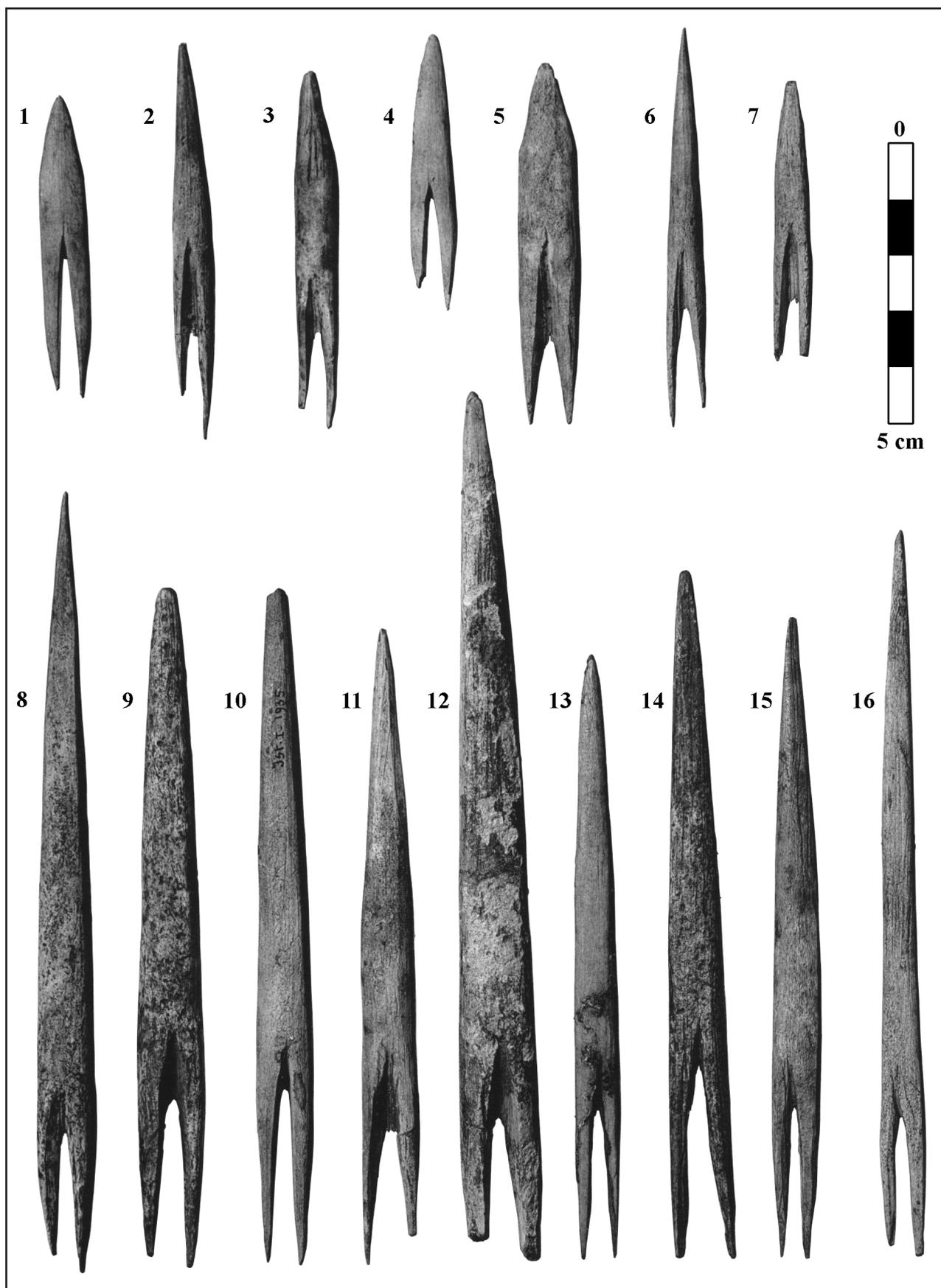
La plupart des dessins et photographies sont extraits de publications antérieures, en premier lieu celles des fouilleurs : Saint-Périer, 1936 ; Passemard, 1944. Pour cette dernière publication, il a été nécessaire de corriger l'échelle des photographies — présentées comme «grandeur nature», ces dernières avaient en fait été légèrement réduites (x 0,97 pour la planche XXI ; x 0,93 pour la planche LIII), ce que nous avons pu constater en les comparant avec les pièces conservées au MAN.

Signalons par ailleurs que plusieurs pièces figurant sur les planches d'E. Passemard et R. de Saint-Périer ont été reprises dans diverses publications sous forme de dessins réalisés **d'après photographie**, impliquant souvent une certaine déformation des pièces. On trouvera de tels dessins *in* Bosinski, 1990 (p. 221) ; Cattelain, 1993 (fig. 4, n^{os} 1 à 3) ; Cattelain et Bellier, 2002 (fig. 21, n^o 11) ; Cheynier, 1958 (fig. 14, 18, 19) ; Marsan, 1979 (fig. 14, n^{os} 8-9), Saint-Mathurin, 1970 (fig. 2, n^{os} 3-4).

Plusieurs dessins originaux d'armatures de projectile du Magdalénien supérieur d'Isturitz, réalisés sur pièces, figurent dans la thèse de doctorat de J.A. Mujika (1991, fig. 187 à 190 et 252 à 255 ; repris *in* Esparza, 1995, fig. 77 à 79).

**Planche I : Isturitz, pointes à base fourchue
publiées par R. de Saint-Périer (1936, pl. III, modifiée).**

Toutes ces pièces proviennent de la couche I, à l'exception de la n° 15 (sans indication de couche). Elles sont actuellement conservées au MAN, à l'exception de la n° 14 qui se trouve au MI. La face photographiée est toujours la face supérieure. La pièce n° 5 est une ébauche.



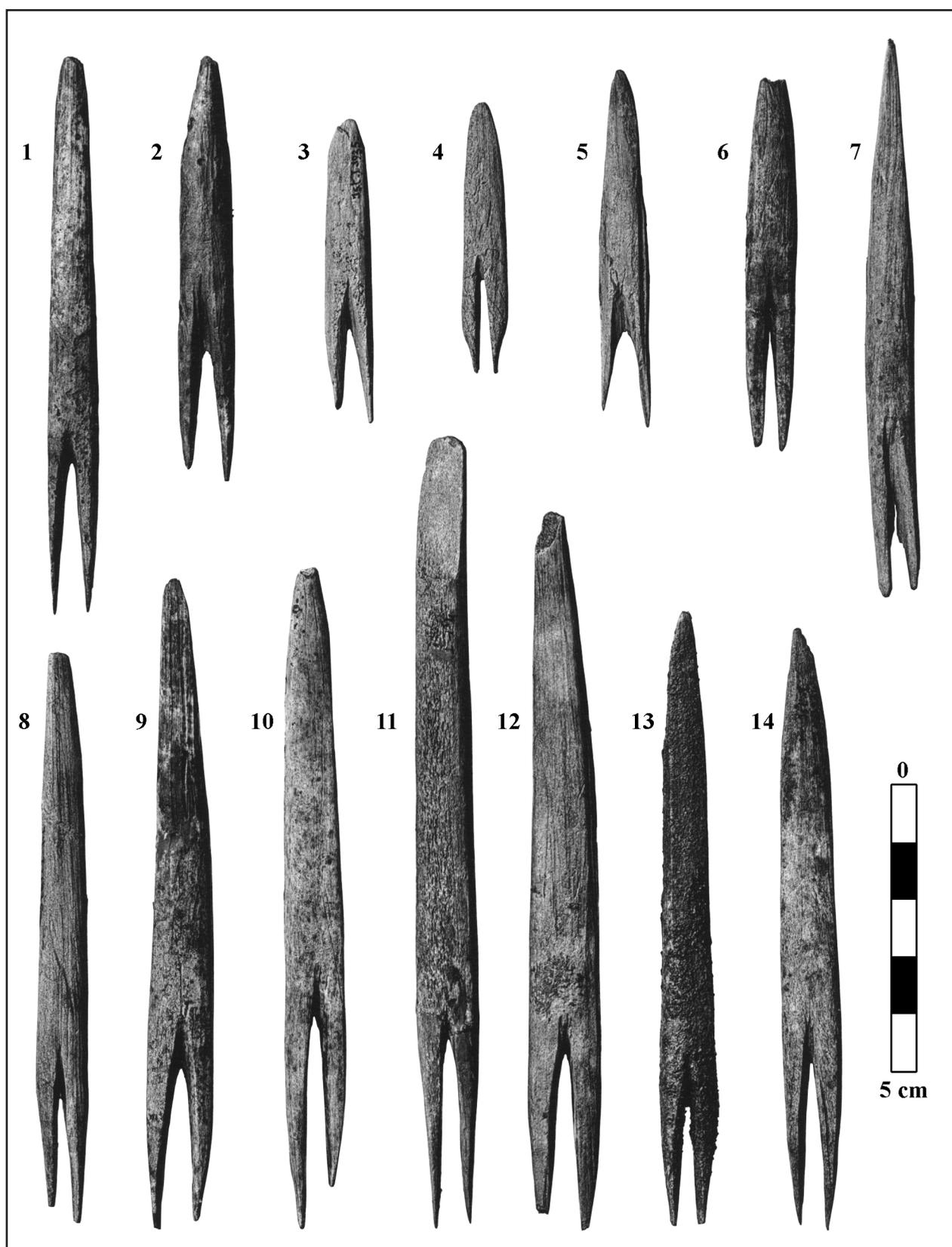
**Planche II : Isturitz, pointes à base fourchue
publiées par R. de Saint-Périer (1936, pl. IV, modifiée).**

Publiées comme préhampes, ces pièces sont en fait de «simples» pointes à base fourchue dont la partie distale présente une section aplatie (sauf la pièce n° 11, dont l'extrémité distale est constituée d'un long pan de fracture). Nous avons toutefois extrait de cette planche une pièce, unique «véritable» préhampe figurée par R. de Saint-Périer, reproduite ici pl. VI (n° 4).

Toutes les pièces de la planche ci-contre proviennent de la couche I et sont actuellement conservées au MAN, à l'exception de la n° 10 qui n'a pas été retrouvée. La face photographiée est toujours la face supérieure, sauf pour la pièce n° 11 (face inférieure).

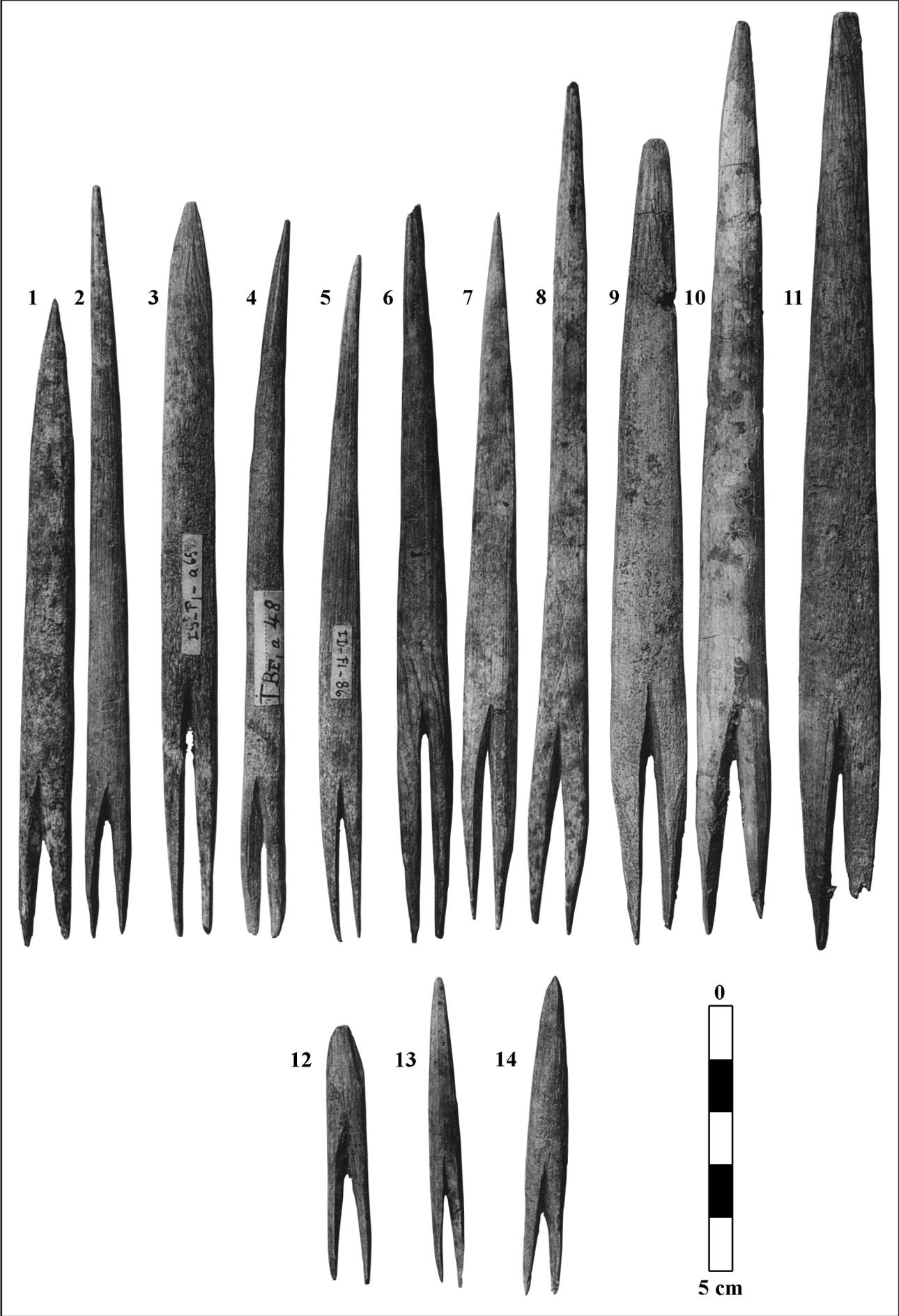
Deux pièces présentent des aménagements de surface : la n° 4 (incisions obliques sur les faces supérieure et inférieure des deux fourchons) et la n° 5 (rainures longitudinales sur les faces latérales).

La pièce n° 7 est une ébauche.



**Planche III : Isturitz, pointes à base fourchue
publiées par E. Passemard (1944, pl. LIII, modifiée).**

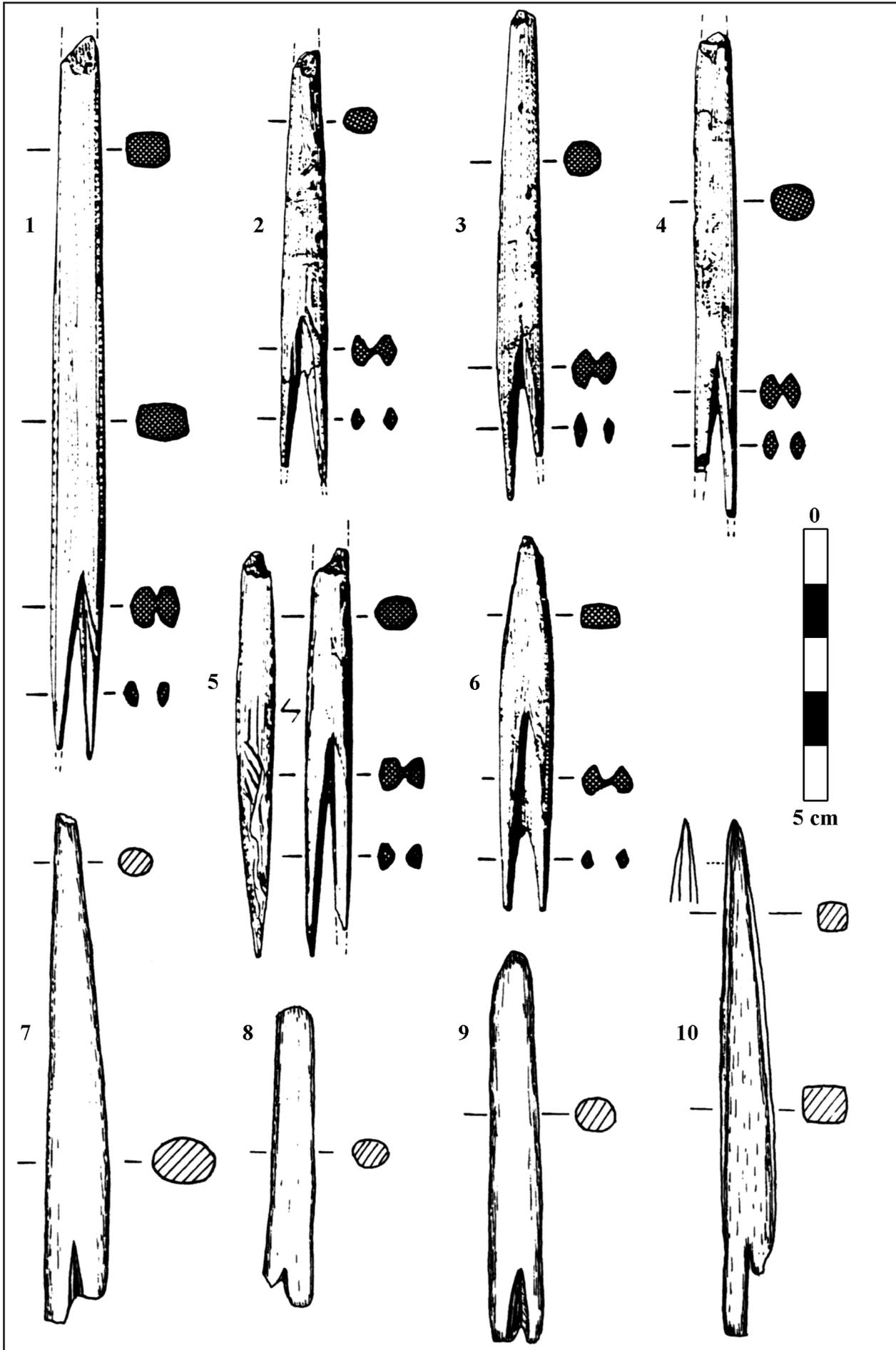
Ces pièces sont mentionnées comme provenant de la couche F1. Nous n'en avons retrouvé aucune. Des dessins des pièces n° 11 et 12 ont été publiés par E. Passemard dans d'autres articles (Passemard, 1917, fig. 2 et 3 ; 1924a, fig. 110, n^{os} 3 et 5). La face photographiée est toujours la face supérieure, sauf pour les n^{os} 3 et 11 (face inférieure).



**Planche IV : Isturitz, pointes à base fourchue
(collection Saint-Périer).**

Les dessins des pièces n° 1 à 6 sont extraits d'Allard et Jarry, 1993, fig. 4, n° 11 à 16. Toutes ces pointes proviennent de la couche I et sont actuellement conservées au MSG. La face représentée est la face supérieure (+ le bord gauche pour la n° 5). La pièce n° 6 est une ébauche.

Les dessins des pièces n° 7 à 10 sont extraits de Marsan, 1979, fig. 8, n° 3 à 6. Toutes ces pièces proviennent de la couche Ia. Les n° 8 et 9 sont actuellement conservées au MAN, les n° 7 et 10 n'ayant pas été retrouvées. La face représentée est la face supérieure (sauf peut-être pour la pièce n° 10 : face inférieure ?).



**Planche V : Isturitz, pointes à base fourchue
(collections Passemard et Saint-Périer).**

1 : n° MAN 77163G21 (coll. Passemard, couche F1). Face supérieure et bord droit. D'après Delporte et Mons, 1988a, fig. 2, n° 1.

2 : n° MAN 77163G12 (coll. Passemard, couche F1). Face supérieure et bord droit. D'après Delporte et Mons, 1988a, fig. 2, n° 2. Cette pièce présente une rainure longitudinale sur chacune de ses faces supérieure et inférieure.

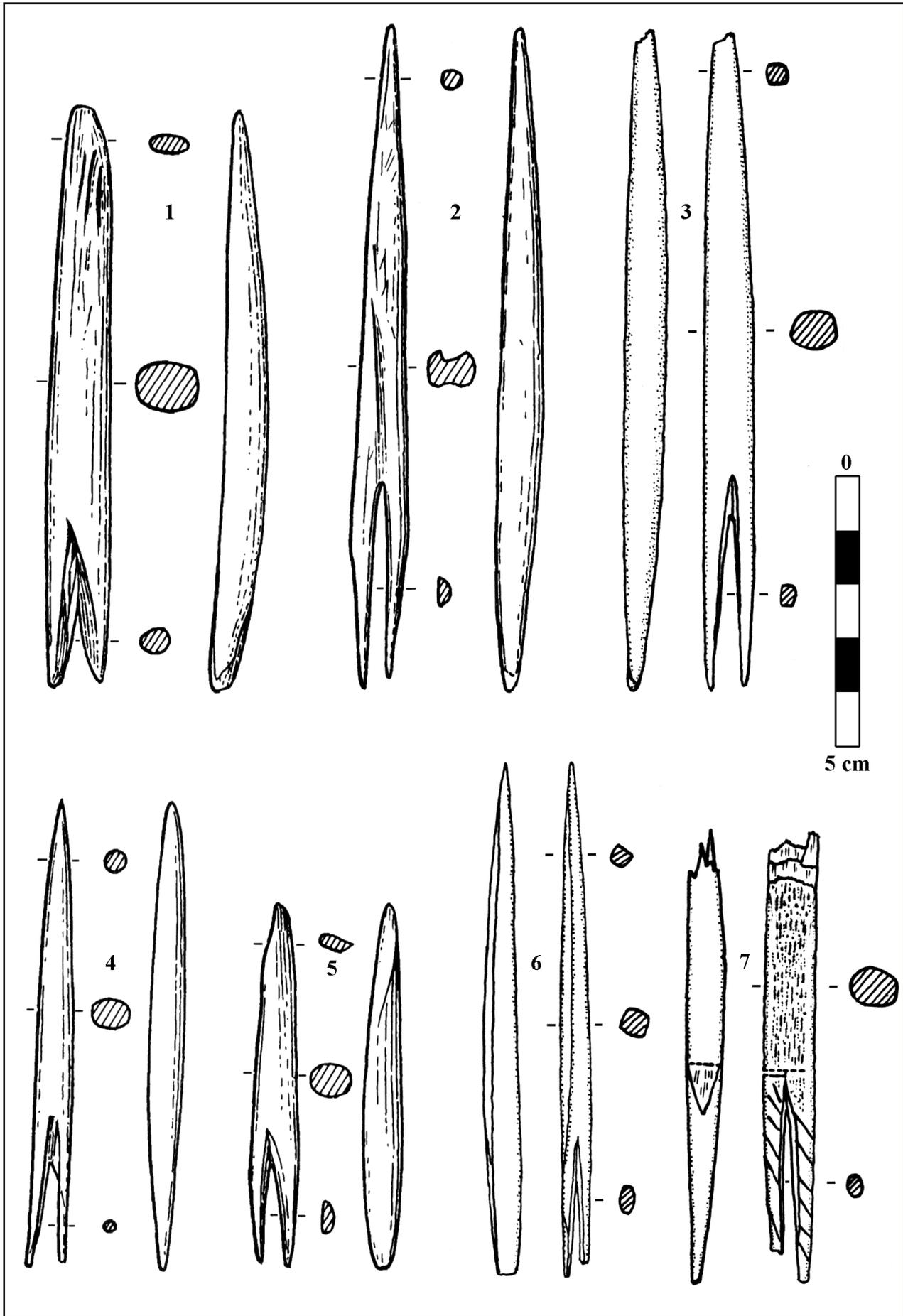
3 : coll. Saint-Périer, couche I (MAN). Face supérieure et bord gauche. Dessin de l'auteur (même pièce que pl. I, n° 10).

4 : n° MAN 77163G45 (coll. Passemard, couche F1). Face supérieure et bord droit. D'après Delporte et Mons, 1988a, fig. 2, n° 3.

5 : n° MAN 77163G252 (coll. Passemard, couche F1). Face supérieure et bord droit. D'après Delporte et Mons, 1988a, fig. 2, n° 4.

6 : coll. Saint-Périer, couche I (MAN). Face supérieure et bord gauche. Dessin de l'auteur.

7 : n° MAN 77163G89 + 77163G301 (raccord d'un fourchon). Face inférieure et bord droit. Cette pièce montre des incisions obliques sur la face inférieure des fourchons (on note que les mêmes incisions se prolongent d'un fourchon à l'autre). L'extrémité distale de la pièce présente une fracture en dents de scie. Le fourchon, raccordé par nos soins, avait été découpé à une date récente avec un outil en métal. La pièce est figurée en vue latérale sans le fourchon raccordé. Dessin de l'auteur.



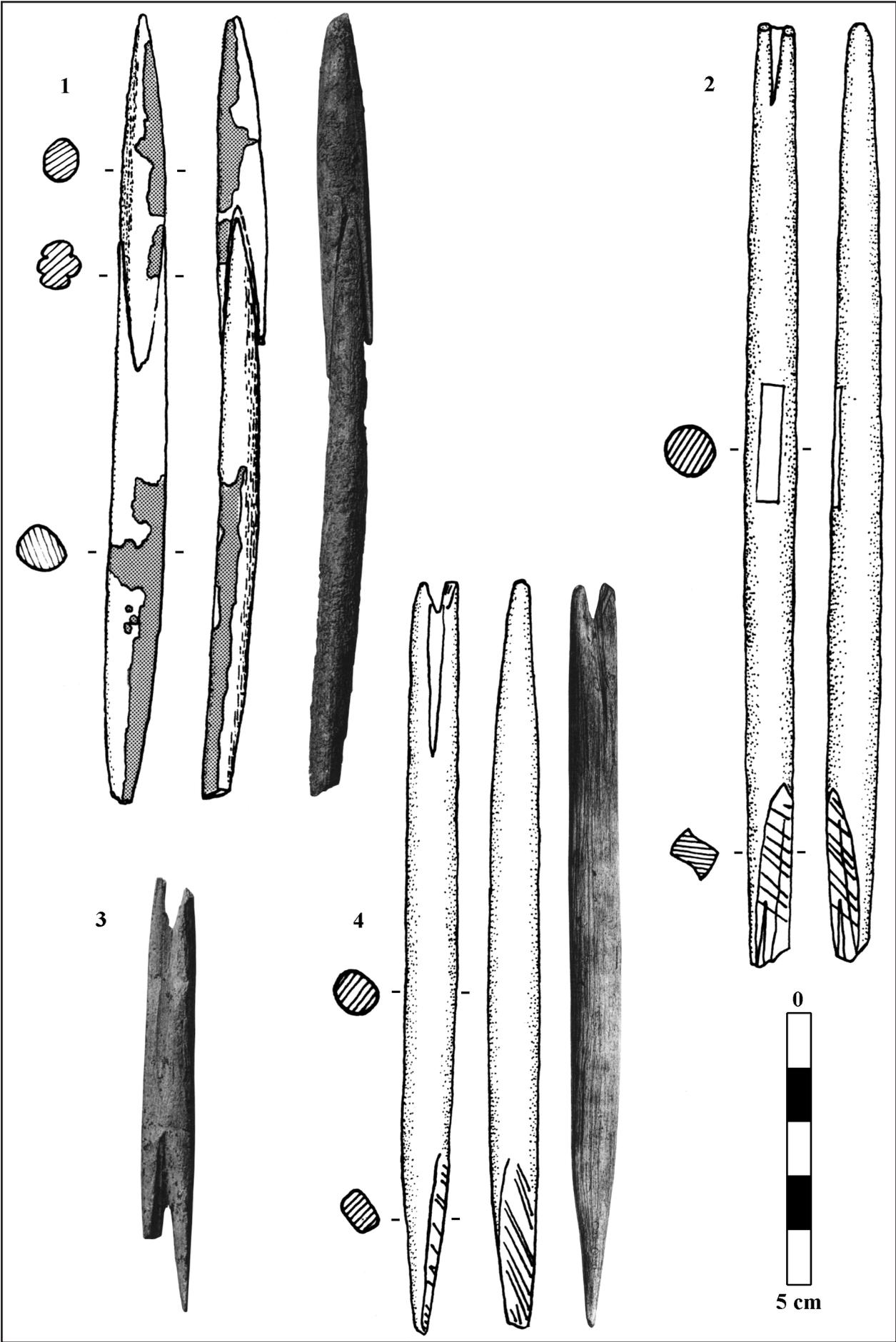
**Planche VI : Isturitz, éléments d'armatures composites
(collections Passemard et Saint-Périer).**

1 : n° MAN 74947A + 74947B (coll. Passemard, couche F1). Deux pièces fourchues découvertes emboîtées l'une dans l'autre par E. Passemard. La pièce supérieure est une pointe à base fourchue, la pièce inférieure pourrait être un fragment de préhampe sectionné (?). Les parties grisées sont recouvertes de concrétions. Dessin de l'auteur ; photographie extraite de Passemard, 1944, pl. LIII (modifiée). Des dessins de ces deux pièces ont été publiés par E. Passemard (1917, fig. 5 ; 1924a, fig. 110, n° 2).

2 : n° MAN 77163D8 (coll. Passemard, couche F1). Préhampe à fourche et biseau double opposés (les extrémités des fourchons sont manquantes). Face supérieure et bord droit. Dessin de l'auteur.

3 : n° MAN 77162B4 (coll. Passemard, couche F1). Préhampe à deux fourches opposées. Face supérieure. D'après Passemard, 1944, pl. LIII (modifiée).

4 : coll. Saint-Périer, couche I (MAN). Préhampe à fourche et biseau double opposés. Face supérieure et bord droit. Dessin de l'auteur ; photographie (face supérieure) extraite de Saint-Périer, 1936, pl. IV (modifiée).



**Planche VII : Isturitz, pointes à biseau double «typiques»
(collections Passemard et Saint-Périer).**

1 : coll. Saint-Périer, couche Ia (MAN). Face supérieure, bord gauche et face inférieure. Dessin D. Molez. Une des faces de cette pièce avait été figurée par R. de Saint-Périer (1936, fig. 16, n° 4).

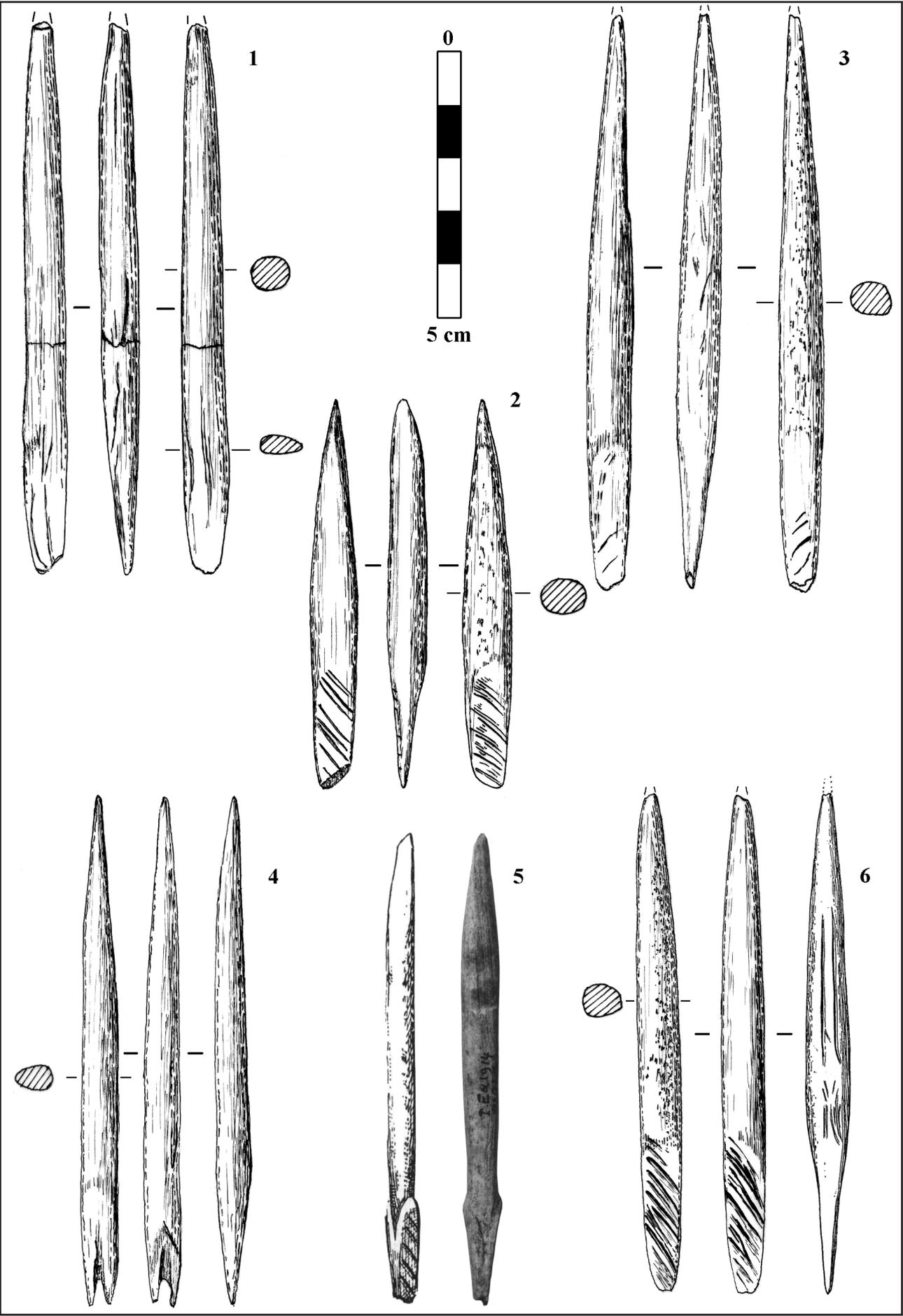
2 : n° MAN 77153D7 (coll. Passemard, couche E, ici réattribué au Magdalénien supérieur). Face supérieure, bord gauche et face inférieure. Dessin D. Molez.

3 : coll. Saint-Périer, couche I (MAN). Face supérieure, bord gauche et face inférieure. Dessin D. Molez. Une des faces de cette pièce avait été figurée par R. de Saint-Périer (1936, fig. 22, n°12).

4 : n° MAN 77162B1 (coll. Passemard, couche F1). Face supérieure, face inférieure et bord gauche. Dessin D. Molez. Cette pièce avait été figurée par E. Passemard (1917, fig. 1 ; 1924a, fig. 110, n° 1) et présentée comme «pointe à fourche réduite» en raison de l'encoche située à son extrémité proximale. Selon nous, les caractères morphométriques de cette pièce la rapprochent des pointes à biseau double «typiques», l'encoche proximale demeurant un aménagement inhabituel.

5 : n° MAN 74943 (coll. Passemard, couche F1). Photographie de l'un des bords et dessin «de trois quarts» ; d'après Passemard, 1944, fig. 49, n° 2, et pl. XXII. Cette pièce a la particularité de présenter un épaulement très marqué entre le biseau et la partie mésio-distale.

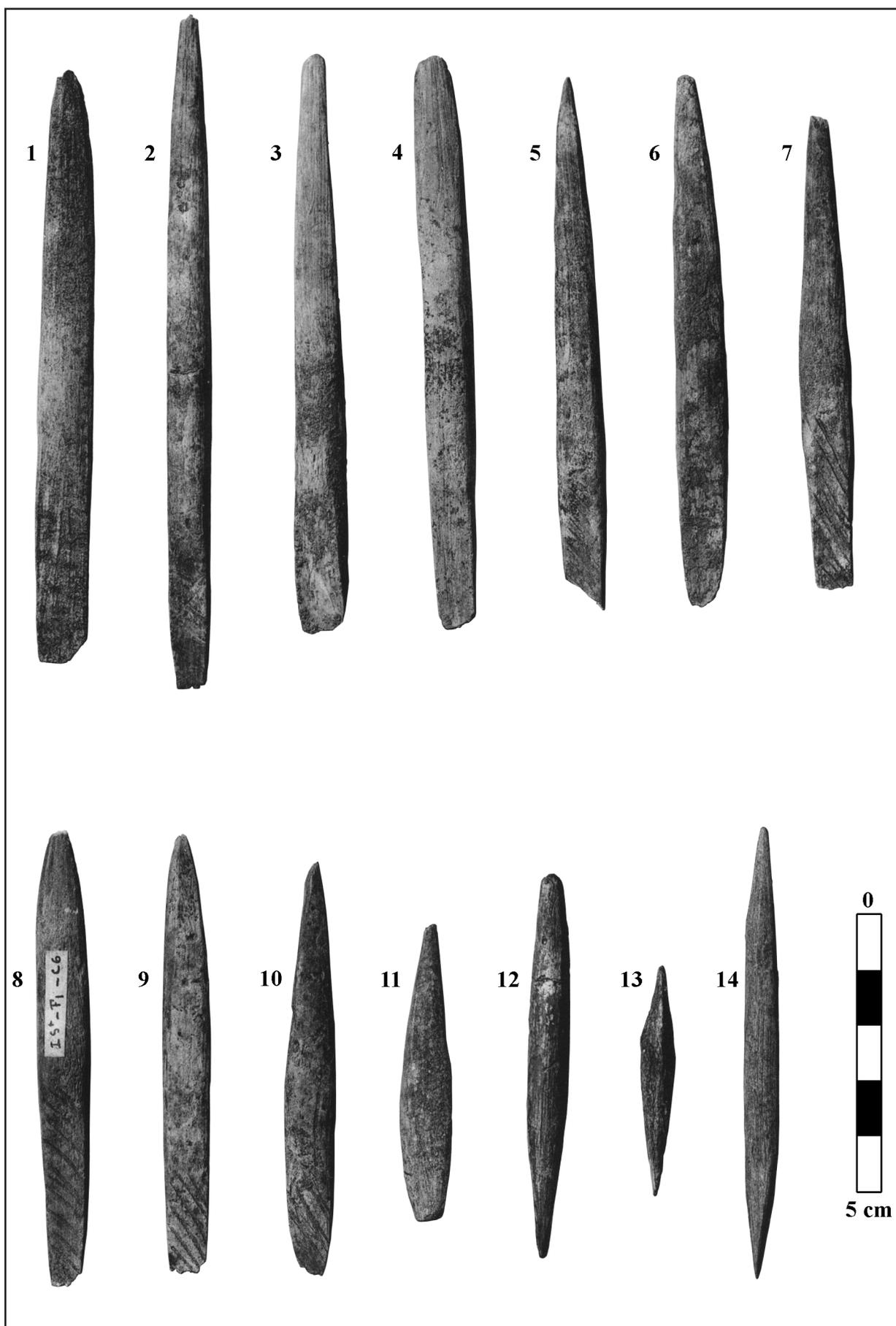
6 : coll. Saint-Périer, couche I. Face inférieure, face supérieure et bord gauche. Dessin D. Molez. Cette pièce présente deux incisions longitudinales parallèles sur le bord gauche. Cette dernière face avait été figurée par R. de Saint-Périer (1936, fig. 22, n° 13).



**Planche VIII : Isturitz, pointes à biseau double «typiques»
publiées par E. Passemard et R. de Saint-Périer.**

Les pièces 1 à 11 sont extraites de Passemard, 1944, pl. XXI (modifiée). Toutes proviennent de la couche F1 et sont actuellement conservées au MAN. La face photographiée est toujours la face supérieure, sauf pour les n^{os} 7 et 8 (face inférieure). Numéros MAN : 1, 77162E9 ; 2, 77162E3 ; 3, 77162E8 ; 4, 77162E11 ; 5, 77162E4 ; 6, 77162E6 ; 7, 77162E1 ; 8, 77162E10 ; 9, 77162E5 ; 10, 77162E2 ; 11, 77162E7.

Les pièces 12 à 14 sont extraites de Saint-Périer, 1936, pl. II, respectivement n^{os} 3, 4 et 5. Toutes proviennent de la couche I et sont actuellement conservées au MAN. C'est le bord gauche qui est ici photographié.



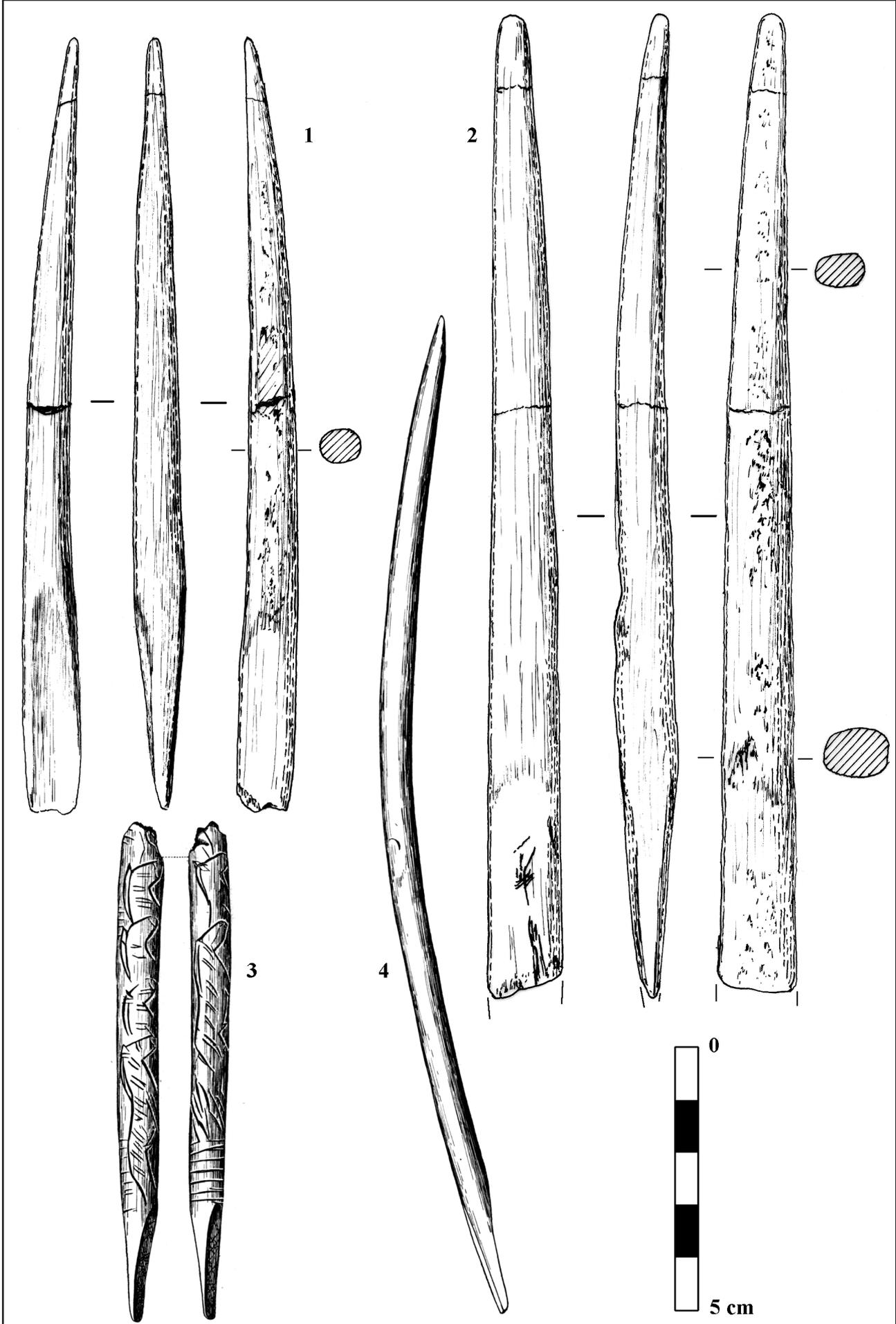
**Planche IX : Isturitz, pointes à biseau double «grosses» et «fines»
(collections Passemard et Saint-Périer).**

1 : n° MAN 77162E28 (coll. Passemard, couche F1). «Grosse» pointe à biseau double ; face supérieure, bord gauche et face inférieure. Dessin D. Molez.

2 : coll. Saint-Périer, couche I (MAN). «Grosse» pointe à biseau double ; face supérieure, bord gauche et face inférieure. Dessin D. Molez. Une photographie du bord gauche de cette pièce avait été publiée par R. de Saint-Périer (1936, pl. II, n° 9), et une photographie de la face supérieure par A. Leroi-Gourhan (1965, photo 16, p. 36-37).

3 : coll. Saint-Périer, couche I (MAN). Pointe à biseau double «fine» ; bords droit et gauche. D'après Saint-Périer, 1936, fig. 43, n° 4.

4 : coll. Saint-Périer, couche I (MAN). Pointe à biseau double «fine» ; bord gauche. D'après Saint-Périer, 1936, fig. 22, n° 2. Une photographie de cette pièce vue sous le même angle a été publiée par A. Leroi-Gourhan (1965, photo 17, p. 36-37).



ANNEXE N° 1

Inventaire des publications et mémoires universitaires contenant des comptes-rendus de tirs expérimentaux d'armatures de projectile préhistoriques

Cet inventaire a été repris et complété d'après les travaux de H. Knecht (*cf.* Knecht, 1997b dans la bibliographie générale), et comprend 68 références. Celles-ci sont classées en fonction du contexte archéologique étudié : d'abord par grande zone géographique (Europe, Proche-Orient, Amérique du Nord), puis par période, puis éventuellement par type d'armatures étudié (*i.e.*, lithiques ou osseuses).

Seuls les tirs expérimentaux ayant pour problématique l'analyse des armatures de projectile ont été recensés ici. Nous avons exclu les publications concernant par exemple les traces d'impact sur les os des animaux cibles (*cf.* Annexe 2), ainsi que les expérimentations à visée purement balistique (pour ces dernières, *cf.* dans la bibliographie générale Knecht, 1997a, p. 13-16).

1. EUROPE

1.1. Toutes périodes : armatures lithiques

GONZÁLEZ URQUIJO J.E., IBAÑEZ ESTÉVEZ J.J. (1994) - *Metodología de análisis funcional de instrumentos tallados en sílex*, Bilbao, Universidad de Deusto, 301 p.

1.2. Aurignacien : armatures osseuses

KNECHT H. (1991) - *Technological innovation and design during the Early Upper Paleolithic : a study of organic projectile technologies*, Ph.D. dissertation, New York University (Department of Anthropology), 730 p.

KNECHT H. (1993) - Early Upper Palaeolithic approaches to bone and antler projectile technology, in : *Hunting and animal exploitation in the Later Palaeolithic and Mesolithic of Eurasia*, PETERKIN (G.L.), BRICKER (H.M.), MELLARS (P.) dir., Washington, D.C., APAAA (4), p. 33-47.

KNECHT H. (1994) - Late Ice Age hunting technology, *Scientific American*, 271 (1), p. 66-71.

KNECHT H. (1997) - Projectile points of bone, antler and stone : experimental explorations of manufacture and use, in : *Projectile technology*, KNECHT (H.) dir., New York, Plenum press (Interdisciplinary contributions to archaeology), p. 191-212.

NUZHNYI D. (1998) - The preliminary results of experiments with Aurignacian split based points production, hafting and usage, *Préhistoire européenne*, 13, p. 117-132.

1.3. Gravettien : armatures lithiques

CATTELAÏN P., PERPÈRE M. (1993) - Tir expérimental de sagaies et de flèches emmanchées de pointes de la Gravette, *Archéo-Situla*, 17-20, p. 5-28.

CATTELAÏN P., PERPÈRE M. (1996) - Tir expérimental de répliques de pointes de la Gravette : bilan et perspectives, *Notae praehistoricae*, 16, p.55-61.

O'FARRELL M. (1996) - *Approche technologique et fonctionnelle des pointes de la Gravette*, mémoire de DEA, Université Bordeaux I, 96 p.

O'FARRELL M. (2004) - Les pointes de La Gravette de Corbiac (Dordogne) et considérations sur la chasse au Paléolithique supérieur ancien, in : *Approches fonctionnelles en Préhistoire, actes du 25e Congrès préhistorique de France, Nanterre, 24-26 novembre 2000*, BODU (P.), CONSTANTIN (C.) dir., Paris, Société préhistorique française, p. 121-138.

SORIANO S. (1995) - *Analyse conceptuelle et fonctionnelle des pointes à dos microlithiques au Périgordien supérieur. Application à la série de Rabier (Lanquais, Dordogne)*, mémoire de Maîtrise, Université Paris X, 97 p. + annexes.

SORIANO S. (1998) - Les microgravettes du Périgordien de Rabier à Lanquais (Dordogne). Analyse technologique fonctionnelle, *Gallia Préhistoire*, 40, p. 75-94.

1.4. Epigravettien et Solutrén : armatures lithiques

BROGLIO A., CHELIDONIO G., LONGO L. (1993) - Analyse morphologique et fonctionnelle des pointes à cran de l'Epigravettien ancien, in : *Traces et fonction. Les gestes retrouvés, actes du colloque international de Liège*,

8-10 décembre 1990, ANDERSON (P.C.), BEYRIES (S.), OTTE (M.), PLISSON (H.) dir., Liège, Service de Préhistoire - Université de Liège (ERAUL, 50), p. 31-39.

CHADELLE J.P., GENESTE J.M., PLISSON H. (1991) - Processus fonctionnels de formation des assemblages technologiques dans les sites du Paléolithique supérieur. Les pointes de projectiles lithiques du Solutréen de la grotte de Combe-Saunière (Dordogne, France), in : *25 ans d'études technologiques en préhistoire, XIèmes Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes, 18-19-20 octobre 1990*, Juan-les-Pins, APDCA, p. 275-287.

GENESTE J.M., MAURY S. (1997) - Contributions of multidisciplinary experimentation to the study of Upper Paleolithic projectile points, in : *Projectile technology*, KNECHT (H.) dir., New York, Plenum press (Interdisciplinary contributions to archaeology), p. 165-189.

GENESTE J.M., PLISSON H. (1986) - Le Solutréen de la grotte de Combe-Saunière I (Dordogne) : première approche paléolithique, *Gallia Préhistoire*, 29, p. 9-27.

GENESTE J.M., PLISSON H. (1990) - Technologie fonctionnelle des pointes à cran solutréennes : l'apport des nouvelles données de la grotte de Combe-Saunière, in : *Feuilles de pierre. Les industries à pointes foliacées du Paléolithique supérieur européen, actes du colloque de Cracovie, 1989*, KOZLOWSKI (J.K.) dir., Liège, Service de Préhistoire - Université de Liège (ERAUL, 42), p. 293-332.

GENESTE J.M., PLISSON H. (1993) - Hunting technologies and Human behavior : lithic analysis of Solutrean shouldered points, in : *Before Lascaux. The complex record of the Early Upper Paleolithic*, KNECHT (H.), PIKE-TAY (A.), WHITE (R.) dir., Boca Raton, CRC Press, p. 117-135.

PLISSON H., GENESTE J.M. (1989) - Analyse technologique des pointes à cran solutréennes du Placard (Charente), du Fourneau du Diable, du Pech de la Boissière et de Combe-Saunière (Dordogne), *Paléo*, 1, p. 65-105.

1.5. Magdalénien

1.5.1. Armatures lithiques

MOSS E.H. (1983) - *The functional analysis of flint implements. Pincevent and Pont d'Ambon : two case studies from the French final Palaeolithic*, Oxford, BAR (International series, 177), 249 p.

MOSS E.H., NEWCOMER M.H. (1982) - Reconstruction of tool use at Pincevent : microwear and experiments, in : *Tailler ! pour quoi faire : Préhistoire et technologie lithique, 2 : Recent progress in microwear studies*, CAHEN (D.) dir., Studia praehistorica belgica, 2, p. 289-312.

1.5.2. Armatures osseuses

ARNDT S., NEWCOMER M.H. (1986) - Breakage patterns on prehistoric bone points, in : *Studies in the Upper Palaeolithic of Britain and Northwest Europe*, ROE (D.A.) dir., Oxford, BAR (International Series, 296), p. 165-173.

BERTRAND A. (1995) - *Les armatures de sagaies magdaléniennes en matière dure animale dans les Pyrénées*, thèse de doctorat, Université Paris I, 2 vol., 410 p. + annexes.

BERTRAND A. (1999) - *Les armatures de sagaies magdaléniennes en matière dure animale dans les Pyrénées*, Oxford, BAR (International Series, 773), 139 p.

PÉTILLON J.M. (2004) - *Des Magdaléniens en armes. Technologie des armatures de projectiles en bois de Cervidé du Magdalénien supérieur de la grotte d'Isturitz (Pyrénées-Atlantiques)*, thèse de doctorat, Université Paris I, 431 p.

PÉTILLON J.M. (2005) - Tir expérimental de pointes à base fourchue en bois de renne, in : *Industrie osseuse et parures du Solutréen au Magdalénien en Europe, actes de la table ronde sur le Paléolithique supérieur récent, Angoulême (Charente), 28-30 mars 2003*, DUJARDIN (V.) dir., Paris, Société préhistorique française (Mémoires, 39), p. 243-256.

PÉTILLON J.M., LETOURNEUX Cl. (2003) - Au retour de la chasse... Observations expérimentales concernant les impacts sur le gibier, la récupération et la maintenance des projectiles dans le Magdalénien supérieur d'Isturitz (Pyrénées-Atlantiques), in : *Transformation et utilisation préhistoriques des matières osseuses. Actualité des recherches universitaires en France 2000-2004*, AVERBOUH (A.), CHRISTENSEN (M.) dir., *Préhistoire Anthropologie méditerranéennes*, 12, p. 173-188.

POKINES J.T. (1993) - *Antler points from El Juyo (Santander, Spain) : form, manufacture and parameters of use*, Master's thesis, University of Chicago, département of anthropology, 107 p.

POKINES J.T. (1998) - Experimental replication and use of Cantabrian lower Magdalenian antler projectile points, *Journal of archaeological science*, 25 (9), p. 875-886.

POKINES J.T., KRUPA M. (1997) - Self-barbed antler spearpoints and evidence of fishing in the late Upper Paleolithic of Cantabrian Spain, in : *Projectile technology*, KNECHT (H.) dir., New York, Plenum press (Interdisciplinary contributions to archaeology), p. 241-262.

STODIEK U. (1991) - Erste Ergebnisse experimenteller Untersuchungen von Gewiegeschoßspitzen des Magdalénien, *Experimentelle Archäologie - Bilanz 1991. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland*, Beiheft 6, p. 245-256.

STODIEK U. (1993) - *Zur Technologie der jungpaläolithischen Speerschleuder - eine Studie auf der Basis archäologischer, ethnologischer und experimenteller Erkenntnisse*, Tübingen, Archaeologia Venatoria (Tübingen Monographien zur Urgeschichte, 9), 276 p.

STODIEKU. (2000) - Preliminary results of an experimental investigation of Magdalenian antler points, in : *La chasse dans la Préhistoire, actes du colloque international de Treignes, 3-7 octobre 1990*, BELLIER (C.), CATTELAÏN (P.), OTTE (M.) dir., Bruxelles, Société royale belge d'Anthropologie et de Préhistoire (Anthropologie et Préhistoire, 111) / Université de Liège - Service de Préhistoire (ERAUL, 51) / CEDARC (Artefacts, 8), p. 70-78.

STODIEK U., PAULSEN H. (1996) - *Mit dem Pfeil, dem Bogen... Technik der steinzeitlichen Jagd*, Oldenburg, Isensee Verlag, 69 p.

1.6. Mésolithique : armatures lithiques

ALBARELLO B. (1986) - Sur l'usage des microlithes comme armatures de projectiles, *Revue archéologique du Centre de la France*, 25 (2), p. 127-143

BARTON R.N.E., BERGMAN C.A. (1982) - Hunters at Hengistbury : some evidence from experimental archaeology, *World Archaeology*, 14 (2), p. 237-248.

CASPAR J.P., DE BIE M. (1996) - Preparing for the hunt in the Late Paleolithic camp at Rekem, Belgium, *Journal of field archaeology*, 23 (4), p. 437-460.

CROMBÉ P., PERDAEN Y., SERGANT J., CASPAR J.P. (2001) - Wear analysis on early Mesolithic microliths from the Verrebroek site, East Flanders, Belgium, *Journal of field archaeology*, 28 (3-4), p. 253-269.

FISCHERA. (1985) - Hunting with flint-tipped arrows: results and experiences from practical experiments, in : *The Mesolithic in Europe*, BONSAÏL (C.) dir., Edimbourg, John Donald Publishers, p. 29-39.

FISCHERA., VEMMING-HANSEN P., RASMUSSEN P. (1984) - Macro and micro wear traces on lithic projectile points : experimental results and prehistoric examples, *Journal of Danish archaeology*, 3, p. 19-46.

MOSS E.H. (1988) - Techno-functional studies of the Hamburgian from Oldeholtwolde, Friesland, the Netherlands, in : *De la Loire à l'Oder, les civilisations du Paléolithique final dans le nord-ouest européen, actes du colloque de Liège, décembre 1985*, OTTE (M.) dir., Oxford, BAR [International Series, 444 (ii)] / Service de Préhistoire - Université de Liège (ERAUL, 25), p. 99-426.

PHILIBERT S. (2002) - *Les derniers «Sauvages». Territoires économiques et systèmes techno-fonctionnels mésolithiques*. Oxford, BAR (International Series, 1069), 193 p.

1.7. Néolithique : armatures lithiques

GASSIN B. (1991) - Etude fonctionnelle, in : *Une économie de chasse au Néolithique ancien. La grotte Lombard à Saint-Vallier-de-Thiery (Alpes-Maritimes)*, BINDER (D.) dir., Paris, CNRS (Monographies du Centre de Recherches Archéologiques, 5), p. 51-60.

GASSIN B. (1993) - *Approche fonctionnelle des industries lithiques au Néolithique provençal. L'exemple du site chasséen de la grotte de l'Eglise supérieure*, thèse de doctorat, Université Paris X, 2 vol., 409 p. + annexes.

1.8. Age du Bronze / Age du Fer : armatures lithiques, osseuses et métalliques

IKÄHEIMO J.P., JOONA J.P., HIETALA M. (2004) - Wretchedly poor, but amazingly practical: archaeological and experimental evidence on the bone arrowheads of the Fenni, *Acta Borealia*, 2004, p. 3-20.

2. PROCHE-ORIENT

2.1. Paléolithique moyen : armatures (?) lithiques

PLISSON H., BEYRIES S. (1998) - Pointes ou outils tranchants ? Données fonctionnelles dans le Moustérien levantin, *Paléorient*, 24 (1), p. 5-24.

SHEA J.J. (1988) - Spear points from the Middle Palaeolithic of the Levant, *Journal of field archaeology*, 15 (4), p. 441-450.

SHEA J.J. (1993) - Lithic use-wear evidence for hunting by Neandertals and Early Modern Humans from the Levantine Mousterian, in : *Hunting and animal exploitation in the Later Palaeolithic and Mesolithic of Eurasia*, PETERKIN (G.L.), BRICKER (H.M.), MELLARS (P.) dir., Washington, D.C., APAAA (4), p. 189-198.

2.2. Paléolithique supérieur

2.2.1. Armatures lithiques

BERGMAN C.A., NEWCOMER M.H. (1983) - Flint arrowhead breakage : examples from Ksar Akil, Lebanon, *Journal of field archaeology*, 10 (2), p. 238-243.

2.2.2. Armatures osseuses

BERGMAN C.A. (1987) - Hafting and use of bone and antler points from Ksar Akil, Lebanon, in : *La main et*

l'outil. Manches et emmanchements préhistoriques, actes du colloque de Lyon, 1984, STORDEUR (D.) dir., Paris, CNRS (Travaux de la Maison de l'Orient, 15), p. 117-126.

2.3. Néolithique : armatures lithiques

ATAMAN K., CALLEY S. (1988) - A preliminary study of upsilon blades : a look at a new tool type, in : *Industries lithiques, tracéologie et technologie, 1 : aspects archéologiques*, BEYRIES (S.) dir., Oxford, BAR [International Series, 411 (i)], p. 83-91.

MOSS E.H. (1983) - A microwear analysis of burins and points from Tell Abu Hureyra, Syria, in : *Traces d'utilisation sur les outils néolithiques du Proche-Orient, actes de la table ronde du CNRS, Lyon, 8-10 juin 1982*, CAUVIN (M.C.) dir., Lyon, Maison de l'Orient Méditerranéen (Travaux de la Maison de l'Orient, 5), p. 143-162.

3. AMÉRIQUE DU NORD : PALÉOLITHIQUE

3.1. Armatures lithiques

AHLER S.A. (1971) - *Projectile point form and function at Rodgers Shelter, Missouri*, Columbia, Missouri archaeological society research series (8).

CALLAHAN E. (1994) - A Mammoth undertaking, *Bulletin of primitive technology*, 7, p. 23-39.

COX K.A., SMITH H.A. (1989) - Perdiz point damage analysis, *Bulletin of the Texas archeological society*, 60, p. 283-301.

FLENNIKEN J.J. (1985) - Stone tool reduction techniques as cultural markers, in : *Stone tool analysis. Essays in honor of Don E. Crabtree*, PLEW (M.G.), WOODS (J.C.), PAVESIC (M.C.) dir., Albuquerque, University of New Mexico press, p. 265-276.

FLENNIKEN J.J., RAYMOND A.W. (1986) - Morphological projectile point typology : replication experimentation and technological analysis, *American Antiquity*, 51 (3), p. 603-614.

FRISON G.C. (1978) - *Prehistoric hunters of the High Plains*, New York, Academic press, 457 p.

FRISON G.C. (1986) - Mammoth hunting and butchering from a perspective of African elephant culling, in : *The Colby mammoth site - Taphonomy and archaeozoology of a Clovis kill in northern Wyoming*, FRISON (G.C.), TODD (L.C.) dir., Albuquerque, University of New Mexico press, p. 115-134.

FRISON G.C. (1989) - Experimental use of Clovis weaponry and tools on African elephants, *American Antiquity*, 54 (4), p. 766-784.

HUCKELL B.B. (1982) - The Denver Elephant Project : a report on experimentation with thrusting spears, *Plains Anthropologist*, 27, p. 217-224.

ODELL G.H., COWAN F. (1986) - Experiments with spears and arrows on animal targets, *Journal of field archaeology*, 13 (2), p. 195-212.

TITMUS G.L., WOODS J.C. (1986) - An experimental study of projectile point fracture patterns, *Journal of California and Great Basin anthropology*, 8, p. 37-49.

TOWNER R.H., WARBURTON M. (1990) - Projectile point rejuvenation : a technological analysis, *Journal of field archaeology*, 17 (3), p. 311-321.

WOODS J.C. (1988) - Projectile point fracture patterns and inferences about tool function, *Idaho archaeologist*, 11, p. 3-7.

3.2. Armatures osseuses

FRISON G.C., ZEIMENS G.M. (1980) - Bone projectile points : an addition to the Folsom cultural complex, *American antiquity*, 45 (2), p. 231-237.

GUTHRIE R.D. (1983) - Osseous projectile points : biological considerations affecting raw material selection and design among paleolithic and paleoindian people, in : *Animals and archaeology 1 - hunters and their prey*, CLUTTON-BROCK (J.), GRIGSON (C.) dir., Oxford, BAR (International Series, 165), p. 273-294.

TYZZER E.E. (1936) - The «simple bone point» of the shell-heaps of the northeastern Algonkian area and its probable significance, *American antiquity*, 1, p. 261-279.

ANNEXE N° 2

Résultats complémentaires de l'expérimentation 2003

Cette Annexe présente l'ensemble des résultats enregistrés lors de l'expérimentation 2003, mais ne concernant pas directement notre problématique principale (la fracturation des pointes de projectile). Seront donc abordés ici la précision comparée des tirs à l'arc et au propulseur, la mesure de la profondeur de pénétration des projectiles, et l'étude des dommages survenus sur les os de la cible. Cette dernière analyse a été effectuée avec C. Letourneux, et a fait l'objet d'une publication préliminaire (Pétillon et Letourneux, 2003).

1. PRÉCISION DES TIRS À L'ARC ET AU PROPULSEUR

1.1. Taux de tirs au but

Lors de l'expérimentation, 89 tirs à l'arc et 64 tirs au propulseur ont été effectués. Au vu du pourcentage de tirs ayant touché la cible (taux de tirs au but, ou TAB), l'arc est globalement une arme plus précise : son TAB est de 83 % (74 tirs au but sur 89) contre 64 % pour le propulseur (41 tirs sur 64).

Ces taux sont proches de ceux constatés lors d'une précédente expérimentation avec les mêmes tireurs, dans des conditions de lieu et de météorologie comparables (Cattelain et Perpère, 1993) : on avait alors un TAB de 75 % à l'arc (95 tirs au but sur 127) et de 59 % au propulseur (85 tirs sur 165). Les taux systématiquement plus élevés en 2003 (+8 % à l'arc, +5 % au propulseur) résultent sans doute de la volonté de tirer cette fois-ci dans les parties vitales de la cible et non de viser en particulier certains os, ce qui avait été le cas en 1993 pour une partie des tirs et avait entraîné un certain nombre de ratés.

A ce propos, on constate que l'arc permet également de mieux concentrer les tirs sur une partie précise de la cible. Ainsi, sur les figures 1 et 2, la zone cerclée correspond à celle qui a été visée lors des tirs : à l'arc, elle regroupe 85 % des impacts (63 sur 74), mais seulement 65 % au propulseur (22 sur 34). On retrouve donc entre les deux modes de propulsion la même différence que lors du calcul du TAB. Les impacts à l'arc auraient même été plus concentrés encore si, à l'extrême fin de la séance de tir, P. Cattelain n'avait délibérément cherché à atteindre la zone scapula - humérus afin de fracturer les dernières pointes de flèche, qui avaient résisté jusque là à tous les impacts (*cf.* VI.6.1.).

1.2. Facteurs déterminants : les projectiles

On peut tenter de déterminer quels sont les facteurs qui influent sur la réussite ou l'échec d'un tir. Examinons tout d'abord ce qui concerne les projectiles ; on constate en effet que sur l'ensemble de l'expérimentation, un cinquième des projectiles (8 sur 42) concentrent à eux seuls près de 60 %

des ratés, évoquant ainsi l'idée que certaines flèches ou sagaies présentaient peut-être des «défauts de conception» qui les ont conduites à manquer plus souvent leur cible.

A l'intérieur de chaque catégorie (flèches d'un côté, sagaies de l'autre), les projectiles ne se différencient que par trois caractéristiques : la masse, la longueur et l'équilibrage, c'est-à-dire l'emplacement du centre de gravité. Nous avons recherché si une ou plusieurs de ces variables pouvaient modifier significativement le TAB d'un projectile.

Comme l'indiquent les tableaux 1 et 2, il ne semble pas y avoir de relation entre la variation de la masse des projectiles et le taux de succès lors des tirs. Seule parmi les flèches, la classe des projectiles de 37 à 41 grammes affiche un TAB significativement plus bas que les autres, mais cela est dû en grande partie à la présence dans cette classe de la flèche n° 41, qui a enregistré 4 ratés sur un total de 8 tirs : si on écarte cette flèche, sur laquelle nous reviendrons, le TAB de cette classe passe de 67 % à 80 %. Notons par ailleurs que, si le tableau de la masse des sagaies reproduit la coupure en deux sous-populations déjà notée précédemment (*cf.* VI.3.), celle-ci ne semble pas avoir eu d'influence sur le résultat des tirs.

La longueur des sagaies (tabl. 3) ne semble pas non plus avoir entraîné de variations du TAB. Certes, les deux classes extrêmes (moins de 256 et plus de 262 cm) affichent des scores qui s'écartent de la moyenne, mais il faut souligner que les pourcentages sont ici calculés à partir d'échantillons très réduits : dans la première classe, un seul raté supplémentaire aurait suffi à faire chuter le TAB de 73 % à 64 %, le ramenant ainsi dans la moyenne, tandis que le TAB de 50 % pour la classe supérieure se fonde sur deux lancers uniquement...

En revanche, la longueur des flèches (tabl. 4) semble avoir joué un certain rôle dans la réussite des tirs. Les 6 flèches les plus courtes (moins de 88 cm) concentrent ainsi 60 % des ratés à l'arc, pour seulement 30 % du nombre total de tirs ; la flèche n° 41 fait d'ailleurs partie de cette classe.

Enfin, comme indiqué dans le chapitre VI (*cf.* note (38) *in* VI.3.), l'équilibrage des projectiles a été calculé en mesurant la distance entre le centre de gravité et le talon, distance ensuite exprimée sous la forme d'un pourcentage de la longueur totale du projectile. Ainsi, si le centre de gravité se

MASSE (G)	N DE SAGAIES	N TOTAL DE TIRS	N TOTAL DE RATÉS	TAB
[141 - 151 [	9	32	12	63%
[151 - 161 [	0	0	0	-
[161 - 171 [	11	29	10	66%
[171 - 181 [	1	3	1	67%

Tabl. 1 : expérimentation 2003 - masse des sagaies en relation avec le taux de tirs au but.

MASSE (G)	N DE FLÈCHES	N TOTAL DE TIRS	N TOTAL DE RATÉS	TAB
[29 - 33 [	8	23	4	83%
[33 - 37 [	8	29	2	93%
[37 - 41 [	4	18	6	67%
[41 - 45 [	1	19	3	84%

Tabl. 2 : expérimentation 2003 - masse des flèches en relation avec le taux de tirs au but.

LONGUEUR (CM)	N DE SAGAIES	N TOTAL DE TIRS	N TOTAL DE RATÉS	TAB
[254 - 256 [	3	11	3	73%
[256 - 258 [	5	11	4	64%
[258 - 260 [	8	32	12	63%
[260 - 262 [	4	8	3	63%
[262 - 264 [	1	2	1	50%

Tabl. 3 : expérimentation 2003 - longueur des sagaies en relation avec le taux de tirs au but.

LONGUEUR (CM)	N DE FLÈCHES	N TOTAL DE TIRS	N TOTAL DE RATÉS	TAB
[86 - 88 [	6	27	9	67%
[88 - 90 [	9	25	1	96%
[90 - 92 [	4	12	1	92%
[92 - 94 [	2	25	4	84%

Tabl. 4 : expérimentation 2003 - longueur des flèches en relation avec le taux de tirs au but.

EQUILIBRAGE (%)	N DE FLÈCHES	N TOTAL DE TIRS	N TOTAL DE RATÉS	TAB
[50 - 52 [	4	20	4	80%
[52 - 54 [	13	52	6	88%
[54 - 56 [	3	9	1	89%
[56 - 58 [	1	8	4	50%

Tabl. 5 : expérimentation 2003 - équilibrage des flèches en relation avec le taux de tirs au but.

DATE	HORAIRE	N TOTAL DE TIRS	N TOTAL DE RATÉS	TAB
11 jan 2003	10h30 - 11h30	31	16	48%
11 jan 2003	11h30-13h (*)	32	7	78%

Tabl. 6 : expérimentation 2003 - horaire des tirs au propulseur et taux de tirs au but (* = avec interruption entre 12h10 et 12h40 pour réparation de projectiles).

DATE	HORAIRE	N TOTAL DE TIRS	N TOTAL DE RATÉS	TAB
12 jan 2003	10h30 - 11h45	44	9	80%
12 jan 2003	11h50 - 13h05	44	5	89%

Tabl. 7 : expérimentation 2003 - horaire des tirs à l'arc et taux de tirs au but.

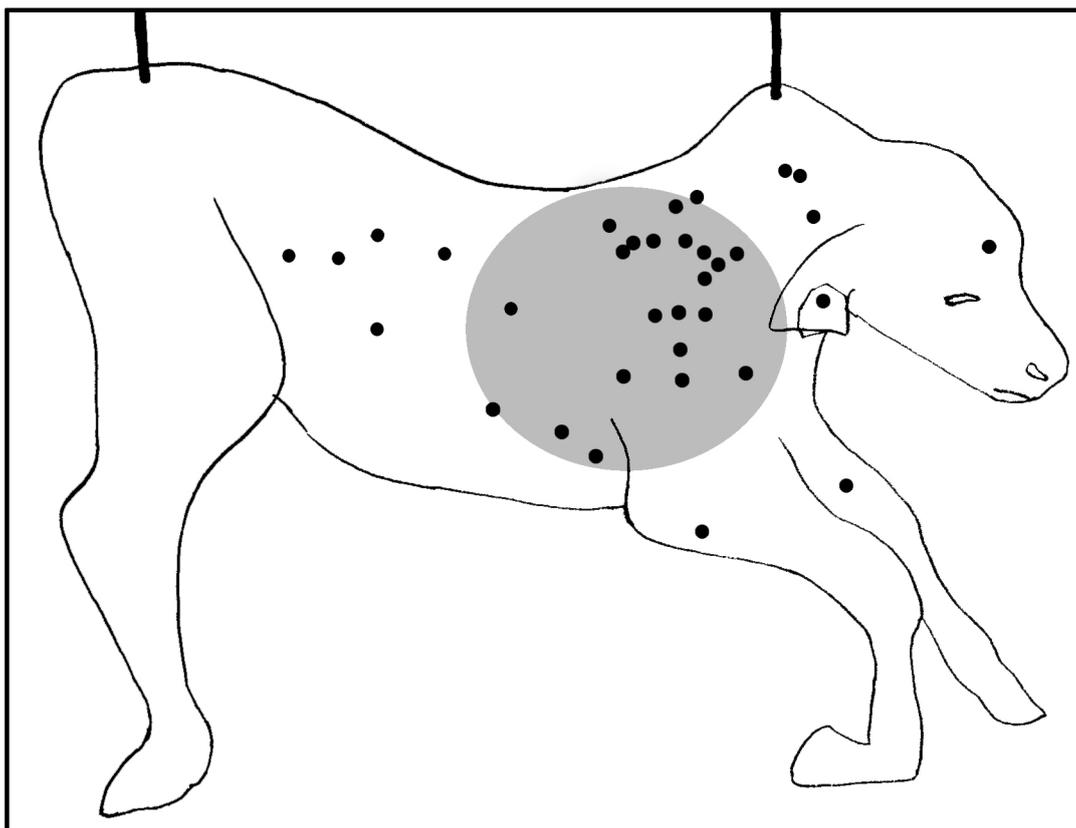


Fig. 1 : expérimentation 2003 - emplacement des impacts sur le corps du veau tiré au propulseur. La zone grisée correspond à celle qui a été a priori visée lors des tirs. Elle rassemble 22 impacts sur 34 (les points à la limite de la zone sont considérés comme en faisant partie). Les tirs ripés, non représentés, ont été comptés comme tirs au but lors du calcul du TAB.

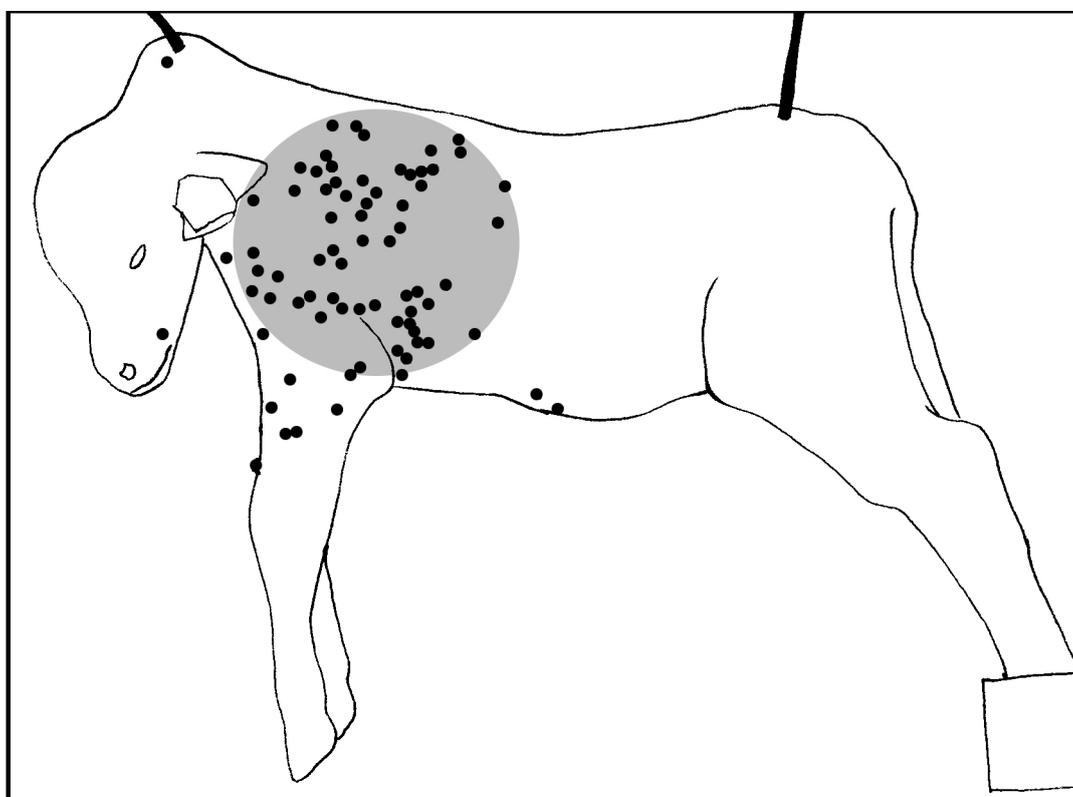


Fig. 2 : expérimentation 2003 - emplacement des impacts sur le corps du veau tiré à l'arc. La zone grisée correspond à celle qui a été a priori visée lors des tirs. Elle rassemble 63 impacts sur 74 (les points à la limite de la zone sont considérés comme en faisant partie).

trouve exactement au milieu du projectile, l'équilibrage est de 50 % ; une valeur supérieure à 50 % indique un centre de gravité décalé vers la pointe, une valeur inférieure un centre de gravité décalé du côté de l'empennage.

Les valeurs n'ont pas été présentées pour les sagaies, car leur équilibrage était extrêmement homogène, situé pour l'ensemble d'entre elles entre 48,5 et 50 %. Pour les flèches (tabl. 5), les valeurs sont plus dispersées, mais le TAB est comparable pour toutes les classes à l'exception de la dernière. Celle-ci ne comprend qu'une flèche, la n° 41, dont le centre de gravité est situé à 56,9 % de la longueur totale du projectile : c'est donc probablement cet équilibrage trop décalé vers l'avant qui a entraîné, pour ce projectile, une importante quantité de ratés¹.

En résumé, on peut dire que :

- Lors des tirs au propulseur, les différences morphométriques entre sagaies ne semblent pas avoir eu grande influence sur la réussite des lancers.
- En revanche, pour l'une des flèches tirées à l'arc (n° 41), l'emplacement du centre de gravité, plus excentré vers l'avant, a entraîné un certain nombre de ratés ; il est possible que la longueur des flèches ait également joué un certain rôle, les projectiles les plus courts manquant proportionnellement plus souvent leur cible.

Ce dernier résultat peut s'expliquer par le fait que P. Cattelain, habitué à tirer avec des flèches standardisées, aurait souhaité pouvoir régler sa visée sur une longueur constante de projectile — ce qui n'a, de fait, pas été possible. Lors de l'expérimentation 2004, nous avons cherché à éviter ce problème en harmonisant la longueur des flèches à 80 cm avec la pointe (cf. VIII.3.).

1.3. Facteurs déterminants : les tireurs

L'horaire de chaque tir ayant été noté, il est possible de dresser le tableau de l'évolution du TAB au fil du temps et du déroulement de l'expérimentation (tabl. 6 et 7 ; signalons que deux tirs — un à l'arc et un au propulseur — n'ont pu être intégrés dans ces tableaux, leur horaire ayant été omis sur la fiche d'enregistrement).

Pour les tirs au propulseur, on peut relever une nette différence entre la première et la deuxième moitié de la séance d'expérimentation. Alors que lors de la première heure la moitié des tirs ratent la cible, la proportion de tirs manqués diminue ensuite rapidement, le taux de tirs au but grimpaant presque jusqu'à 80 % lors de la seconde heure.

Cette distinction est moins sensible à l'arc, où le TAB ne passe «que» de 80 à 89 % entre la première et la deuxième moitié de la séance de tirs. De plus, il faut indiquer que l'unique tir à l'arc que nous n'avons pas pu intégrer au tableau — pour cause de fiche d'enregistrement incomplète, cf. ci-dessus — est un tir raté, qui a très probablement été effectué un peu après midi (car il s'agissait du quatrième tir de la même flèche), donc lors de la deuxième partie de l'expérimentation ; si on l'ajoute aux 5 ratés survenus lors de cette tranche horaire, on a donc 9 ratés au début de l'expérimentation et 6 à la fin, soit un relatif équilibre.

L'ensemble des tirs au propulseur ayant été effectué à conditions constantes, l'évolution constatée dans le TAB ne peut être imputable qu'à des facteurs liés au tireur lui-même : échauffement, familiarisation progressive avec la cible, prise de marques... Si cette évolution est beaucoup moins sensible à l'arc, c'est peut-être parce que la journée de tirs à l'arc s'est déroulée dans des conditions plus «sereines», avec un protocole expérimental mieux rodé, et accessoirement une météo plus clémente (5°C de plus que la veille...). Le facteur psychologique a également son importance, tant il est vrai qu'une «mauvaise série» de tirs ratés en début d'expérimentation peut facilement vous perturber et vous déconcentrer ensuite pendant un moment, ce qui ne facilite pas les tirs suivants !

2. DOMMAGES INFLIGÉS AUX CIBLES

2.1. Profondeur de pénétration

Les tableaux 8 et 9 présentent la profondeur de pénétration de l'ensemble des tirs ayant touché les animaux cibles. Les impacts sont divisés en cinq catégories selon la zone touchée (cf. VII.1.) :

- **Peau** : il s'agit des cas où le projectile s'est planté superficiellement dans le cou, le bas-ventre, la patte ou le dos de l'animal, prenant la peau en écharpe sans rencontrer d'os ni d'organe interne.
- **Tronc** : tirs ayant touché la zone du poitrail ou de la panse, passant à côté des côtes ou frappant l'une d'entre elles, mais sans toucher les vertèbres ni les scapulas. Dans deux cas, à l'arc, la pointe s'est plantée dans le sternum.
- **Vertèbres** : impacts sur les vertèbres.
- **Scapulas** : impacts sur les scapulas (aile de la scapula uniquement : pas d'impact sur l'extrémité proximale).
- **Humérus et radio-ulna** : impacts sur les diaphyses et épiphyses de l'humérus et du radio-ulna. A l'arc, tous les tirs se concentrent sur l'humérus (cf. tabl. 9).
- **Tête** : un seul tir, effectué au propulseur, a frappé l'os frontal.

L'indication de la zone touchée correspond à celle qui avait été relevée sur le terrain, lors de la cinquième étape du protocole d'enregistrement décrit in VI.6.3. Or, la comparaison avec les traces d'impact observées sur les os (tabl. 10 et 11) fait apparaître quelques différences, en particulier à l'arc : on a ainsi 5 traces d'impact sur l'humérus (tabl. 11) pour 6 tirs ayant théoriquement frappé cet os (tabl. 9) ; de même, on a 11 tirs sur la scapula mais seulement 7 traces d'impact, ainsi que 9 tirs sur les vertèbres pour 8 traces d'impact uniquement. Ces différences tiennent probablement à la difficulté de reconnaître lors du tir, à travers la peau de l'animal, quel os a été touché ; il faut également tenir compte de la disparition pure et simple de certaines parties cartilagineuses lorsque les os ont été bouillis. A l'arc, l'un des tirs

¹ P. Cattelain (1994, p. 20) et J.G. Rozoy (1992, p. 177) indiquent certes que pour avoir un vol régulier, une sagaie non empennée doit présenter un centre de gravité décalé aux 6/10 de sa longueur ; mais pour une flèche, cet équilibrage particulier n'est pas nécessaire, et est même être préjudiciable à la précision du projectile (P. Cattelain, comm. pers.).

ZONE TOUCHÉE	N DE TIRS	PROFONDEUR DE PÉNÉTRATION (CM)		
		MINIMUM	MAXIMUM	MOYENNE
peau	3	2,5	7,5	5,8
tronc	15	2,5	28,5	12,4
vertèbres	4	3	10,5	7
scapulas	4	9,5	12	10,4
humérus, radio-ulna	3	4,5	9	6,9
tête	1	8	8	8

Tabl. 8 : expérimentation 2003 - profondeur de pénétration des sagaies lancées au propulseur.

ZONE TOUCHÉE	N DE TIRS	PROFONDEUR DE PÉNÉTRATION (CM)		
		MINIMUM	MAXIMUM	MOYENNE
peau	16	6,5	16,5	11,7
tronc	31	7,5	21	12,2
vertèbres	9	6	11,4	9
scapula	11	6,4	13	9,5
humérus	6	5	10	7,1

Tabl. 9 : expérimentation 2003 - profondeur de pénétration des flèches tirées à l'arc.

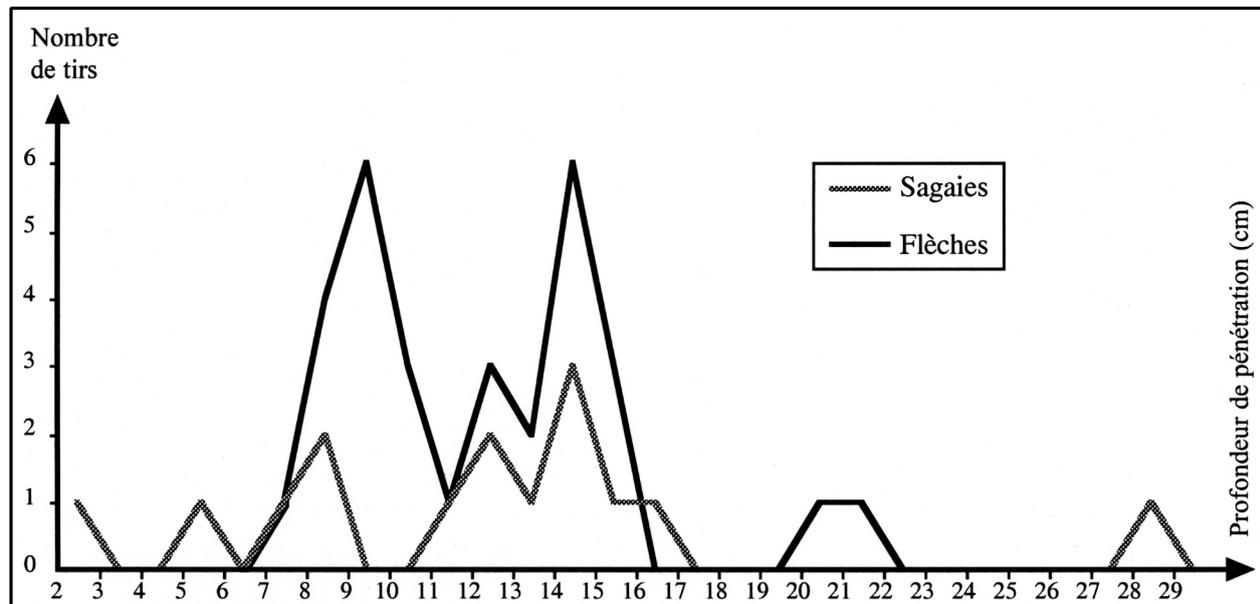


Fig. 3 : expérimentation 2003 - répartition des profondeurs de pénétration des tirs de flèches et de sagaies ayant touché le tronc de la cible.

sur l'humérus a ainsi touché la partie antérieure de l'épiphyse proximale, non ossifiée et qui s'est presque entièrement désagrégée lors du nettoyage des os. Par ailleurs, l'un des tirs au propulseur — qui avait touché une vertèbre — n'a pas pu être intégré dans le tableau 8, sa profondeur de pénétration ayant été omise sur la fiche d'enregistrement.

Signalons enfin que quatre autres tirs au but (un à l'arc et trois au propulseur) sont absents des tableaux 8 et 9, car au moment de l'impact la pointe a rebondi sur l'animal sans pénétrer. Ces rebonds se sont produits dans la zone de l'épaule et de la nuque ; dans un cas au moins, il semble que le projectile ait été dévié après avoir frappé une autre pointe déjà fichée dans l'animal.

L'examen des profondeurs de pénétration montre que, lorsqu'un projectile rencontre un os robuste —

humérus, radio-ulna, os frontal — sa pénétration est stoppée (profondeur moyenne d'environ 7 cm pour les flèches comme pour les sagaies). Le même phénomène se produit pour les tirs sur vertèbres et sur scapulas, bien que la pénétration soit ici légèrement plus importante (9-10 cm)².

La situation est plus complexe en ce qui concerne les tirs dans le tronc. Si la pénétration moyenne est supérieure

² Pour les tirs sur vertèbres, les valeurs de pénétration moyennes semblent indiquer que les flèches parviennent à s'enfoncer plus profondément que les sagaies (9 cm contre 7). Cela est cependant dû au fait que tous les tirs de flèches ont été effectués sur des vertèbres thoraciques, alors que les 4 tirs de sagaies se répartissent en 2 tirs sur vertèbres thoraciques (pénétration moyenne : 9 cm) et 2 tirs sur vertèbres cervicales, nettement plus massives (pénétration moyenne : 5 cm).

(12 cm environ), la répartition des mesures (fig. 3) donne les résultats suivants :

- **Au propulseur**, les 15 impacts peuvent être répartis en un premier groupe de 5 tirs ayant pénétré de 2,5 à 8,5 cm (moyenne 6,5), un deuxième groupe de 9 tirs dont la profondeur de pénétration s'échelonne de 11 à 16,5 cm (moyenne 13,8), et un troisième groupe comprenant un unique tir qui a pénétré de 28,5 cm.
- **A l'arc**, une répartition bimodale est nettement visible, avec un premier groupe de 15 impacts ayant pénétré de 7,5 à 11 cm (moyenne 9,3), et un second groupe de 14 impacts dont la profondeur varie de 12 à 15,6 cm (moyenne 13,9). Deux impacts affichent par ailleurs des pénétrations de 20 et 21 cm.

Au propulseur, cette répartition peut être considérée comme liée à l'emplacement des impacts sur le corps de l'animal (fig. 4). Ainsi la valeur de 28,5 cm, la plus élevée atteinte au cours de l'expérimentation, s'explique par le fait que ce tir est l'un des rares à avoir frappé au niveau de l'abdomen ; le projectile avait d'ailleurs transpercé l'animal et pointait de l'autre côté. De même, on remarque que les sagaies qui se sont enfoncées de 12 cm ou plus ont frappé entre les côtes au niveau du poitrail, tandis que les pénétrations inférieures sont situées au niveau de l'échine, à un endroit où les projectiles ont pu être arrêtés par la musculature de l'épaule (d'après les traces d'impact détaillées ci-dessous, il semble également que deux tirs à cet endroit aient touché les côtes). Reste cependant un impact atypique : bien qu'il soit situé au niveau de l'abdomen — c'est le plus à gauche sur la fig. 4 — il n'a pénétré que de 2,5 cm. *A posteriori*, il paraît plausible que ce projectile, vu son emplacement, ait été stoppé par un impact sur l'os coxal droit ; mais comme cela n'a pas été repéré lors de l'expérimentation, l'os en question n'a malheureusement pas été conservé !

A l'arc (fig. 5), les trois sous-populations ne se distinguent pas par des emplacements nettement différenciés. Tout au plus peut-on dire que la profondeur de 21 cm atteinte par l'une des flèches s'explique peut-être parce qu'il s'agit, sur ce veau, du tir le plus excentré vers l'arrière de la cage thoracique ; quant au tir ayant pénétré de 20 cm, il faut souligner qu'il a eu lieu vers la fin de l'expérimentation et a atteint une zone déjà très endommagée par de nombreux impacts (bas des côtes au niveau du sternum). Pour le reste, d'après les observations effectuées lors du dépeçage, il semble bien que la différence entre les impacts les plus profonds (12 à 15,6 cm) et ceux qui sont plus superficiels (7,5 à 11 cm) réside dans le fait que les premiers sont passés *entre* les côtes, tandis que les seconds ont terminé leur course *dans* une côte ou un os du sternum...

Après avoir examiné les impacts sur os massifs et les impacts dans le tronc, reste la question des impacts qui n'ont fait que prendre en écharpe la peau de l'animal. Contrairement aux cas sus-cités, le contraste entre l'arc et le propulseur est ici flagrant : les flèches pénètrent en moyenne deux fois plus profondément que les sagaies. Il n'est toutefois pas réellement possible d'interpréter ces

chiffres, étant donné le très petit nombre de tirs de cette catégorie au propulseur (trois impacts seulement) et le caractère vraiment particulier de l'un d'entre eux, qui a traversé le marqueur en plastique accroché à l'oreille de l'animal, puis l'oreille elle-même, avant d'aller se fiché dans la peau de la gorge...

En guise de conclusion, nous avons voulu rappeler les quelques éléments de comparaison dont nous disposons en ce qui concerne les questions de profondeur de pénétration. Nous n'avons pu trouver que trois publications fournissant à ce sujet des données chiffrées et relativement précises : Guthrie, 1983 ; Stodiek, 1993 ; Cattelain et Perpère, 1993. Leur résultats sont résumés ci-dessous. Les deux premiers ne sont présentés qu'à titre indicatif, les importantes différences entre leurs protocoles expérimentaux et le nôtre empêchant toute comparaison directe. En revanche, le protocole employé par P. Cattelain et M. Perpère est très proche du nôtre (nous nous en sommes d'ailleurs très largement inspirés), les seules différences résidant dans le type d'armature testé et la nature de l'animal cible.

- **Guthrie, 1983, p. 282-285** : expérimentation portant sur des pointes à biseau simple en os et bois de Cervidé, montées sur des hampes de 2 mètres pesant 500 g, tirées à l'arc composite de chasse (puissance : 45 livres) à une distance de 5 mètres dans une carcasse d'élan. D'après la fig. 4, la majorité des profondeurs de pénétration semble se situer dans des fourchettes d'environ 7 à 16 cm pour les impacts dans la nuque, 9 à 18 cm pour les impacts dans la scapula, 3 à 16 cm pour les impacts dans les côtes et 25 à 34 cm pour les projectiles passés entre les côtes.
- **Stodiek, 1993, p. 202** : résultats concernant 16 tirs de pointes à biseau simple et biseau double en bois de Renne (dont 3 équipées de lamelles à dos en silex) et 5 tirs de pointes en silex, toutes montées sur des projectiles d'environ 80 g tirés à l'aide d'une arbalète calibrée reproduisant la vitesse d'un lancer au propulseur, dans la zone poitrail-panse d'une carcasse de daim éviscérée située à une distance de 15 mètres. Aucun projectile n'a percuté d'os. Pour les pointes en bois de Renne, la profondeur de pénétration moyenne est d'environ 20 cm, les pointes en silex ayant pénétré 5 à 10 cm de plus ; en revanche la présence de lamelles à dos sur certaines pointes en bois de Renne n'a pas eu d'influence sensible sur leur profondeur de pénétration.
- **Cattelain et Perpère, 1993, p. 17-18** : tir de pointes de la Gravette, à l'arc préhistorique et au propulseur, sur une carcasse de chèvre située à 10 mètres. La profondeur de pénétration est presque toujours plus importante au propulseur qu'à l'arc : suivant la zone touchée, les valeurs moyennes sont en effet respectivement 11 et 5 cm (impacts sur l'omoplate) ; 5,8 et 15,1 cm (impacts sur les vertèbres) ; 29,4 et 10,6 cm (impacts sur la patte) ; 31,9 et 21,4 cm (impacts dans le poitrail) ; 69,9 et 43,1 cm (impacts dans la panse).

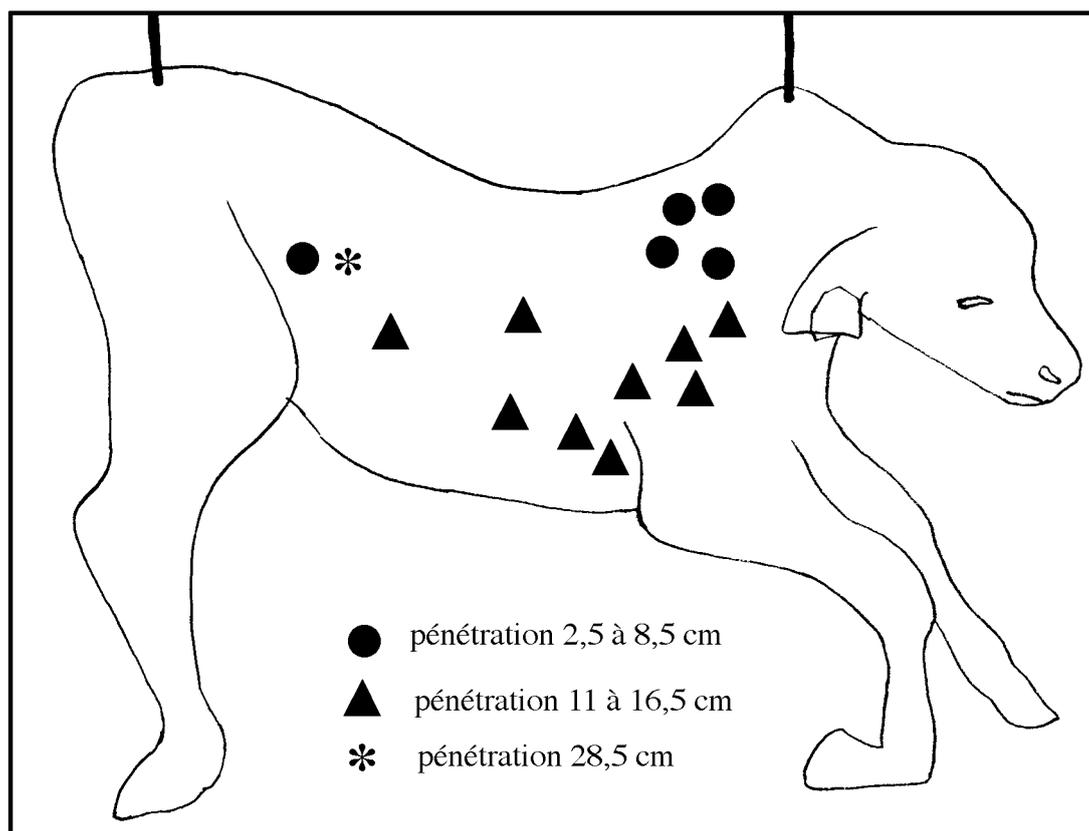


Fig. 4 : expérimentation 2003 - emplacement et profondeur de pénétration des tirs de sagaie ayant touché le tronc de l'animal cible.

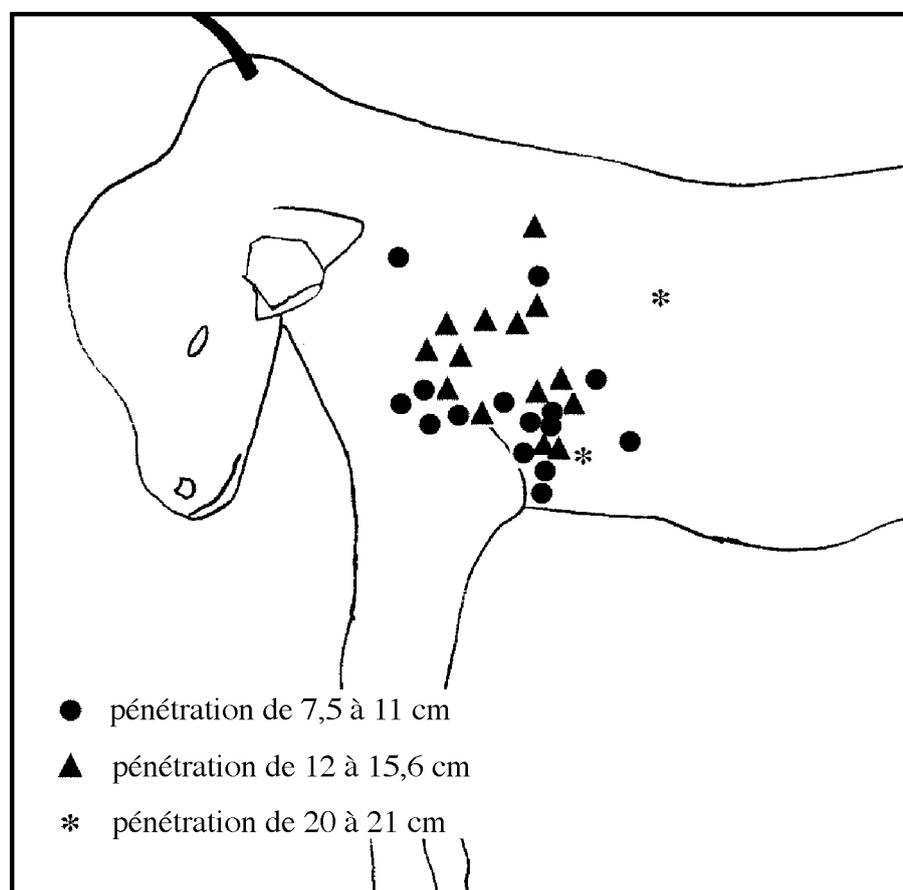


Fig. 5 : expérimentation 2003 - emplacement et profondeur de pénétration des tirs de flèche ayant touché le tronc de l'animal cible.

	ÉRAFLURE	PERCEMENT	PERCEMENT + FISSURATION	PERCEMENT + FISSURATION + INCRUSTATION	TRANSPERCEMENT	TRANSPERCEMENT + FISSURATION	TRANSPERCEMENT + INCRUSTATION	TRANSPERCEMENT + FISSURATION + INCRUSTATION	TOTAL
os frontal					1				1
vertèbres cervicales							1	1	2
vertèbres thoraciques	2					1			3
vertèbres lombaires					1				1
côtes	3					1			4
scapulas				1	1			2	4
humérus						1			1
radius								1	1
ulna								1	1
TOTAL	5	0	0	1	3	3	1	5	18

Tabl. 10 : expérimentation 2003 - traces d'impacts sur les os du veau tiré au propulseur.

	ÉRAFLURE	PERCEMENT	PERCEMENT + FISSURATION	PERCEMENT + FISSURATION + INCRUSTATION	TRANSPERCEMENT	TRANSPERCEMENT + FISSURATION	TRANSPERCEMENT + INCRUSTATION	TRANSPERCEMENT + FISSURATION + INCRUSTATION	TOTAL
vertèbres thoraciques	5	1				3			9
côtes	3				1	3			7
sternum		1	1						2
scapula					3	1	3		7
humérus	1	1		1	1	1		1	6
TOTAL	9	3	1	1	5	8	3	1	31

Tabl. 11 : expérimentation 2003 - traces d'impacts sur les os du veau tiré à l'arc.



Fig. 6 : expérimentation 2003 - éraflure sur une côte (tir à l'arc).



Fig. 7 : expérimentation 2003 - percement d'une extrémité distale d'humérus, avec fissuration et incrustation (tir à l'arc).



Fig. 9 : expérimentation 2003 - fissurations d'un humérus suite à deux impacts, dont un avec incrustation (tir à l'arc).



Fig. 8 : expérimentation 2003 - transperçement d'un radio-ulna avec fissuration et incrustation (tir au propulseur).

2.2. Traces d'impact sur les ossements [texte extrait de Pétilion et Letourneux, 2003]

Les rapports de tir expérimental font rarement état des lésions laissées par l'impact de la pointe sur les ossements du gibier-cible. De fait, les données publiées se limitent, pour l'essentiel, aux contributions d'U. Stodiek (1993, 2000) et surtout de P. Morel (1993, 2000). Il nous a semblé d'autant plus important de nous arrêter sur le sujet.

2.2.1. Nomenclature et description des stigmates (tabl. 10 et 11)

La nomenclature que nous avons utilisée s'inspire de celle proposée par P. Morel (2000). Elle repose sur la distinction de trois types d'impacts :

- **L'éraffure** (que P. Morel nommait « raclement ») qui se produit lorsqu'une pointe frôle un os, arrachant une petite quantité de matière le long d'un de ses bords (fig. 6) ;
- **Le percement** qui résulte de la pénétration de la pointe à l'intérieur de l'os, sans que celle-ci ne ressorte de l'autre côté (fig. 7) ;
- **Le transpercement** indique que la pointe traverse entièrement l'os, creusant un canal auquel elle imprime plus ou moins sa forme (fig. 8).

Deux phénomènes secondaires, accompagnant les deux derniers stigmates, s'ajoutent occasionnellement :

- **Les fissurations** se propagent à partir du point d'impact en suivant l'axe des fibres osseuses (fig. 9). Lorsque l'os est de petite taille, la fissuration peut aboutir à son éclatement en plusieurs morceaux ;
- **L'incrustation** de la pointe à l'intérieur de la carcasse. Une partie des pointes coincées dans l'animal a pu être dégagée lors du nettoyage et du décharnement de la carcasse ; d'autres pointes, en revanche, sont littéralement restées incrustées dans l'os et, même après traitement et séchage de ces derniers, il s'est avéré impossible de dégager les pointes sans les endommager ni détruire l'os (fig. 7 à 9).

Sur les 64 tirs au propulseur que P. Chauvaux a effectués, 30 ont frappé le sol et 34 ont atteint la cible. Ces derniers ont laissé 18 traces d'impacts sur les ossements. De manière générale, les stigmates les plus fréquents sont aussi les plus dommageables : on dénombre ainsi 12 cas de transpercements contre 5 éraffures. La remarque vaut également pour les tirs à l'arc. En effet, sur les 89 tirs réalisés par P. Cattelain, 74 ont touché la cible, y laissant 31 marques parmi lesquelles on dénombre 17 transpercements et 9 éraffures.

Ce constat appelle immédiatement à la prudence : les blessures les plus visibles sont évidemment plus faciles à identifier ! Or, pour des raisons évidentes de temps de travail, nous n'avons pas récupéré l'animal-cible en entier mais seulement les régions dans lesquelles nous avons enregistré la pénétration d'une pointe. Il se pourrait par exemple qu'un ou deux tirs, pénétrant

plus profondément, aient touché d'autres ossements sans que nous ne l'ayons relevé sur l'instant. Par conséquent, les effectifs présentés — nombre de traces effectivement observées — sont vraisemblablement légèrement sous-estimés.

2.2.2. Recensement par partie anatomique

Quelle que soit l'arme utilisée, la zone présentant le plus de traces est la colonne vertébrale (des cervicales aux thoraciques). Les côtes et la scapula sont ensuite les plus fréquemment marquées. L'arrière-train et les bas de pattes sont « logiquement » épargnés, plus éloignés des centres vitaux visés par le tireur. Notons toutefois que la distribution des tirs à l'arc est nettement plus concentrée autour de la région de l'épaule et de l'encolure que celle des tirs au propulseur, qui apparaît plus diffuse (*cf.* ci-dessus 1.1.).

2.2.3. Nature des stigmates et localisation anatomique

Sur les côtes, les vertèbres lombaires et les vertèbres thoraciques qui sont des os à faible épaisseur corticale, les éraffures sont fréquentes (N = 13). Mais lorsque la pointe frappe l'os de plein fouet, elle le transperce généralement (N = 10), amorçant souvent une voire plusieurs fissures (N = 8).

Sur les vertèbres cervicales, l'humérus, le radius et l'ulna, à la fois plus massifs et plus denses pour les derniers, les éraffures sont très rares (N = 1) alors que les percements (N = 2) et transpercements (N = 8) sont communs. Percements et transpercements s'accompagnent presque toujours de fissurations (N = 7) et la pointe reste presque systématiquement (N = 6) incrustée dans l'os. Seuls 4 cas font exception, mais ils correspondent à des tirs lors desquels la pointe s'est fichée à la limite entre la diaphyse et l'extrémité proximale de l'humérus ; c'est la désagrégation de cette dernière qui a finalement permis la libération de la pointe. Il est vraisemblable que, sur un sujet adulte — aux épiphyses parfaitement soudées au corps diaphysaire — elle serait restée plantée dans l'os.

L'unique tir sur l'os frontal, effectué au propulseur, a abouti à un transpercement sans fissuration ni incrustation (la pointe a en effet pu être retirée sans dommage). À noter que le cerveau de l'animal n'a pas été touché, la pointe ayant traversé le sinus gauche.

Les tirs sur la scapula (N = 11), os plat et mince, aboutissent presque toujours à un transpercement (N = 10), même lorsque les pointes frappent la scapula sur sa face interne après avoir traversé le corps de l'animal (ce qui est le cas des deux impacts sur la scapula gauche du veau tiré au propulseur).

L'examen des surfaces osseuses montre que les dégâts infligés dépendent en partie de la nature (composition et structure histologiques) et de la morphologie des éléments. Leur emplacement et leur orientation sur le squelette interviennent également. En revanche, il reste très hasardeux de tirer des conclusions sur les différences entre les lésions laissées par un tir à l'arc et un tir au propulseur à partir de ces quelques observations, assurément trop sommaires.

ANNEXE N° 3

Résultats complémentaires de l'expérimentation 2004

Comme précédemment (Annexe 2), nous avons rassemblé ici les résultats enregistrés lors de l'expérimentation 2004, mais ne se rapportant pas directement à la question de la fracturation des pointes de projectile. On trouvera donc dans cette Annexe les données concernant la précision des tirs à l'arc et au propulseur, la profondeur de pénétration des projectiles dans la carcasse de l'animal cible, et les traces d'impacts relevées sur les ossements de ce dernier.

1. PRÉCISION DES TIRS À L'ARC ET AU PROPULSEUR

1.1. Taux de tirs au but

Parmi les 150 tirs à l'arc effectués lors de l'expérimentation 2004, 116 ont touché la cible, soit un taux de tirs au but (TAB) de 77 %. Au propulseur, le nombre de lancers réussis est de 224 sur 315, ce qui représente un TAB de 71 % (comme l'année précédente, les tirs «ripés» ont été comptabilisés parmi les tirs au but, en considérant le fait qu'ils ont touché le corps de l'animal).

A l'arc, le TAB est donc légèrement plus faible en 2004 qu'en 2003, où il était de 83 % ; il se rapproche du TAB de 75 % enregistré lors d'une expérimentation antérieure, dans des conditions de tir équivalentes (Cattelain et Perpère, 1993 ; cf. ici tabl. 1). Cette situation est sans doute à mettre sur le compte des différentes consignes de tir appliquées : en 2003, toucher la zone cœur-poumons ; en 1993 et en 2004, viser les zones osseuses les plus destructrices pour les pointes, cibles plus petites et plus «périphériques» par rapport au corps de l'animal.

En revanche, cette tendance ne se vérifie pas dans le cas du propulseur, arme pour laquelle le TAB augmente régulièrement d'une expérimentation à l'autre : 59 % en 1993, 64 % en 2003, 71 % en 2004¹. De ce fait, le différentiel de précision entre arc et propulseur est beaucoup plus réduit en 2004 que lors des deux expérimentations précédentes (7 % de différence, contre respectivement 16 % et 19 % en 1993 et 2003). Ce constat nous rappelle à quel point il est délicat de généraliser les jugements relatifs aux «performances» de telle ou telle arme à partir d'un petit nombre d'observations...

1.2. Facteurs déterminants : les projectiles

En 2004, lors des tirs à l'arc, les flèches employées ne se différencient que par leur masse (de 27 à 41 g) et l'emplacement de leur centre de gravité (de 50,6 à 60,6 % de la longueur totale du projectile). Cependant, aucune corrélation n'apparaît entre ces variables et la précision des tirs. Remarquons notamment que, en 2003, l'une des flèches présentait un centre de gravité nettement décalé vers l'avant (à 56,9 % de la longueur totale du projectile), ce qui avait manifestement entraîné un nombre de ratés anormalement élevé (4 tirs sur 8) ; or, en 2004, cinq flèches

présentaient un équilibrage comparable (de 57,5 à 60,6 %), sans que cela se soit traduit par un comportement particulier — leur TAB global est de 77 % (27 tirs réussis sur 35), identique à la moyenne de l'ensemble des tirs à l'arc.

Au propulseur, les sagaies de l'expérimentation 2004 étaient divisées en deux lots : un premier comportant 16 projectiles de 240 cm de long, pesant de 195 à 237 g ; et un second rassemblant 17 sagaies de 260 cm de long, pesant de 153 à 193 g, dont la moitié (N = 9) présentait par ailleurs un problème de rectitude (torsion du quart distal). Là non plus, ces différences ne semblent pas avoir eu d'incidence notable sur le résultat des tirs (tabl. 2) : les sagaies du premier lot affichent certes un TAB légèrement plus élevé, mais la différence (+ 6 %) est peu significative eu égard aux effectifs en jeu.

1.3. Facteurs déterminants : les tireurs

Lors des tirs à l'arc comme lors des lancers au propulseur, trois positions de tir ont été successivement adoptées : tir latéral, tir depuis l'avant (le flanc de l'animal et la ligne de tir formant un angle d'environ 60°), et tir depuis l'arrière (position symétrique à la précédente, côté caudal). La distance de tir était de 13 m pour le tir latéral et de 11 m pour les 2 autres positions, l'animal représentant sous ces angles une cible plus petite et donc plus difficile à atteindre.

Au propulseur, ces variations n'ont pas significativement modifié le TAB (tabl. 3). A l'arc en revanche, le TAB est nettement plus élevé pour la troisième série de tirs, effectuée depuis l'arrière (tabl. 4). Nous pensons cependant qu'il faut surtout y voir le résultat de l'échauffement du tireur et de sa familiarisation progressive avec la cible, phénomène analogue à ce qui s'était produit en 2003 avec les lancers au propulseur (cf. Annexe 2)...

2. DOMMAGES INFLIGÉS AUX CIBLES

2.1. Profondeur de pénétration

Les tableaux 5 et 6 présentent la profondeur de pénétration de l'ensemble des tirs ayant touché les animaux cibles. Les

¹ Précisons que, pour l'expérimentation 2004, le TAB de 71 % englobe les lancers effectués par quatre tireurs différents (P. Chauvaux, E. Demoulin, F. Rivère et P. Cattelain). Le TAB individuel de P. Chauvaux, qui avait assuré l'ensemble des tirs en 1993 et 2003, est en 2004 de 76 %.

	TIRS AU PROPULSEUR			TIRS À L'ARC		
	N total de tirs	N total de ratés	TAB	N total de tirs	N total de ratés	TAB
Cattelain et Perpère, 1993	145	60	59 %	127	32	75 %
expérimentation 2003	64	23	64 %	89	15	83 %
expérimentation 2004	315	91	71 %	150	34	77 %

Tabl. 1 : comparaison des taux de tirs au but, au propulseur et à l'arc, pour les trois expérimentations.

	N SAGAIES	N TOTAL DE TIRS	N TOTAL DE RATÉS	TAB
Lot 1	16	167	44	74 %
Lot 2	17	148	47	68 %

Tabl. 2 : expérimentation 2004 - taux de tirs au but des deux lots de sagaies (voir caractéristiques dans le texte).

	HORAIRE DES TIRS	N TOTAL DE TIRS	N TOTAL DE RATÉS	TAB
tirs de côté	10h00 - 13h40	178	55	69 %
tirs depuis l'avant	15h05 - 16h45	65	16	75 %
tirs depuis l'arrière	16h50 - 17h50	72	20	72 %

Tabl. 3 : expérimentation 2004 - taux de tirs au but des lancers de sagaies, en fonction de l'angulation et de l'horaire des tirs.

	HORAIRE DES TIRS	N TOTAL DE TIRS	N TOTAL DE RATÉS	TAB
tirs de côté	10h20 - 11h15	45	13	71 %
tirs depuis l'avant	11h25 - 12h30	54	14	74 %
tirs depuis l'arrière	12h30 - 13h30	51	7	86 %

Tabl. 4 : expérimentation 2004 - taux de tirs au but des tirs à l'arc, en fonction de l'angulation et de l'horaire des tirs.

impacts sont divisés en six catégories selon la zone touchée (cf. IX.1.2.) :

- **Peau / muscles** : il s'agit des tirs ayant pris en écharpe la peau du cou, du dos, de la croupe, du bas-ventre ou de la patte, sans atteindre d'os ni d'organe interne ; ainsi que des tirs plantés dans la musculature du cou, du poitrail, de la patte ou de la cuisse, mais n'ayant pas rencontré d'os.
- **Tronc** : tirs ayant touché l'abdomen ou le poitrail, passant entre les côtes ou frappant l'une d'entre elles, mais sans toucher les vertèbres ni les scapulas ; dans 3 cas (2 au propulseur et 1 à l'arc), la pointe s'est plantée dans le sternum.
- **Colonne vertébrale** : impacts dans les vertèbres et le sacrum.
- **Ceintures** : tirs dans la scapula et l'os coxal.
- **Tête** : tirs dans le crâne.
- **Os longs** : impacts sur l'humérus et le radio-ulna (auquel il faut ajouter, à l'arc, 2 tirs ayant atteint le tibia).

Lors de l'étude des impacts, la comparaison entre les traces figurant sur les ossements et les indications portées sur les fiches d'enregistrement a fait apparaître plusieurs contradictions (e.g., 13 tirs pour 7 traces dans les scapulas au propulseur, 3 tirs pour 1 trace sur les os coxaux à l'arc...). Nous avons donc procédé à un réexamen croisé des données (traces sur les os, fiches d'enregistrement, photographies des impacts, notes de terrain), aboutissant à la réattribution de 35 impacts, soit 12 % des tirs ayant touché le corps de

l'animal. Comme évoqué pour l'expérimentation 2003 (cf. Annexe 2), ces cas correspondent manifestement à des erreurs d'appréciation lors de l'enregistrement des tirs : il n'est pas toujours évident de déterminer, à travers la peau de l'animal, quel os a été touché (plusieurs impacts enregistrés comme «dans la peau du dos» avaient ainsi touché les apophyses vertébrales, tandis que certains tirs notés «dans la scapula» avaient en fait frappé les côtes alentour). Les données figurant dans les tabl. 5 et 6 correspondent aux attributions rectifiées. Par ailleurs, 9 tirs (5 au propulseur, 4 à l'arc) n'ont pas pu être inclus dans les tableaux, leur profondeur de pénétration ayant été omise sur la fiche d'enregistrement. Huit tirs (6 au propulseur, 2 à l'arc) qui ont rebondi sur la peau de l'animal sans la pénétrer ont également été écartés.

À l'arc, les profondeurs de pénétration moyennes et maximales sont très proches de celles qui avaient été enregistrées en 2003 (tabl. 7) : moins de 10 cm pour les tirs dans les os longs, et environ 10-12 cm en moyenne pour les impacts dans les ceintures, les vertèbres, le tronc et les parties molles — avec cependant, dans ces deux derniers cas, une dispersion plus importante des valeurs et des maxima plus élevés (supérieurs à 20 cm).

Au propulseur, la situation est très différente : la plupart des zones montrent, d'une expérimentation à l'autre, une nette augmentation de la profondeur moyenne de pénétration — en particulier les tirs dans le tronc (de 12,4 à 18,8 cm, soit + 52 %). Cette évolution semble due au

ZONE TOUCHÉE	N DE TIRS	PROFONDEUR DE PÉNÉTRATION (CM)		
		MINIMUM	MAXIMUM	MOYENNE
peau / muscles	49	9	60	18,1
tronc	75	1	35	18,8
colonne vertébrale	31	8	19	12,9
ceintures	11	10	18	14,3
tête	4	11	66	31,8
os longs	2	14	14	14

Tabl. 5 : expérimentation 2004 - profondeur de pénétration des sagaies lancées au propulseur.

ZONE TOUCHÉE	N DE TIRS	PROFONDEUR DE PÉNÉTRATION (CM)		
		MINIMUM	MAXIMUM	MOYENNE
peau / muscles	52	5	23	10,8
tronc	32	6	21	11,8
colonne vertébrale	7	7	12	10,3
ceintures	4	7	17	11,3
tête	1	11	11	11
os longs	6	5	8	5,5

Tabl. 6 : expérimentation 2004 - profondeur de pénétration des flèches tirées à l'arc.

ZONE TOUCHÉE		PROFONDEUR DE PÉNÉTRATION MOYENNE (CM)			
		TIRS AU PROPULSEUR		TIRS À L'ARC	
2003	2004	2003	2004	2003	2004
peau	peau / muscles	5,8	18,1	11,7	10,8
tronc	tronc	12,4	18,8	12,2	11,8
vertèbres	colonne vertébrale	7	12,9	9	10,3
scapulas	ceintures	10,4	14,3	9,5	11,3
tête	tête	8	31,8	-	11
humérus, radio-ulna	os longs	6,9	14	7,1	5,5

Tabl. 7 : comparaison des profondeurs de pénétration moyennes en 2003 et 2004.

	N DE SAGAIES	MASSE	TIRS DANS PEAU ET MUSCLES		TIRS DANS LE TRONC	
			N DE TIRS	PÉNÉTRATION MOY.	N DE TIRS	PÉNÉTRATION MOY.
expérim. 2004 (lot 1)	16	195-237 g (moy. 216)	30	19,5 cm	46	20,2 cm
expérim. 2004 (lot 2)	17	153-193 g (moy. 171)	18	15,7 cm	29	16,4 cm
expérim. 2003	21	141-171 g (moy. 157)	3	05,8 cm	15	12,4 cm

Tabl. 8 : relation entre la masse des sagaies et la profondeur moyenne de pénétration (impacts dans la peau, les muscles et le tronc ; expérimentations 2003 et 2004).

moins en partie au poids des projectiles, plus important en 2004 qu'en 2003. Ainsi, lorsque l'on représente les impacts dans le tronc, la peau et les muscles obtenus au propulseur en 2003 et 2004 — catégories d'impacts qui affichent les profondeurs de pénétration moyennes les plus élevées — en distinguant pour l'année 2004 les deux lots de sagaies décrits ci-dessus (1.2.), on voit que la pénétration moyenne croît régulièrement avec la masse moyenne des projectiles (cf. tabl. 8). *Il semble donc que l'augmentation de la masse des sagaies entraîne une augmentation de la profondeur de pénétration moyenne des impacts dans le corps de la cible.*

Cette explication peut probablement être étendue à d'autres catégories d'impacts au propulseur (tirs dans les vertèbres et les ceintures). Précisons cependant que, pour les tirs au propulseur dans la peau et les muscles, la très forte augmentation de profondeur de pénétration constatée entre 2003 et 2004 (de 5,8 à 18,1 cm) n'est pas significative, car les chiffres de 2003 s'appuient sur des impacts peu nombreux (N = 3), dont l'un est par ailleurs très atypique (cf. Annexe 2). De même, pour l'expérimentation 2004, les chiffres concernant les tirs dans la tête sont difficilement exploitables : cette zone ayant été très endommagée lors de l'abattage des animaux à la carabine, elle n'offrait évidemment plus la même résistance aux projectiles, ce qui explique les profondeurs de 38 et 66 cm atteintes par deux sagaies... Enfin, les profondeurs de pénétration élevées enregistrées en 2004 pour les tirs au propulseur dans les os longs (14 cm en moyenne) doivent également être relativisées : la plupart de ces tirs n'ont en réalité pas pénétré dans l'os, mais ont été déviés par ce dernier et ont glissé le long de la diaphyse après l'avoir frappée... Ce phénomène, qui ne s'était pas produit en 2003, nous conduit à aborder la question de la résistance des ossements aux impacts.

2.2. Traces d'impact sur les ossements [texte rédigé avec C. Letourneux]

2.2.1. Similitudes et différences par rapport à l'expérimentation 2003

La nomenclature utilisée pour la description des stigmates est identique à celle que nous avons exposée pour l'expérimentation précédente (Annexe 2) : on distinguera donc les **éraflures**, **percements** et **transpercements**, éventuellement accompagnés de **fissurations** et d'**incrustations**.

Les réserves exprimées en 2003 quant au décompte des traces d'impact s'appliquent évidemment ici aussi : les effectifs présentés dans les tabl. 9 et 10 sont vraisemblablement légèrement sous-estimés, certaines traces parmi les plus discrètes n'ayant peut-être pas été repérées. En 2004, ce problème se pose d'autant plus que les impacts dans la région thoracique ont été extrêmement nombreux, et ont entraîné une fragmentation très poussée de plusieurs côtes, voire la destruction complète de certaines portions (fig. 1) ; il est alors très délicat de compter les impacts, et même de décrire avec précision les traces observées. Ces cas sont rassemblés dans les tabl. 9 et 10 sous le nom de **dislocations** (terme emprunté à Morel, 2000, p. 55).

En-dehors de ces situations particulières, les conditions de tir ayant été relativement similaires d'une expérimentation à l'autre, toute différence importante entre les traces d'impact 2003 et 2004 peut vraisemblablement être attribuée à la nature des gibiers cibles — des veaux en 2003, des daines adultes en 2004 — et plus précisément aux propriétés biomécaniques différentes de leur squelette. En l'occurrence, les os des cervidés adultes sont plus minéralisés que ceux des bovinés immatures, et offrent donc une meilleure résistance à l'impact. Ce contraste est clairement visible dans la quasi disparition des incrustations (*i.e.*, les impacts où la pointe reste fixée dans l'os, de telle sorte qu'il s'avère impossible de les séparer sans endommager l'un ou l'autre) : 12 cas en 2003, 1 seul en 2004 (tir au propulseur dans une vertèbre cervicale). En revanche, l'élasticité des os adultes — c'est-à-dire leur capacité à se déformer sans se rompre — est nettement plus faible ; lorsque la violence de l'impact dépasse leur seuil de résistance, ils subissent donc des fractures et fissurations de plus grande ampleur que les os immatures. En 2004, lors des tirs à l'arc, plusieurs impacts très rapprochés sur l'aile de la scapula gauche ont ainsi abouti à l'éclatement de celle-ci (fig. 2) ; en 2003, une série d'impacts similaires n'avait pas eu les mêmes conséquences (les pointes s'étaient en revanche incrustées dans la scapula du veau).

2.2.2. Nature des stigmates et localisation

Sur les côtes et le sternum, comme expliqué ci-dessus, le problème principal est l'importance des dislocations — dues au cumul de plusieurs impacts sur une même portion d'os. Parmi les autres types de traces déterminables, les éraflures sont bien représentées ; au propulseur, elles sont toutefois moins fréquentes que l'ensemble des percements + transpercements (4 contre 6, cf. fig. 3), ce qui n'est pas le cas à l'arc (6 éraflures contre 1 transpercement). Sans y voir l'explication certaine de cette situation, on peut suggérer que, le squelette des cibles étant très résistant et les flèches étant des projectiles beaucoup plus légers que les sagaies, les impacts des tirs à l'arc ont peut-être été plus souvent déviés par la face latérale des côtes, entraînant une raréfaction des percements et transpercements. L'ensemble constitué par le sacrum, les vertèbres lombaires et les vertèbres thoraciques (fig. 4) nous offre d'ailleurs l'image d'une distribution comparable : au propulseur, 9 éraflures et 13 percements + transpercements ; à l'arc, 4 éraflures et 2 transpercements. Le constat est plus nuancé pour les vertèbres cervicales, os plus massifs et plus résistants, et pour lesquels les éraflures restent le type de dégât majoritaire, même au propulseur.

Les impacts sur les os longs semblent relever d'une situation très différente, puisque les seules traces visibles pour les tirs au propulseur sont 3 éraflures, tandis que le tibia gauche de la daine tirée à l'arc montre 2 transpercements avec fissuration (fig. 5). Toutefois, il faut signaler que ces 2 dernières traces correspondent à des impacts très rapprochés près de la crête craniale du tibia, au niveau de l'extrémité proximale : cette zone étant fortement concave, l'os n'est pas parvenu à dévier

la trajectoire des projectiles. Dans tous les autres cas en effet, les projectiles ayant touché les os longs semblent avoir «glissé» sur les diaphyses cylindriques et les reliefs arrondis des extrémités, n'occasionnant à l'os que des dégâts mineurs (éraflures, *cf.* fig. 6), voire ne laissant aucune trace macroscopique (cas de plusieurs impacts sur l'humérus à l'arc)... Cela alors que les projectiles eux-mêmes subissaient presque systématiquement d'importants dommages (*cf.* IX.1.2.).

Les choses sont bien sûr tout autres pour les os des ceintures, coxal et scapula : sur ces os plats et minces, la majorité des impacts entraînent un transperçement, même si quelques

éraflures sont à signaler (et correspondent manifestement à des projectiles ayant touché la périphérie de l'os).

Enfin, les traces observées sur les os de la tête se révèlent peu exploitables en raison des dégâts infligés à cette zone lors de l'abattage des animaux (*cf.* ci-dessus).

Au total, ces résultats permettent d'esquisser quelques grandes tendances : très grande résistance des os longs à l'impact, dégâts comparativement plus importants au propulseur qu'à l'arc sur les côtes et les vertèbres... Mais il reste difficile d'apprécier la portée de ces remarques à partir d'un nombre d'observations aussi réduit.

	ÉRAFLURE	ÉRAFLURE + FISSURATION	PERCEMENT	TRANSPERCEMENT	TRANSPERCEMENT + FISSURATION	TRANSPERCEMENT + INCRUSTATION	DISLOCATION	TOTAL
os de la tête					1			1
vertèbres cervicales	6			2		1		9
vertèbres thoraciques et lombaires	9		1	6	3			19
côtes	2	2	2		4		12	22
sternum	1			1				2
scapulas				2	5			7
humérus	2							2
radio-ulna	1							1
coxaux	2			2				4
sacrum				3				3
TOTAL	23	2	3	16	13	1	12	70

Tabl. 9 : expérimentation 2004 - traces d'impacts sur les os de la daine tirée au propulseur.

	ÉRAFLURE	ÉRAFLURE + FISSURATION	PERCEMENT	TRANSPERCEMENT	TRANSPERCEMENT + FISSURATION	TRANSPERCEMENT + INCRUSTATION	DISLOCATION	TOTAL
vertèbres cervicales		1						1
vertèbres thoraciques	4			1				5
côtes	3	3			1		10	17
sternum	1							1
scapula					2			2
coxal	1							1
sacrum					1			1
tibia					2			2
TOTAL	9	4	0	1	6	0	10	30

Tabl. 10 : expérimentation 2004 - traces d'impacts sur les os de la daine tirée à l'arc.

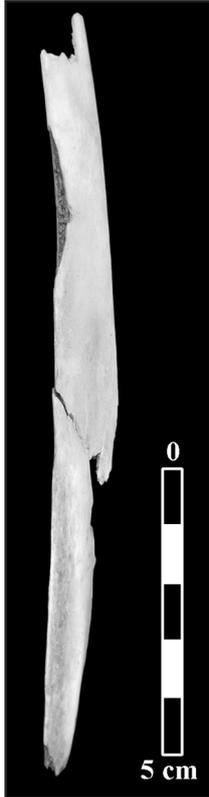


Fig. 1 : expérimentation 2004 - portion de côte disloquée à la suite de 5 impacts au moins (1 transpercement à chaque extrémité, 1 éraflure en haut à gauche, au moins 2 éraflures avec fissuration en bas à droite). La côte entière n'a pu être reconstituée, car plusieurs fragments ont été pulvérisés (tir au propulseur).

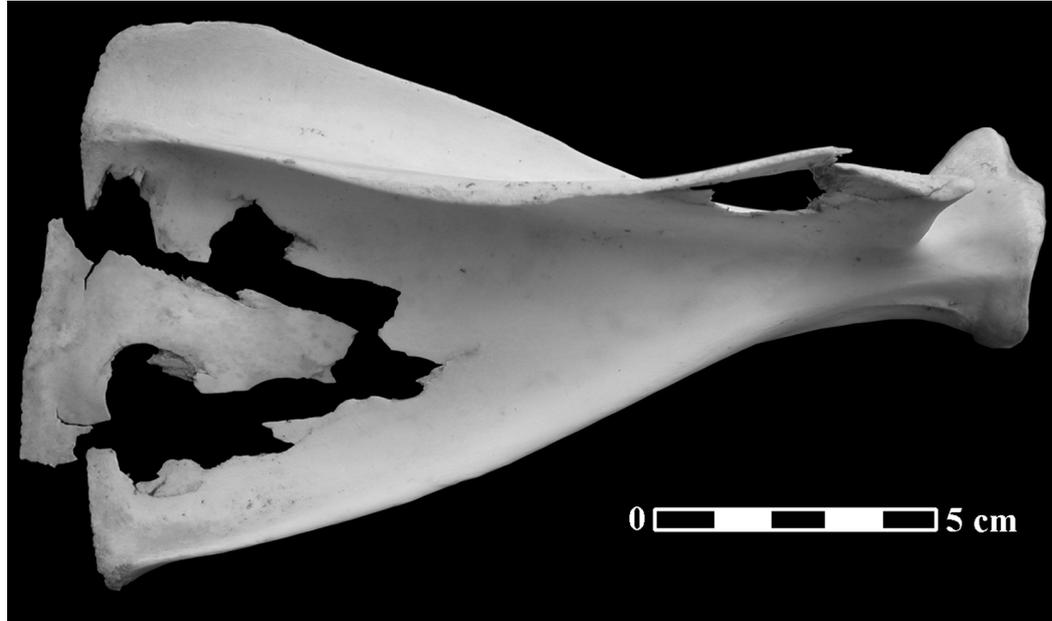


Fig. 2 : expérimentation 2004 - scapula gauche ayant subi 5 transpercements avec fissuration (1 sur l'épine à droite, 4 sur l'aile à gauche). Les 4 impacts sur l'aile ont entraîné son éclatement (tir au propulseur).



Fig. 3 : expérimentation 2004 - transpercement d'une côte, avec fissuration (tir au propulseur).

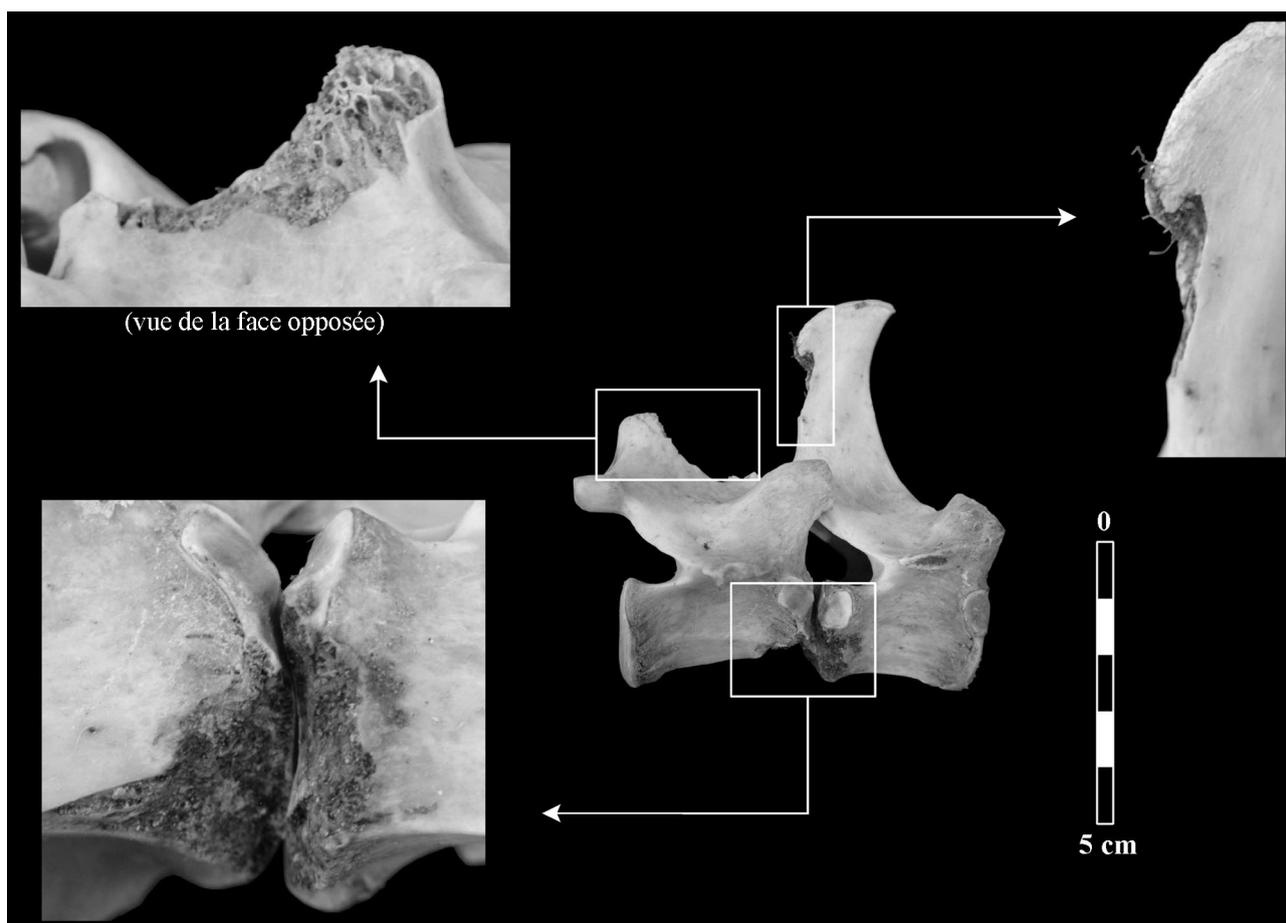


Fig. 4 : expérimentation 2004 - deux vertèbres portant de multiples traces d'impacts - transpercement de l'apophyse (en haut à gauche), éraflure de l'apophyse (en haut à droite), éraflure simultanée des deux corps vertébraux (en bas). Tir au propulseur.



Fig. 5 : expérimentation 2004 - transpercement de l'extrémité proximale d'un tibia, avec fissuration. L'os a en fait subi deux impacts très rapprochés (tir à l'arc).

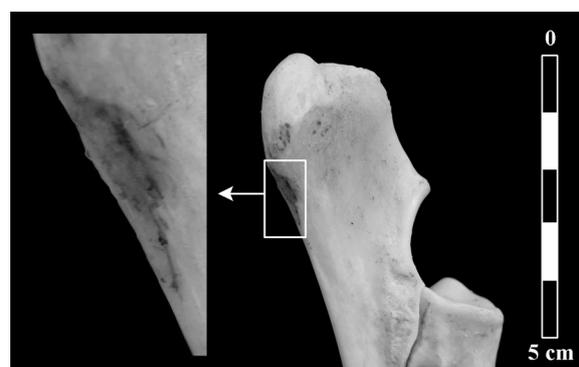


Fig. 6 : expérimentation 2004 - éraflure sur un radio-ulna (tir au propulseur).

ANNEXE N° 4

Inventaire des sites ayant livré des pointes à base fourchue

On trouvera ici l'inventaire des 54 sites paléolithiques signalés dans la bibliographie pour avoir livré une ou plusieurs pointes à base fourchue entières ou fragmentaires (cette dernière catégorie comprenant aussi les fourchons isolés). Le nombre total de pointes fourni par ces gisements s'élève à 810.

Il s'agit cependant d'un recensement critique, car une vérification systématique, sur pièces ou sur illustrations, nous a conduit à remettre en cause l'identification typologique de plusieurs objets. Au final, 27 sites ont ainsi été exclus du corpus, seuls les 27 autres ayant fourni des pointes à base fourchue que nous considérons comme typiques (voir ci-dessous). C'est ce second inventaire, plus restreint mais plus fiable et plus cohérent typologiquement, que nous avons utilisé dans le chapitre XIII pour discuter de la répartition géographique et chronologique de cette catégorie de pointe.

1. SOURCES UTILISÉES

1.1. Données bibliographiques

L'inventaire a été effectué pour l'essentiel sur la base du matériel publié ; or, les pointes à base fourchue n'ayant fait l'objet d'aucune synthèse exhaustive récente, les renseignements qui les concernent sont dispersés dans un assez grand nombre de publications. Ce problème récurrent en archéologie est clairement exposé par B. Schmider : «l'information se dilue en une multitude de notes concernant la trouvaille d'un outil, la fouille d'un niveau archéologique ou la description d'une œuvre d'art. Il est souvent difficile de rassembler les éléments nécessaires à la synthèse régionale, de percevoir la répartition ou l'évolution d'un type d'objet et d'en saisir ainsi la signification culturelle» (Schmider, 1968, p. 1).

Nous avons cependant pu nous appuyer sur l'inventaire des pointes à base fourchue effectué en son temps par R. de Saint-Périer (1936, p. 46), ainsi que sur l'étude détaillée des pointes de projectile en matières osseuses du Magdalénien pyrénéen réalisée par A. Bertrand (1995, 1999). La place des pointes à base fourchue dans les sites magdaléniens du bassin de l'Adour a récemment été exposée par C. Chauchat (1999). Enfin, pour la zone cantabrique, nous avons bénéficié de la synthèse effectuée par S. Corchón (1983), qui reste encore aujourd'hui l'analyse la plus détaillée sur les pointes à base fourchues des gisements espagnols. Ces publications nous ont fourni une très précieuse base de travail.

L'étude de la répartition géographique et chronologique d'un type d'objet n'a d'intérêt que si elle s'appuie sur un inventaire à peu près complet ; nous avons donc cherché à effectuer un recensement exhaustif. Nous pensons y être parvenu au moins en ce qui concerne la principale zone de diffusion de ces pointes : le versant nord des Pyrénées centrales et occidentales, et la côte cantabrique jusqu'aux Asturies. Pour le reste, il est possible que quelques pièces

marginales aient échappé au crible... C'est d'ailleurs l'occasion pour nous de remercier à nouveau toutes les personnes qui, au fil des années, nous ont signalé telle ou telle pointe à base fourchue injustement méconnue et rencontrée au hasard de leurs lectures.

1.2. Etude directe des pièces

Dans le cadre de nos premiers travaux universitaires (Pétillon, 1999, 2000a), nous avons étudié l'ensemble des pointes à base fourchue des sites de Gourdan et Lortet conservées au MAN. Cela nous a permis de préciser l'effectif de ces deux séries, et de vérifier leur forte similitude morphométrique avec les pointes à base fourchue d'Isturitz — une situation déjà notée par H. Delporte et L. Mons (1988a ; sur ce point, cf. Pétillon, 2002). Par ailleurs, nous avons eu l'occasion d'examiner au MAN les pointes à base fourchue de la collection Piette provenant d'Espalungue, du Mas d'Azil et de Brassempouy. Nous avons également étudié les 5 pointes à base fourchue de Laugerie-Basse (MAN, fouilles Girod et Massénat ; Musée de l'Homme, fouilles Le Bel et Maury), l'unique pointe à base fourchue du Tuc d'Audoubert (Musée de l'Homme, fouilles Bégouën), la pointe à base fourchue des fouilles Benoist à La Garenne (MAN) et les quelques pointes à base fourchue de Brassempouy actuellement exposées dans le musée du village éponyme.

1.3. Informations inédites

Exploité en grande partie par E. Piette dans les années 1870, le site de Gourdan a fait l'objet d'une récente reprise de fouilles (1985-1993), sous la responsabilité de J. Virmont et G. Pinçon. Les résultats en sont encore largement inédits, mais J. Virmont nous a informé que le tamisage intégral des déblais Piette avait permis de récupérer une dizaine de pointes à base fourchue fragmentaires et plusieurs fourchons isolés. Par ailleurs,

des dessins inédits des pièces fourchues de Veyrier et de La Garenne (fouilles Allain) nous ont été transmis, respectivement par L.I. Stahl-Gretsch et A. Rigaud. Nous adressons bien sûr à tous trois nos plus vifs remerciements.

2. LES 27 SITES ÉCARTÉS DU CORPUS

Ces sites renvoient à l'une des trois situations suivantes :

- les pointes à base fourchue mentionnées dans la bibliographie ne sont ni décrites avec précision, ni figurées, et sont parfois perdues ; leur identification typologique exacte est donc sujette à caution. Cela concerne 5 sites – Enlène, Les Harpons, El Parco, El Pendo et Urriaga (tabl. 1) – ainsi que l'une des pièces de Llonín¹.
- après vérification sur illustration, les pièces mentionnées comme pointes à base fourchue appartiennent en fait vraisemblablement à d'autres catégories typologiques d'objets présentant une extrémité bifide (pointes à base fendue, préhampes, navettes : *cf.* fig. 1). C'est le cas des pièces d'El Castillo, Chaleux, Malarode I, Pekárna, Le Roc de Marcamps, le Schweizersbild et Veyrier (soit 7 sites au total, *cf.* tabl. 2).
- les pièces mentionnées sont bien des pointes à base fourchue ; mais après vérification sur illustration, il apparaît qu'elles se distinguent fortement, sur le plan morphométrique, des pointes à base fourchue «typiques» telles qu'on les rencontre à Isturitz, Gourdan ou Lortet. Les points de divergence varient d'une pièce à l'autre ; ils peuvent concerner la forme et les dimensions de la fourche, le calibre et le contour général de la pièce, etc. (*cf.* fig. 2, et la colonne «remarques» dans le tabl. 3). Quoi qu'il en soit, ces pièces forment un ensemble d'objets atypiques et hétéroclites ; ils n'ont souvent de commun avec les pointes à base fourchue que le fait de présenter une extrémité bifide, probablement aménagée par rainurage bifacial. Ces 18 objets sont issus de 15 sites : Balmori, Belvis, Bize, l'abri Blanchard, Chaves, La Colombière, l'abri Duruthy, La Ferrassie, Fontalès, Gandil, La Lloseta, Predmost, Le Roc-aux-Sorciers, Spy et El Valle (tabl. 3). L'une des pièces de La Garenne fait également partie de cette catégorie (mais le site n'a pas été exclu du corpus, car il a également livré une pointe à base fourchue typique : *cf.* 2.2. ci-dessous).

Il peut paraître très draconien d'éliminer ainsi la moitié des sites recensés, mais il faut souligner que ces 27 gisements (sans compter La Garenne et Lonín) n'avaient livré en général qu'une ou deux pièces : ils ne regroupent à eux tous que 42 pointes, soit environ 5,2 % du corpus total.

¹ Ce dernier site ayant par ailleurs également fourni des pointes à base fourchue typiques, il n'a pas été comptabilisé parmi les gisements exclus du corpus : *cf.* ci-dessous 2.1.

SITE	LOCALIS.	FOUILLES	SECTEUR	N PIÈCES	NIV.	MENTION BIBLIOGRAPHIQUE	REMARQUES
Enlène	Ariège	L. Bégouën, années 1920-30	coulloir vers 3-Frères	plusieurs	unique	Bégouën et Breuil, 1958, p.104	non figurées en 1958, absentes de Bertrand, 1999
Les Harpons	Haute-Gar.	Saint-Périer 1911-14	-	1	A	Saint-Périer, 1920, p. 219	"ébauché" non figurée, non retrouvée au MAN
Llonín	Asturies	Fortea et al. 1991-94	galería	1	III	Fortea et al., 1995, p. 33-34	fourchon douteux selon les auteurs, non figuré
El Parco	Catalogne	Fullola, Bergadà, Bartolf 1987-90	-	1	?	Fullola et al., 1996, p. 235	non décrite, non figurée
El Pendo	Santander	Carballo et Larín 1925-41	-	1	II	Corchón, 1983, p. 224	douteuse, non retrouvée par S. Corchón
Urriaga	Pays Basque	J.M. Barandiarán 1928-59	-	1	D-E	Corchón, 1983, p. 224	douteuse, non retrouvée par S. Corchón

Tabl. 1 : sites ayant livré des pointes à base fourchue non décrites avec précision, non figurées, parfois perdues (total : 6 sites, au moins 7 pièces).

SITE	LOCALIS.	FOUILLES	N PIÈCES	NIV.	MENTION BIBLIOGRAPHIQUE	RÉATTRIBUTION TYPOLOGIQUE DES PIÈCES
El Castillo	Santander	Breuil et Obermaier, 1910-14	1	?	Breuil, 1913, p. 185, fig. 15b, n° 1	pointe à base fendue (d'après dessin)
Chaleux	Namur	Dupont 1865-72, Rahir 1900-02	3	?	Bosinski, 1990, p. 219	préhampes (cf. Cattelain, 1993, fig. 3, n° 6)
Malarode I	Pyrénées-Atl.	Marsan 1980-81	1	C6	Marsan, 1981	préhampe (d'après dessin in Marsan, 1982, p. 431)
Pekárna	Moravie	Křiz 1884-85	5	?	Bosinski, 1990, p. 219 ; Valoch, 1997	préhampes (d'après dessin in Breuil, 1925, fig. 4, n° 1-2 ; et cf. Cattelain, 1993, fig. 4, n° 7)
Roc de Marcamps	Gironde	Ferrier, années 1930	3	?	Ferrier, 1938	navettes (selon Roussot et Ferrier, 1970, p. 298)
Schweizersbild	Schaffhouse	Nüesch 1891-93	2	?	Höneisen et Peyer, 1994, p. 91	probables fragments de prehampes (d'après dessin in Höneisen et Peyer, 1994, pl. 14, n° 6 et 10)
Veyrier	Haute-Savoie	Gosse, 1870-72	1	?	Pittard et Reverdin, 1929	navette (d'après dessin in Sauter, 1985, p. 101)

Tabl. 2 : sites ayant livré de «fausses» pointes à base fourchue, appartenant en fait à d'autres catégories typologiques (total : 7 sites, 16 pièces).

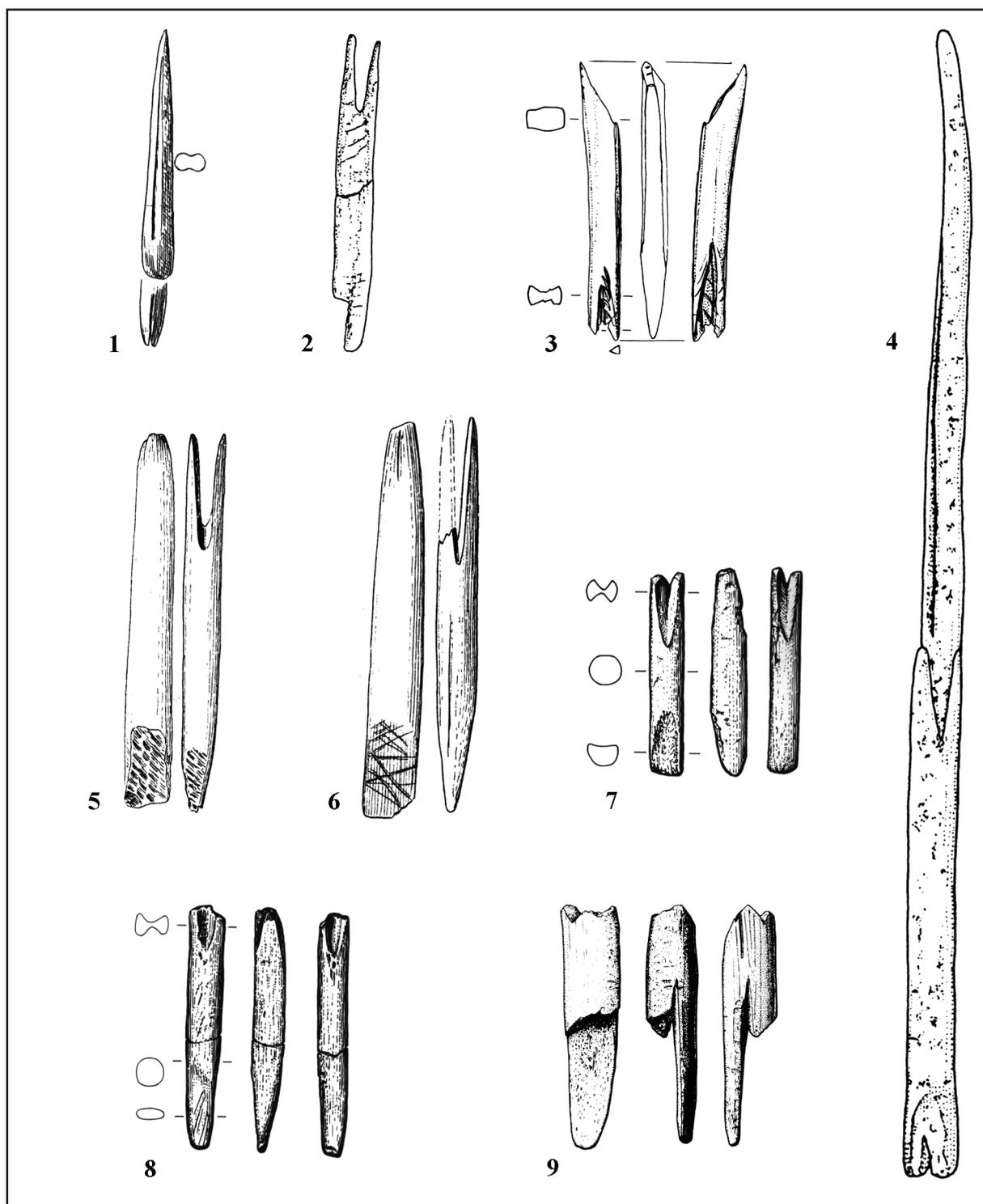


Fig. 1 : pièces ayant parfois été présentées comme des pointes à base fourchue, mais appartenant en fait à d'autres catégories typologiques (voir tabl. 2). Toutes les pièces sont à l'échelle 1/2, sauf la n° 3 (échelle non précisée).

1 : El Castillo, pointe à base fendue (d'après Breuil, 1913, fig. 15b, n° 1).

2 : Chaleux, préhamppe (d'après Cattelain, 1993, fig. 3, n° 6).

3 : Malarode I, probable fragment de préhamppe (d'après Marsan, 1982, p. 431).

4 : Pekárna, préhamppe fourchue et pointe à biseau double en connexion (d'après Cattelain, 1993, fig. 4, n° 7).

5 et 6 : Pekárna, préhampes (d'après Breuil, 1925, fig. 4, n° 1 et 2).

7 et 8 : Le Schweizersbild, probables fragments de préhampes (d'après Höneisen et Peyer, 1994, pl. 14, n° 6 et 10).

9 : Veyrier, probable navette (d'après Sauter, 1985, p. 101).

SITE	LOCALIS.	FOUILLES	SECTEUR	N PIÈCES	NIVEAU	MENTION BIBLIO.	REMARQUES
Balmori	Asturies	Vega del Sella, années 1920	-	1	niv. magd.	Vega del Sella, 1930, p. 68	trop courte, trop étroite, plus épaisse que large (d'après dessin in Corchón, 1983, fig. 1, n° 5)
Belvis	Aude	Sacchi 1969-85	-	2	3	Sacchi, 1986, p. 186	2 fourchons douteux, ressemblant plutôt à des barbelures de harpons (d'après dessin in Sacchi, 1986, fig. 164, n° 6-7)
Bize	Aude	Hélène 1926-31	petite grotte	plusieurs	3ème	Verneau, 1932, p. 207 Sacchi, 1969, p. 9	une seule est illustrée (Sacchi, 1986, fig. 135, n° 3) : calibre trop réduit (moins de 5 x 5 mm)
Blanchard	Dordogne	?	abri n° 1	1	?	Leroy-Prost, 1975, p. 127	pièce douteuse car trop fragmentaire selon C. Leroy-Prost
Chaves	Aragon	Utrilla 1984-91	-	1	2a ou 2b ?	Utrilla, 1995, p. 284	dimensions trop réduites, fourche trop courte et trop ouverte (d'après dessin in Utrilla et Mazo, 1996, fig. 7, n° 4)
La Colombière	Ain	Mayet, Maurette, Bernard 1913-14	-	1	B	Mayet et Pissot, 1915, p. 101	fourche totalement atypique (à 3 fourchons ?) (d'après photo in Mayet et Pissot, 1915, pl. XXV, n° 4)
Duruthy	Landes	Arambourou 1958-85	-	2	3	Arambourou, 1985, p. 452	pièces trop aplaties, fourches pas nettes (d'après dessin in Arambourou, 1985, fig. 2, n° 7 et 11)
La Ferrassie	Dordogne	Peyrony 1896-1922	-	1	H'	Peyrony, 1934, p. 62	silhouette atypique, avec «épaulements» au-dessus de la fourche (d'après dessin in Peyrony, 1934, fig. 62, n° 5)
Fontalès	Tarn-et-Garonne	Brun 1865 David et Niel 1912-14 Darasse 1936-39, 1949-60	-	1	?	Pajot, 1969, p. 33	trop massive, silhouette et aménagements de surface atypiques (d'après dessin in Pajot, 1969, fig. 24, n° 11)
Gandil	Tarn-et-Garonne	Chaillot 1928	-	1	?	information communiquée par M. Langlais	silhouette atypique en vue latérale, avec amincissement au niveau de la fourche (d'après dessin fourni par M. Langlais)
La Garenne	Indre	Allain 1946-1959	?	1	?	information communiquée par A. Rigaud	trop massive, fourchon trop large, décor atypique (d'après photo et dessin communiqués par A. Rigaud et C. Houmard)
La Lloseta	Asturies	Hernández P. et Wernert 1915, Jordá 1955-58	-	1	?	Corchón, 1983, p. 223	«fourchon» douteux : trop étroit, stries d'adhérence sur face interne (d'après dessin in Corchón, 1983, fig. 3, n° 4)
Predmost	Moravie	Kříz 1895-96	-	1	?	Breuil, 1924, p. 544	fourche trop large, trop peu profonde, fourchons trop courts (d'après dessin in Breuil, 1924, fig. 16, n° 4)
Le Roc-aux-Sorciers	Vienne	St Mathurin et Garrod 1947-64	abri Bourdois	1	D (foyers)	Saint Mathurin, 1970, p. 14	«épaulements» au-dessus de la fourche, fourchons trop larges (d'après dessin in Saint-Mathurin, 1970, fig. 1)
Spy	Namur	de Loë et Rahir 1909	-	1	?	Otze, 1979, p. 290	trop massive : pièce sur support en volume (andouiller ??) (d'après dessin in Otze, 1979, fig. 117, n° 1)
El Valle	Santander	Bouyssonie 1909 et 1911	-	1	?	Cheyrier et González Echegaray, 1964, p. 336	décor envahissant, silhouette atypique avec élargissement au niveau mésial (d'après dessin in Corchón, 1983, fig. 3, n° 6)

Tabl. 3 : sites ayant livré des pointes à base fourchue atypiques (total : 16 sites, au moins 19 pièces).

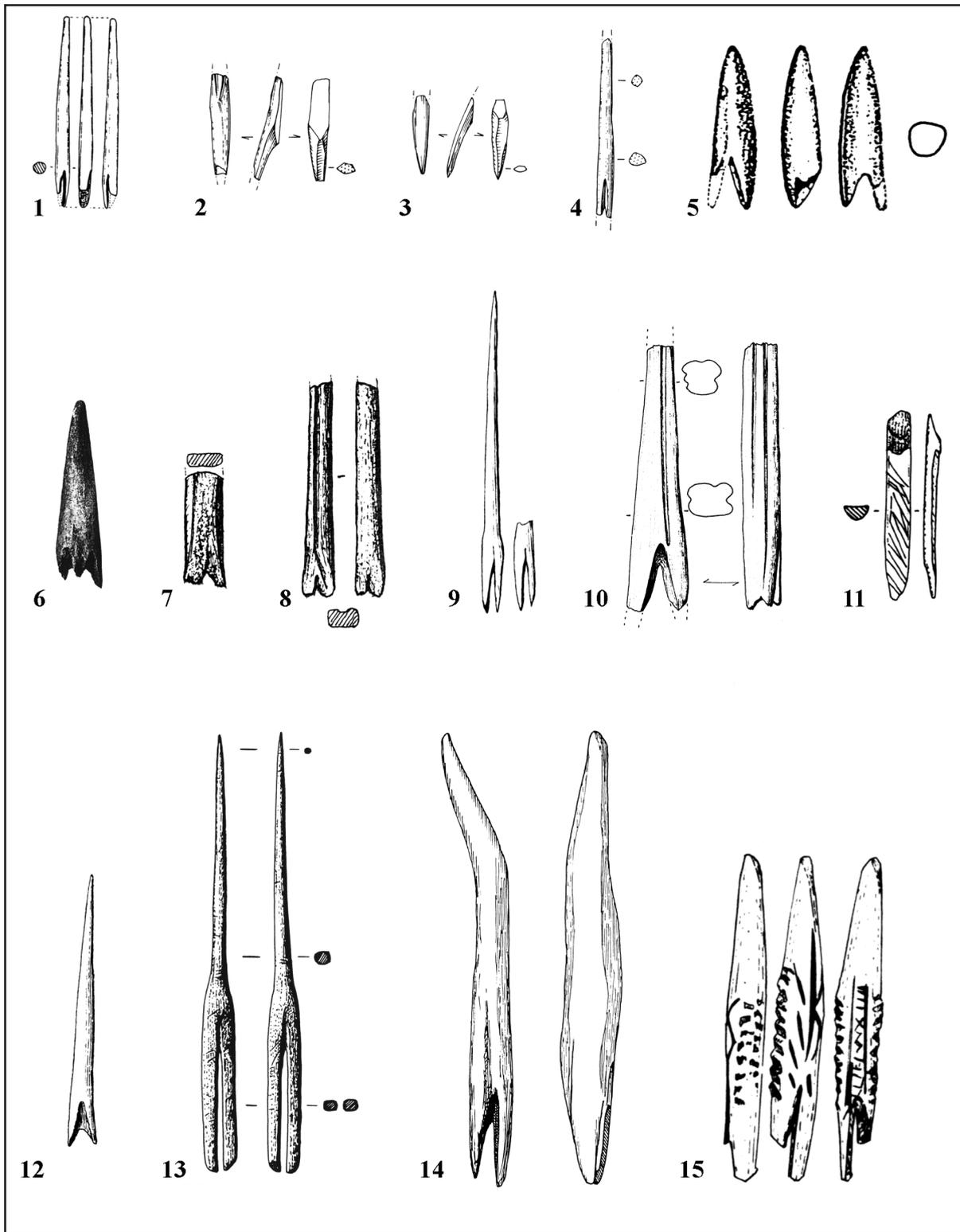


Fig. 2 : pointes à base fourchue atypiques et fourchons douteux (voir tabl. 3). Toutes les pièces sont à l'échelle 1/2, sauf les n° 5, 6 et 11 (échelle non précisée).

1 : Balmori (d'après Corchón, 1983, fig. 1, n° 5). 2 et 3 : Belvis, fourchons douteux (d'après Sacchi, 1986, fig. 164, n° 6-7).

4 : Bize (d'après Sacchi, 1986, fig. 135, n° 3). 5 : Chaves (d'après Utrilla et Mazo, 1996, fig. 7, n° 4).

6 : La Colombière (d'après Mayet et Pissot, 1915, pl. XXV, n° 4). 7 et 8 : Duruthy (d'après Arambourou, 1985, fig. 2, n° 7 et 11).

9 : La Ferrassie (d'après Peyrony, 1934, fig. 62, n° 5). 10 : Fontalès (d'après Pajot, 1969, fig. 24, n° 11).

11 : La Lloseta, fourchon douteux (d'après Corchón, 1983, fig. 3, n° 4). 12 : Predmost (d'après Breuil, 1924, fig. 16, n° 4).

13 : Le Roc-aux-Sorciers (d'après Saint-Mathurin, 1970, fig. 1). 14 : Spy (d'après Otte, 1979, fig. 117, n° 1).

15 : El Valle (d'après Corchón, 1983, fig. 3, n° 6).

Trois des sites évoqués ci-dessus présentent cependant des situations particulières, qui méritent des explications plus détaillées.

2.1. Llonín

J. Fortea, M. de la Rasilla et V. Rodríguez (1995, p. 33-34) signalent la présence d'un fourchon isolé dans le niveau III de la galerie (*galería*) de cette grotte ; mais cette pièce n'est ni décrite, ni figurée, et présentée comme «douteuse». En revanche, dans un autre secteur de la grotte (*cono anterior*), le niveau X, du Magdalénien moyen, a fourni une pointe à base fourchue tout à fait typique que les auteurs disent accompagnée de plusieurs fourchons isolés (*ibid.*, p. 36). Llonín figure donc à la fois dans les tableaux 1 (pièces douteuses, non décrites) et 6 (pointes à base fourchue typiques en contexte magdalénien moyen).

2.2. La Garenne

Des fouilles menées sur ce site en 1896 ont livré une pointe à base fourchue typique, découverte dans un «foyer inférieur» d'attribution culturelle imprécise (Magdalénien *sensu lato*). Une seconde pièce fourchue fut exhumée lors des fouilles de J. Allain ; mais C. Houmard et A. Rigaud nous ont communiqué dessin et photographie de cet objet inédit, qui s'avère particulièrement atypique et ne peut pas être typologiquement rapproché du premier. La Garenne figure donc elle aussi dans deux tableaux, les n^{os} 3 (pointes atypiques, exclues du corpus) et 4 (pointes typiques en contexte magdalénien indéterminé).

2.3. Le Schweizersbild

Lors de fouilles des années 1890, bien documentées pour l'époque, ce gisement situé en Suisse alémanique (canton de Schaffhouse) a livré 2 fragments fourchus (Höneisen et Peyer, 1994, pl. 14, n^{os} 6 et 10). Sur les 2 pièces, les fourchons sont brisés, mais l'amorce de la fourche est nettement visible. Cependant, par leur calibre (10 x 10 mm, section circulaire) et leur morphologie (élargissement du fût au-delà de la fourche), ces 2 objets évoquent plus des fragments de préhampes que des pointes ; l'un d'eux présente d'ailleurs à son autre extrémité un possible aménagement en biseau double. Nous signalons l'existence de ces préhampes, car elles n'ont pas été identifiées comme telles par les auteurs ; par ailleurs, même si ces objets ne sont pas des pointes à base fourchue, ils montrent une grande ressemblance morphologique avec les préhampes d'Isturitz.

3. LES 27 SITES AYANT LIVRÉ DES POINTES À BASE FOURCHUE «TYPIQUES»

Ces 27 gisements ont fourni au total 768 pointes. Toutes ont été découvertes en contexte magdalénien² ; mais dans

beaucoup de cas, l'imprécision, voire l'inexistence des indications stratigraphiques — dues à l'ancienneté des fouilles — ont rendu délicate l'attribution chronoculturelle précise des pointes à base fourchue. Nous avons donc réparti les 27 sites en quatre catégories, correspondant aux tabl. 4, 5, 6 et 7.

3.1. Pointes à base fourchue en contexte magdalénien indéterminé (12 sites ; tabl. 4, fig. 3)

Ces sites renvoient à l'une des trois situations suivantes :

- cas 1 : la stratigraphie du site est inconnue, mais l'ensemble du matériel exhumé peut être rapporté aux phases moyenne et supérieure du Magdalénien. C'est le cas à La Bora Gran, aux Espélugues, à Lortet et Marsoulas ;
- cas 2 : la stratigraphie montre que l'ensemble des occupations du site s'est déroulé au Magdalénien moyen et supérieur, mais la provenance stratigraphique des pointes à base fourchue n'est pas précisément déterminée. On peut inclure dans cette catégorie les pièces de Gourdan, de Saint-Michel et de Raymonden ;
- cas 3 : la provenance stratigraphique des pointes à base fourchue est connue, mais l'attribution culturelle de la couche dont elle proviennent est incertaine, hésitant entre le Magdalénien moyen et le Magdalénien supérieur. Cette situation concerne les pointes d'Aurensan, Ermitia, Espalungue, La Garenne (fouilles Benoist) et Lumentxa.

Afin d'éviter les raisonnements tautologiques, nous avons également inclus dans cette dernière catégorie les cas où l'attribution d'une couche à l'une des phases du Magdalénien reposait justement sur la présence des pointes à base fourchue.

Par ailleurs, certains sites posent des problèmes d'inventaire particuliers, qui réclament un exposé plus précis que les informations présentées dans le tabl. 4 : il s'agit d'Aurensan, Gourdan et Lortet.

3.1.1. Aurensan

Ce site a été exploité en 1869 par E. et C.L. Frossard. D'après A. Bertrand (1999, p. 61), ces fouilles ont fourni 2 pointes à base fourchue : 1 fragment proximal, et 1 pièce entière dont seul le moulage subsiste à ce jour. Cette seconde pièce correspond à celle figurée par E. et C.L. Frossard (1870, pl. XI), qui est la première pointe à base fourchue à avoir été publiée. Elle est ainsi décrite par H. Delporte : «longue de 139 mm, elle se différencie de la plupart de celles des autres sites pyrénéens (Isturitz, Lortet, Gourdan, etc.) ; sa section ne tient pas du cercle ou du carré à angles arrondis mais du rectangle aplati (largeur maximale : 13 mm ; épaisseur maximale : 8 mm) ; alors que les dents de la fourche s'alignent généralement dans

² Les rares pointes fourchues d'origine aurignacienne (La Ferrassie) ou possiblement gravettienne (Predmost) figurent en effet parmi les pièces exclues du corpus.

SITE	LOCALIS.	FOUILLES	N° PIÈCES	NIVEAU	PB. STRATI	MENTION BIBLIO.	VÉRIFICATION TYPO. DES PIÈCES
Aurensan	Hautes-Pyrénées	Frossard 1869	2	couche moyenne	cas 3	Bertrand, 1999, p. 61	sur dessin (Frossard et Frossard, 1870, pl. XI ; Delporte et Mons, 1988, fig. 1)
La Bora Gran	Catalogne	Rousseau 1924-30	plusieurs	couche moyenne	cas 3	Omnès, 1987, p. 38	
Ermittia	Pays Basque	Alsius 1871	2	?	cas 1	Rueda, 1987, p. 234	sur dessin (Rueda, 1987, fig. 6, n° 3)
Espalungue	Pyrénées-Atlantiques	Aranzadi et Barandiarán 1924-26 Garrigou 1874, Piette 1873-88, Passemar 1913, etc. Marsan, fin années 1970	1 22	prof. 60-95 cm assise D	cas 3 cas 3	Barandiarán, 1967, p. 135 Bertrand, 1995, p. 193-200	sur dessin (Barandiarán, 1967, pl. 10, c) sur pièces (15 pointes de la collection Piette vues au MAN)
Les Espélugues	Hautes-Pyrénées	Milne-Edwards 1860, Garrigou 1864, Frossard 1867-70, Dufourcet 1873-75, etc.	1 22	?	cas 2 cas 1	Marsan, 1979, p. 669 Omnès, 1980, p. 47	sur dessin (Omnès, 1980, fig. 12)
La Garenne	Indre	Benoist 1896	1	foyer inférieur	cas 3	Breuil, 1902, p. 156	sur pièce au MAN
Gourdan	Haute-Garonne	Piette 1871-75 Capitan 19?? Boivin et Omnès 1983 Virmont 1985-90	115 1 1 au moins 12	?	cas 2	Pétillon, 1999, 2000a, 2002	sur pièces (116 pointes des collections Piette et Capitan étudiées au MAN)
Lortet	Hautes-Pyrénées	Piette 1873-75 Chaplain-Duparc 1873	72 1	déblais déblais	cas 2 cas 1	Boivin et Omnès, 1984 Virmont, 1993	sur pièces (72 pointes de la collection Piette étudiées au MAN)
Lumenna	Pays Basque	Aranzadi et Barandiarán 1926-29	1	couche D ou E ?	cas 3	Barandiarán, 1967, p. 161	sur dessin (Barandiarán, 1967, pl. 11, d)
Marsoulas	Haute-Gar.	Gomez 1890	1	?	cas 1	Octobon, 1927, p. 377	sur dessin (Octobon, 1927, n° 4)
Raymonden	Dordogne	Hardy, Féaux, Laclause 1888-90	1	?	cas 2	Hardy, 1891, p. 84	sur dessin (Hardy, 1891, pl. II, n° 23)
Saint-Michel	Pyr.-Atl.	Mascaroux 1888-93	2	?	cas 2	Marsan, 1983, p. 55	sur dessin (Marsan, 1979, fig. 4, n° 1-2)

Tabl. 4 : sites ayant fourni des pointes à base fourchue typiques en contexte magdalénien indéterminé (total : 12 sites, au moins 260 pièces).

le prolongement du fût, celles de l'exemplaire d'Aurensan marquent un très net rétrécissement proximal» (Delporte, 1974b, p. 14 ; cf. dessin *ibid.*, fig. 3, n° 19, et *in* Delporte et Mons, 1988a, fig. 1). Contrairement à H. Delporte, nous ne considérons pas que la pointe à base fourchue d'Aurensan soit particulièrement atypique : le calibre de la pièce (13 x 8 mm) s'accorde tout à fait avec celui des pointes à base fourchue de grand module que nous avons étudiées à Isturitz (cf. III.1.2.), et le «rétrécissement proximal» des fourchons est également présent sur plusieurs de nos pièces (cf. IV.2.3.).

Des fouilles plus récentes dans le même gisement (années 1920) ont également fourni plusieurs pointes à base fourchue (Omnès, 1987, p. 38), dont nous n'avons trouvé ni dessin ni décompte exact.

3.1.2. Gourdan

La grotte de Gourdan fut découverte et exploitée dans sa presque totalité par E. Piette entre 1871 et 1875. Le produit de ces fouilles est conservé au MAN depuis 1902 ; parmi les armatures de sagaie, H. Delporte et L. Mons (1977) ont inventorié 105 pointes à base fourchue (107 selon un second décompte publié *in* Delporte et Mons, 1988a).

Notre propre examen du matériel nous a permis de retrouver ces 105 pointes, auxquelles nous ajoutons 1 possible ébauche et 12 fourchons isolés. Quelques pièces viennent compléter ce corpus initial :

- une pointe de la collection Capitan du MAN, provenant de Gourdan, qui fut sans doute découverte lors d'une fouille très limitée dont il ne semble exister aucune trace bibliographique ;
- une pointe à base fourchue fragmentaire figurant parmi le mobilier osseux ramassé dans les déblais de Gourdan par L. Boivin et J. Omnès (1984) ;
- une dizaine de fragments de pointes à base fourchue et plusieurs fourchons isolés, récupérés lors du tamisage des déblais des fouilles Piette (J. Virmont, comm. pers.).

Les indications laissées par Piette sont trop imprécises pour que l'on puisse déterminer avec précision la position stratigraphique des pointes à base fourchue. La fouille récente de lambeaux de couches en place (Virmont, 1993) indique une occupation importante de la grotte au Magdalénien moyen et supérieur, avec quelques traces d'Aurignacien et d'Azilien.

3.1.3. Lortet

Cette grotte fut elle aussi découverte par E. Piette, qui la vida en grande partie entre 1873 et 1875 ; le matériel exhumé fut donné au MAN en même temps que celui de Gourdan. H. Delporte et L. Mons ont publié deux décomptes des pointes à base fourchue de Lortet (1977, 1988a). Le premier mentionne un effectif de 65 pointes. Le second indique que le site de Lortet a livré au total 318 armatures de sagaie, dont 45 % de bases fourchues. Selon L. Mons (comm. pers.), la publication de 1988 comporte cependant une erreur : il faut lire 138 armatures (et non 318), dont 45 % de bases fourchues, soit 62 objets... Un chiffre qui paraît beaucoup plus cohérent par rapport au décompte précédent. De fait, nous avons compté dans la

collection Piette 72 pointes à base fourchue et 1 ébauche. Aucun fourchon n'a été retrouvé. La collection Chaplain-Duparc du Musée du Mans comprend également une pointe à base fourchue provenant vraisemblablement de Lortet (Merlet, 1980), G. Chaplain-Duparc ayant fouillé sur le site à la même époque qu'E. Piette (Delporte, 1987).

La stratigraphie publiée par E. Piette (1874) montre deux couches d'occupation magdaléniennes, séparées par une assise d'argile blanche quasi stérile. La couche supérieure (Magdalénien supérieur ??) contenait entre autres des «flèches bifides», mais Piette mentionne que la couche inférieure (Magdalénien moyen ??) présentait globalement le même type d'industrie. La provenance stratigraphique des pointes à base fourchue reste donc incertaine, ainsi que leur position chronologique au sein du Magdalénien.

3.2. Pointes à base fourchue en succession stratigraphique Magdalénien moyen - Magdalénien supérieur (2 sites ; tabl. 5, fig. 4 et 5)

Seuls deux gisements, tous deux situés dans les Asturies, ont livré des pointes à base fourchue typiques en succession stratigraphique dans des couches du Magdalénien moyen et du Magdalénien supérieur.

3.2.1. La Paloma

A La Paloma, les fouilles d'E. Hernández Pacheco dans les années 1910 ont permis de découvrir 1 pointe à base fourchue en contexte magdalénien supérieur et 1 seconde – en connexion avec une préhampe – dans une couche du Magdalénien moyen (Hernández Pacheco, 1923). D'après S. Corchón (1983, p. 224), les fouilles récentes entreprises sur ce même gisement ont également fourni plusieurs pointes à base fourchue, mais cette fois uniquement dans le Magdalénien moyen.

Cette dernière information, à notre sens, jette un certain doute sur l'attribution chronoculturelle de l'unique pointe issue du Magdalénien supérieur. Un argument morphométrique vient s'y ajouter : cette pointe présente en effet une fourche extrêmement longue (environ 47 mm, d'après les mesures prises sur le dessin de la fig. 5, n° 3), qui représente environ les deux tiers de la longueur totale de l'objet. Ces proportions sont tout à fait inhabituelles ; or elles se retrouvent sur une pointe à base fourchue de Las Caldas, exhumée lors de fouilles récentes – années 1990 – à la base de la séquence du Magdalénien moyen (fig. 4, n° 6). L'ancienneté des fouilles d'E. Hernández Pacheco ne permet pas de trancher la question, mais on peut du moins émettre quelques réserves quant à l'exactitude de l'attribution stratigraphique de l'objet de La Paloma.

3.2.2. Las Caldas

Dans la salle II de la grotte de Las Caldas, les fouilles menées depuis les années 1970 par S. Corchón ont montré la présence de pointes à base fourchue dans les niveaux du Magdalénien supérieur (I et II) comme dans ceux du Magdalénien moyen évolué (III et IV : Corchón, 1983,

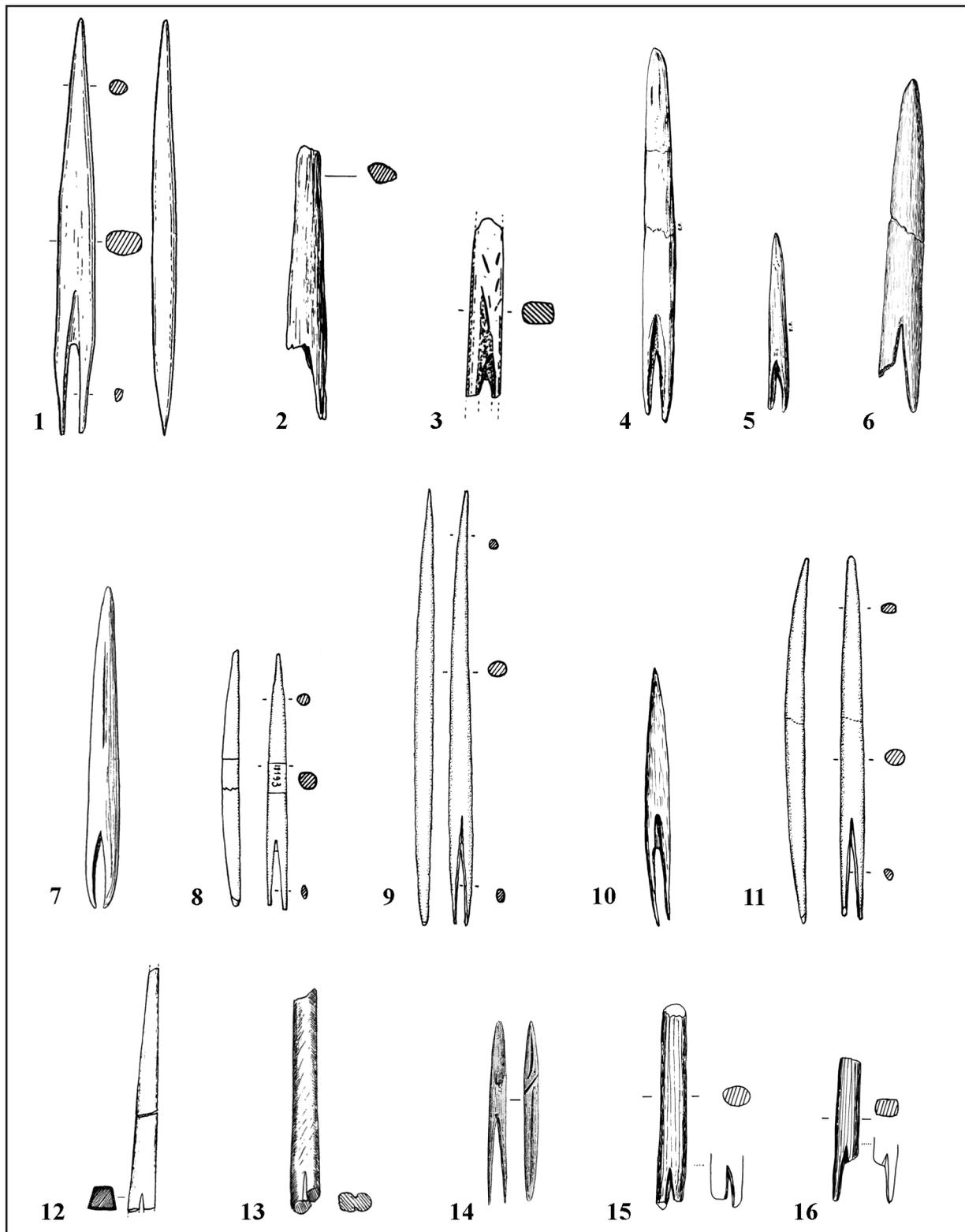


Fig. 3 : pointes à base fourchée typiques découvertes en contexte magdalénien indéterminé (voir tabl. 4).
Toutes les pièces sont à l'échelle 1/2, sauf les n° 2, 3, 12, 13, 15 et 16 (échelle non précisée).

1 : Aurenas (d'après Delporte et Mons, 1988a, fig. 1). 2 : La Bora Gran (d'après Rueda, 1987, fig. 6, n° 3).

3 : Ermitia (d'après Corchón, 1983, fig. 3, n° 7). 4 et 5 : Les Espéluques (d'après Omnès, 1980, fig. 12, n° 8 et 15).

6 : La Garenne (d'après Breuil, 1902, fig. 6, n° 4). 7 : Gourdan (d'après Breuil, 1913, fig. 15b, n° 3).

8 et 9 : Gourdan (n° MAN 18193 et 48670D ; dessins de l'auteur).

10 : Lortet (d'après Merlet, 1980, fig. 1, n° 2). 11 : Lortet (n° MAN 48238A19 ; dessin de l'auteur).

12 : Lumentxa (d'après Barandiarán, 1967, pl. 11, d). 13 : Marsoulas (d'après Octobon, 1927, n° 4).

14 : Raymonden (d'après Hardy, 1891, pl. II, n° 23). 15 et 16 : Saint-Michel (d'après Marsan, 1979, fig. 4, n° 1-2).

p. 226). Les niveaux sous-jacents, VI à IX, attribués au Magdalénien moyen ancien, sont également concernés puisqu'on trouve au moins 1 pointe à base fourchue dans le niveau VI (Corchón, *ibid.*), que ces pièces sont présentes dans le niveau IX (Corchón, 1995b) et semble-t-il dans le niveau VIII (Corchón, 2004, p. 113).

3.3. Pointes à base fourchue en contexte exclusivement magdalénien moyen (10 sites ; tabl. 6, fig. 4)

Dix gisements ont livré un total de 41 pointes à base fourchue dans des couches exclusivement attribuées au Magdalénien moyen («Magdalénien IV» dans la terminologie d'H. Breuil). Il s'agit des sites d'Arancou, Bois du Cantet, Brassempouy, Cueto de la Mina, Laugerie-Basse, Llonín, La Madeleine, Le Mas d'Azil, Le Tuc d'Audoubert et La Viña. Toutefois, comme ci-dessus, trois de ces sites posent des problèmes d'inventaire et de stratigraphie particuliers, qui nécessitent un développement plus détaillé.

3.3.1. Laugerie-Basse

Le site de Laugerie-Basse se compose de deux abris sous roche contigus. L'«abri classique» fut fouillé par de nombreux préhistoriens et amateurs à partir de 1864. En 1912, M.A. Le Bel acheta le deuxième abri, dit «des Marseilles», ainsi qu'une partie de l'abri classique situé sous une ancienne grange ; il en confia la fouille à J. Maury, qui y travailla jusqu'en 1914. D. Peyrony et A. de Mortillet participèrent également aux recherches.

Dans l'abri classique, P. Girod et E. Massénat (1900) exhument deux pointes à base fourchue sans position stratigraphique précise, actuellement conservées au MAN. D. Peyrony et J. Maury (1914, p. 141) découvrirent des pointes à base fourchue au sein du niveau B, Magdalénien IV. L. Capitan et D. Peyrony (1928, p. 37) précisent que ces pointes sont au nombre de deux ; elles se trouvent actuellement dans les collections du Musée de l'Homme.

La stratigraphie de l'abri des Marseilles fut décrite à trois reprises, avec des numérotations de couches différentes (Mortillet, 1913 ; Peyrony et Maury, 1914 ; Roussot, 1982). L. Capitan et D. Peyrony (*ibid.*) indiquent que J. Maury a découvert une pointe à base fourchue dans la couche correspondant au «niveau à harpons primitifs» de la fouille de l'abri classique, c'est-à-dire la couche 13 d'A. Roussot. Ce niveau est classiquement attribué au Magdalénien moyen, même si, selon R. Daniel (1972), l'étude du matériel lithique suggérerait plutôt le début du Magdalénien supérieur. La pointe découverte par J. Maury est aujourd'hui conservée au Musée de l'Homme.

3.3.2. La Madeleine

L. Capitan et D. Peyrony (1928, p. 37) ont découvert 2 pointes à base fourchue dans la «couche inférieure» du gisement, attribuée au Magdalénien IV. La même couche a fourni 2 autres pointes à base fourchue présentant sur une de leurs faces latérales une rangée de 5 ou 6 protubérances, et qui furent qualifiées pour cela de «harpons primitifs» (*ibid.*, p. 34).

SITE	LOCALIS.	FOUILLES	SECTEUR	N PIÈCES	NIVEAU	MENTION BIBLIO.	VÉRIFICATION
Las Caldas	Asturies	Corchón 1971, 1973, 1981, etc.	salle II	9	I-II (magd. sup.)	Corchón, 1983, p. 226	sur dessin (Corchón, 1983, fig. 2, n° 1, 3, 5 et 7)
				7	III-VI (magd. moy.)	Corchón, 1983, p. 226	sur dessin (Corchón, 1983, fig. 2, n° 2, 4 et 6)
				au moins 2	VIII-IX (magd. moy.)	Corchón, 2004, p. 113	sur dessin (Corchón, 2004, fig. 7, n° 4 et 5)
La Paloma	Asturies	Hernández Pacheco 1914-15 Bécaraes, années 1970-80	-	1	4 (magd. sup.)	González Sainz, 1989, p. 26	sur dessin (González Sainz, 1989, fig. 3, n° 11)
				1	6 (magd. moy.)	Martínez et Chapa, 1980, p. 179	sur dessin (Hernández Pacheco, 1923, fig. 16)
				plusieurs	niv. magd. moy.	Corchón, 1983, p. 224	

Tabl. 5 : sites ayant fourni des pointes à base fourchue typiques en contexte magdalénien moyen et supérieur (total : 2 sites, au moins 22 pièces).

SITE	LOCALIS.	FOUILLES	SECTEUR	N PIÈCES	NIVEAU	MENTION BIBLIO.	VÉRIFICATION
Arancou	Pyr.-Atl.	Blancant, Chauchat, Normand 1987-93	sondage	2	C1 et C2	Bonnissent et Chauvière, 1999, p. 51	sur dessin (Bonnissent et Chauvière, 1999, fig. 26, n° 1-4)
			fouille clandest.	4	débriais		
Bois du Cantet	Htes-Pyr.	Joffre 1960	-	2	unique	Clot et Cantet, 1974, p. 91	sur dessin (Clottes, 1973, fig. 2, n° 5)
Brasempouy	Landes	Pierre et de Laporterie 1895-96	grande galerie	2	complexe moy.	Delporte, 1967, p. 26	sur pièces (2 vues au MAN, 2 au musée de site à Brasempouy)
				au moins 3	complexe sup.	Delporte, 1967, p. 33	
Cueto de la Mina	Asturies	Vega del Sella 1914-16	-	1	C	Vega del Sella, 1916, p. 50	sur dessin (Corchón, 1983, fig. 3, n° 5)
Laugerie-Basse	Dordogne	Girod et Massénat 1869-??	abri classique	2	?	Girod et Massénat, 1900, pl. LXIV, n° 7 ; pl. LXXI, n° 7	sur pièces (celles des fouilles Girod et Massénat vues au MAN, celles des fouilles Le Bel et Maury au Musée de l'Homme : Pétilon, 1999, p. 55-58)
			abri classique	2	B	Peyrony et Maury, 1914, p. 141	
Llonín	Asturies	Forkea et al. 1991-94	Les Marseilles	1	13	Capitan et Peyrony, 1928, p. 37	sur photo (Forkea et al., 1995, fig. 10)
			cono anterior	au moins 3	X	Forkea et al., 1995, p. 36	
La Madeleine	Dordogne	Capitan et Peyrony 1910-13	-	4	c. inférieure	Capitan et Peyrony, 1928, p. 34-37	sur dessin ou photo (Capitan et Peyrony, 1928, fig. 16, n° 1-2 ; fig. 17, n° 11 et 20)
Le Mas d'Azil	Ariège	Pierre 1887- années 1890	rive droite	au moins 7	"papalien"	Delporte, 1979, p. 616	sur pièces (7 pointes de la coll. Pierre vues au MAN) et sur photo (Péquart et Péquart, 1961, fig. 99 et pl. XX, n° 6-8)
			rive droite	2	"gourdanien"	Bertrand, 1995, p. 247-256	
Tuc d'Audoubert	Ariège	Beguén 1913-14	gal. des silex	2	niv. magdal.	Péquart et Péquart, 1961, p. 131	sur pièces (Pétilon et Cartelain, 2004)
			galerie des gravures	1	c. supérieure	Beguén, 1926, p. 224	
La Viña	Asturies	Forkea 1980-86	-	au moins 3	IV	Forkea, 1990, p. 62	sur dessin (Forkea, 1990, fig. 7)

Tabl. 6 : sites ayant fourni des pointes à base fourchue typiques en contexte exclusivement magdalénien moyen (total : 10 sites, au moins 41 pièces).

SITE	LOCALIS.	FOUILLES	SECTEUR	N PIÈCES	NIVEAU	MENTION BIBLIO.	VÉRIFICATION TYPO. DES PIÈCES
Isturitz	Pyrénées-Atlantiques	Passenard 1912-22, Saint-Périer 1928-35	grande salle	436	I/F1	voir ce volume	
Tito Bustillo	Asturies	Moure 1972-86	-	3	1a, 1b, 1ab	Moure, 1989, p. 413	sur dessin (Moure, 1989, fig. 5, n° 12)
La Vache	Ariège	Robert 1950-64	salle Monique	6	1 à 4	Bertrand, 1999, p. 76-77	sur pièces (3 pièces sur 6 ont été vues au MAN)

Tabl. 7 : sites ayant fourni des pointes à base fourchue typiques en contexte exclusivement magdalénien supérieur (total : 3 sites, 445 pièces).

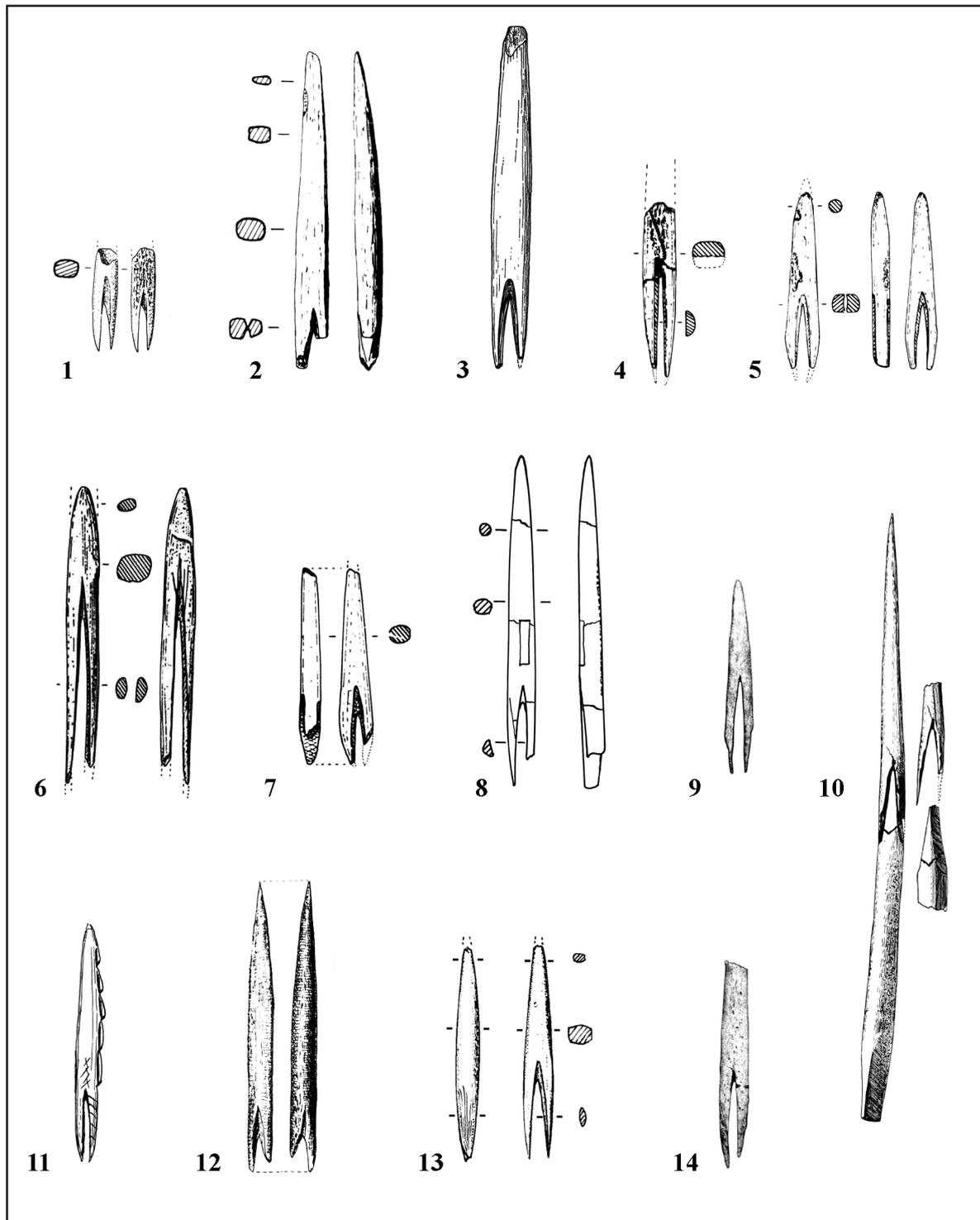


Fig. 4 : pointes à base fourchue découvertes en contexte magdalénien moyen ; voir tabl. 5 et 6. Toutes les pièces sont à l'échelle 1/2, sauf les n° 10, 11 et 12 (échelle non précisée).

- 1 : Arancou (d'après Bonnissent et Chauvière, 1999, fig. 26, n° 3). 2 : Bois du Cantet (d'après Clottes, 1973, fig. 2, n° 5). 3 : Brassempouy (d'après Delporte, 1967, fig. 6, n° 10). 4, 5 et 6 : Las Caldas, couches III, V et IX (d'après Corchón, 1983, fig. 2, n° 2 et 4 ; Corchón, 1995b, fig. 1, n° 4). 7 : Cueto de la Mina (d'après Corchón, 1983, fig. 3, n° 5). 8 : Laugerie-Basse (n° Musée de l'Homme 38.189.1257 ; dessin de l'auteur). 9 : Llonín (d'après Fortea et al., 1995, fig. 10). 10 : La Paloma, couche 6, pointe à base fourchue et préhampe en connexion (d'après Hernández Pacheco, 1923, fig. 16). 11 : La Madeleine (d'après Capitan et Peyrony, 1928, fig. 16, n° 2). 12 : Le Mas d'Azil (d'après Péquart et Péquart, 1961, fig. 98). 13 : Le Tuc d'Audoubert (n° Musée de l'Homme 55.33.9.2 ; dessin de l'auteur). 14 : La Viña (d'après Fortea, 1990, fig. 7).

Cependant, comme l'a montré P. Cattelain (1995a), ces pseudo-barbelures ne peuvent jouer aucun rôle de rétention, et doivent en fait être considérées comme un décor en relief. En suivant les conclusions de la Commission de nomenclature sur l'industrie osseuse préhistorique — qui préconise l'abandon pur et simple des termes de «protoharpon» et de «harpon primitif» — il convient donc de réintégrer ces 2 pièces parmi les pointes à base fourchue, même si un tel décor demeure exceptionnel sur ce type d'objet.

Par ailleurs, en comparant les relevés du témoin stratigraphique Ouest publiés par L. Capitan et D. Peyrony (*ibid.*, p. 18) puis par J.M. Bouvier (1977, p. 21), on peut associer la «couche inférieure» ayant livré les pointes à base fourchue à la couche 14 des fouilles de J.M. Bouvier, datée de $13\ 440 \pm 300$ BP (soit 14 850 - 13 180 calBC, Ly-922).

3.3.3. Le Mas d'Azil

Cette grotte est parcourue dans toute sa longueur par l'Arize, rivière qui la divise en deux secteurs : la rive gauche (terrasse alluviale de 100 m de long contenant d'abondants vestiges d'occupations préhistoriques) et la rive droite (réseau de cavernes et de galeries s'étendant sur deux étages, occupé principalement au Magdalénien). Ces zones ont attiré les préhistoriens dès les années 1860.

Les premières fouilles archéologiques systématiques furent entreprises par E. Piette à partir de 1887. Il signala la présence de pointes à base fourchue dans les couches «papaliennes» de la rive droite (Delporte, 1979, p. 616) ; ces pointes n'ont jamais été étudiées en détail, mais un examen de la collection Piette au MAN nous a permis d'en dénombrer au moins 7.

A la suite d'E. Piette, H. Breuil vint fouiller au Mas d'Azil en 1901-1902. D'après l'inventaire réalisé par A. Bertrand (1995, p. 247-256), ses recherches lui auraient permis de récolter 2 pointes à base fourchue qui, selon H. Delporte (1979, p. 618), se trouvaient au sein de couches correspondant au «Gourdaniens» d'E. Piette.

Enfin, en 1935-1942, M. et S.J. Péquart fouillèrent sur la rive droite une galerie nouvellement découverte (Galerie des Silex). L'unique couche archéologique leur livra plusieurs pointes à base fourchue (Péquart et Péquart, 1961, p. 131).

H. Delporte a effectué une synthèse stratigraphique du Mas d'Azil, en mettant en relation les observations d'E. Piette, d'H. Breuil et des Péquart. Il conclut notamment : «un ensemble du Magdalénien moyen n'existe que sur la rive droite et est probablement complexe ; il correspondrait au Papalien et au Gourdaniens de Piette. [...] L'échantillon représentatif de ce faciès pourrait être le Magdalénien de la Galerie Saint-Just-Péquart» (Delporte, 1979, p. 619). L'ensemble des pointes à base fourchue du Mas d'Azil ayant été trouvées dans les couches «papaliennes», «gourdaniennes» ou dans la Galerie des Silex, il semble légitime de les attribuer au Magdalénien moyen.

3.4. Pointes à base fourchue en contexte exclusivement magdalénien supérieur (3 sites ; tabl. 7, fig. 5)

Seuls 3 gisements ont livré des pointes à base fourchue dans des couches exclusivement attribuées au Magdalénien supérieur : Isturitz, Tito Bustillo et La Vache. Cette série est bien sûr dominée, de façon écrasante, par les 436 pointes du site d'Isturitz. Précisons que ce dernier chiffre inclut, outre les 419 pointes étudiées dans cet ouvrage, les 17 pointes à base fourchue «fantômes» dont nous ne possédons plus que des dessins et photographies (ici pl. II, n° 10 ; pl. III, nos 1 à 14 ; pl. IV, nos 7 et 10).

En conclusion, rappelons que, comme nous l'avons indiqué au début de cette annexe, seuls les résultats «bruts» du recensement sont présentés ici ; pour l'analyse de la répartition géographique et chronologique des pointes, la question des dates radiocarbone qui leur sont associées, etc., on se reportera au chapitre XIII.

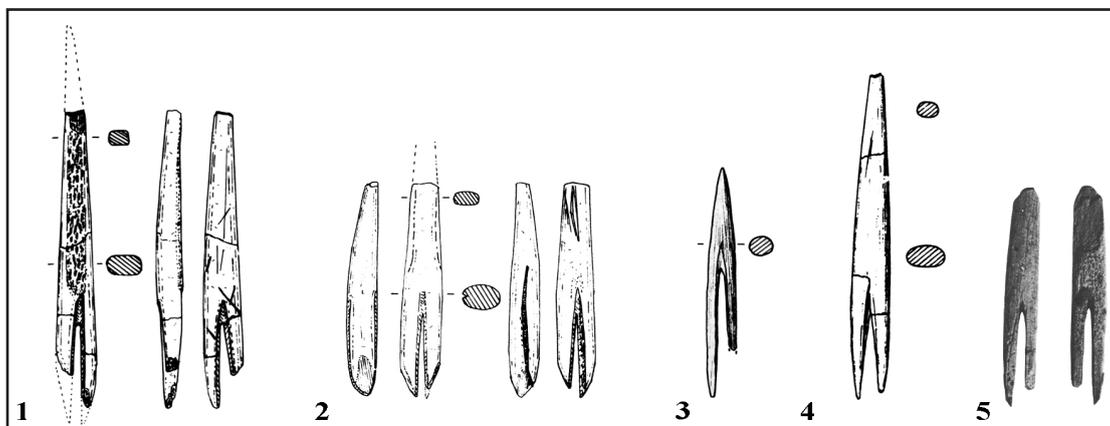


Fig. 5 : pointes à base fourchur découvertes en contexte magdalénien supérieur ; voir tabl.5 et 7. Toutes les pièces sont à l'échelle 1/2.

1 et 2 : Las Caldas, couche I (d'après Corchón, 1983, fig. 2, n° 1 et 3).

3 : La Paloma, couche 4 (d'après González Sainz, 1989, fig. 3, n° 11).

4 : Tito Bustillo (d'après Moure, 1989, fig. 5, n° 12).

5 : La Vache (d'après nougier et Robert, 1987, fig. III, n° 2).

Table des matières

Introduction	15
PREMIERE PARTIE. CONTEXTE ARCHEOLOGIQUE.....	21
I. Le site d'Isturitz et son occupation au Magdalénien supérieur	21
I.1. Description de la grotte	21
I.2. Historique des fouilles	21
I.3. Stratigraphie générale	23
I.3.1. Les stratigraphies publiées	23
I.3.2. Validité des divisions stratigraphiques	26
I.4. Stratigraphie du Magdalénien de la Grande Salle.....	30
I.4.1. Les données bibliographiques	30
I.4.2. Répartition stratigraphique de quelques types de vestiges magdaléniens	31
I.4.3. Attribution de la couche Ia/B.....	33
I.4.4. Datation de l'ensemble pariétal	34
I.5. Données disponibles sur l'occupation du Magdalénien supérieur	35
I.5.1. Climat et environnement végétal	35
I.5.2. Situation de l'occupation dans la grotte	35
I.5.3. Répartition des vestiges en secteurs	35
I.5.4. Faune [<i>texte rédigé avec C. Letourneux et V. Laroulandie</i>].....	35
I.5.5. Industrie en matières lithiques	37
I.5.6. Industrie en matières osseuses	38
I.5.7. Remarques sur les industries	40
II. Sélection du corpus	41
II.1. La séquence des pointes de projectile magdaléniennes d'Isturitz : données bibliographiques.....	41
II.2. Inventaire des pointes de projectile et réattributions stratigraphiques	43
II.2.1. Les pièces à base fourchue	45
II.2.2. Les pièces à biseau double	45
II.2.3. Les doubles pointes.....	47
II.2.4. Les pièces à biseau simple.....	48
II.2.5. Réattributions stratigraphiques	48
II.2.6. Validité des réattributions stratigraphiques	50
II.3. Fragments distaux, mésiaux et mésio-distaux	51

II.4. Inventaire de la série étudiée et état de conservation	51
II.5. Un matériel trié... plusieurs fois	52
II.5.1. Recherche systématique de raccords (ou : pendant la fouille, le tri par le bas)	52
II.5.2. Comparaison entre les inventaires (ou : après la fouille, le tri par le haut)	55
II.5.3. Discussion sur la validité du corpus.....	55
DEUXIEME PARTIE. TYPOLOGIE ET TECHNIQUES DE PRODUCTION....	57
III. Etude typologique	57
III.1. Typologie des pointes à base fourchue	57
III.1.1. Terminologie descriptive et variables relevées	57
III.1.2. Homogénéité des parties proximales.....	60
III.1.3. Hétérogénéité des longueurs mésio-distales	61
III.1.4. Les effets du réaffûtage	62
III.1.5. Trois modules de longueur ou trois sous-types ?.....	63
III.1.6. De rares aménagements de surface	64
III.2. Typologie des préhampes.....	64
III.2.1. Description morphométrique des préhampes entières et presque entières.....	65
III.2.2. Identification des fragments de préhampes.....	65
III.3. Typologie des pointes à biseau double.....	67
III.3.1. Terminologie descriptive et variables relevées	67
III.3.2. Le sous-type dominant : les pointes à biseau double «typiques»	69
III.3.3. Le sous-type minoritaire : les «grosses» pointes à biseau double	72
III.3.4. Le sous-type anecdotique : les pointes à biseau double «fines»	72
III.4. Le problème des outils biseautés.....	73
III.5. Attribution des fragments.....	75
III.5.1. Fragments à biseau double.....	75
III.5.2. Fragments mésiaux	76
III.5.3. Fragments distaux et mésio-distaux.....	76
III.6. Bilan de l'étude typologique	76
IV. Données sur les techniques de production des armatures	77
IV.1. Matière première et supports	77
IV.2. Le façonnage des pointes.....	79
IV.2.1. La mise en forme du support	79
IV.2.2. Le façonnage de la partie distale	79
IV.2.3. Le façonnage de la partie proximale.....	79
IV.2.4. La finition	80
IV.3. Le façonnage des préhampes	83
TROISIEME PARTIE. ETUDE FONCTIONNELLE	85
V. Première approche fonctionnelle	85
V.1. Rappels méthodologiques sur le tir expérimental.....	85

V.1.1. A l'origine de l'expérimentation : le questionnement archéologique.....	85
V.1.2. L'élaboration du protocole expérimental	86
V.2. Tir expérimental de pointes en os et bois de Cervidé : les référentiels existants	88
V.2.1. Protocoles expérimentaux adoptés.....	88
V.2.2. Fractures distales.....	89
V.2.3. Fractures mésiales.....	90
V.2.4. Fractures proximales	91
V.3. Premier diagnostic sur les fractures des pointes archéologiques	92
V.3.1. Altérations taphonomiques	92
V.3.2. Description des fractures.....	92
V.3.3. Les fractures archéologiques.....	93
V.4. Hypothèses sur l'utilisation des préhampes	95
V.5. De la nécessité de l'expérimentation	98
VI. L'expérimentation 2003 : préparation et déroulement	99
VI.1. La question du propulseur et de l'arc	99
VI.1.1. Etat de la question	99
VI.1.2. Le cas du Magdalénien supérieur d'Isturitz.....	100
VI.1.3. Elaboration du protocole expérimental : le choix de faire varier le mode de propulsion.....	101
VI.2. Les pointes expérimentales	101
VI.2.1. Fabrication des pointes.....	101
VI.2.2. Nombre de pointes fabriquées	103
VI.2.3. Caractéristiques morphométriques des pointes.....	104
VI.2.4. Prise d'empreintes et répartition flèches - sagaies.....	106
VI.3. Fabrication des hampes de projectile.....	106
VI.4. Emmanchement des pointes sur les hampes	108
VI.4.1. Morphologie de l'emmanchement	108
VI.4.2. Collage et ligature.....	110
VI.4.3. Des tranchants lithiques rapportés ?.....	110
VI.5. Choix de la cible	111
VI.6. Déroulement de l'expérimentation	111
VI.6.1. Disposition du pas de tir.....	111
VI.6.2. Déroulement des tirs.....	112
VI.6.3. Enregistrement des tirs.....	112
VI.6.4. Traitement des carcasses.....	114
VII. L'expérimentation 2003 : résultats	115
VII.1. Fréquence des dommages : un net contraste entre flèches et sagaies.....	115
VII.2. Description des dommages aux projectiles	117
VII.2.1. Dommages aux flèches.....	117
VII.2.2. Dommages aux sagaies.....	117
VII.2.3. Hypothèse d'interprétation sur la fracturation des flèches et sagaies	123
VII.3. Comparaison avec les fractures des pointes archéologiques.....	123

VII.3.1. Fractures distales.....	123
VII.3.2. Fractures proximales	123
VII.3.3. Bilan et perspectives	124
VIII. L'expérimentation 2004 : un protocole révisé	125
VIII.1. Les principales modifications apportées au protocole expérimental.....	125
VIII.2. Les armatures expérimentales.....	126
VIII.2.1. Fabrication des armatures	126
VIII.2.2. Caractéristiques morphométriques des armatures.....	128
VIII.2.3. Répartition flèches - sagaies.....	132
VIII.3. Les hampes de projectile	132
VIII.4. Emmanchement des pointes sur les hampes	133
VIII.5. Déroulement de l'expérimentation	135
VIII.5.1. Disposition du pas de tir.....	135
VIII.5.2. Déroulement et enregistrement des tirs, traitement des carcasses	136
IX. ...Et des résultats inattendus	139
IX.1. Fréquence des dommages : une inversion des résultats de 2003 ?.....	139
IX.1.1. Effets des tirs manqués	139
IX.1.2. Effets des tirs sur cibles animales.....	140
IX.1.3. De 2003 à 2004, des différences... mais pas de contradiction	142
IX.2. Description des dommages aux projectiles.....	142
IX.2.1. Les éraflures.....	142
IX.2.2. Les fractures distales	144
IX.2.3. Les fractures proximales : une exclusivité des pointes de sagaie à base fourchue.....	145
IX.2.4. Les problèmes d'emmanchement des pointes à biseau double.....	145
IX.2.5. Les fractures des hampes.....	147
IX.2.6. Les préhampes.....	147
IX.3. Comparaison avec les fractures des armatures archéologiques	147
IX.3.1. Les éraflures.....	147
IX.3.2. Les fractures distales	147
IX.3.3. Les fractures proximales.....	149
IX.3.4. Les fractures des préhampes.....	149
IX.4. Bilan des expérimentations : discussion sur le système d'armement des habitants d'Isturitz au Magdalénien supérieur	149
QUATRIEME PARTIE. INTERPRETATION ECONOMIQUE.....	155
X. Réparation et recyclage des armatures de projectile	155
X.1. Mise au point terminologique.....	155
X.2. Au retour de la chasse... l'introduction des armatures dans le site.....	156
X.2.1. Traces de récupération des pointes dans les carcasses.....	156
X.2.2. Distribution des fragments des pointes de sagaie expérimentales.....	158
X.2.3. Les fragments des pointes archéologiques	160
X.2.4. Appariement et raccord de fourchons	160
X.2.5. Raccord de fragments mésiaux et mésio-distaux	163

X.3. La réparation des armatures.....	164
X.3.1. Des fractures distales réparables	164
X.3.2. Des fractures proximales rédhitoires.....	164
X.4. Le recyclage des armatures	164
X.4.1. Le recyclage comme outil intermédiaire.....	164
X.4.2. Autres cas de recyclage	167
X.5. Le sectionnement des armatures.....	168
X.5.1. Le sectionnement des pointes.....	168
X.5.2. Le sectionnement des préhampes.....	169
X.6. Synthèse	171
XI. Un contexte économique de «surproduction» ? L'exploitation du bois de Renne dans le Magdalénien supérieur d'Isturitz.....	173
XI.1. De la fouille au musée, des pertes importantes	173
XI.1.1. Collection Passemar : un échantillonnage.....	173
XI.1.2. Collection Saint-Périer : un tri	174
XI.1.3. Remarques sur la distribution spatiale de l'industrie en bois de Cervidé et estimation globale des pertes pour les déchets et supports.....	175
XI.2. Précisions méthodologiques.....	176
XI.2.1. Cadre général de l'étude technologique	176
XI.2.2. Origine des bois de rennes : la question des modules	176
XI.3. Lecture technique des déchets de débitage.....	177
XI.3.1. Les déchets sur partie basilaire	177
XI.3.2. Les déchets sur perche.....	182
XI.3.3. Les déchets sur andouiller de glace	185
XI.3.4. Les pièces résultant d'un débitage transversal	185
XI.4. Les supports	186
XI.5. Les produits	186
XI.5.1. Les objets finis sur supports plats	186
XI.5.2. Les objets finis sur supports en volume	187
XI.5.3. Les objets finis sur supports intermédiaires	187
XI.6. Synthèse technologique et approche économique	187
XI.6.1. Orientation générale de la production	187
XI.6.2. Principaux schémas d'exploitation des blocs	187
XI.6.3. Approche quantitative.....	189
XI.6.4. Mise en perspective	191
CONCLUSION	193
XII. Essai d'interprétation palethnographique	193
XII.1. A propos de quelques «universaux»... ..	193
XII.1.1. Hommes et femmes : qui est armé ?	193
XII.1.2. Chasse et guerre : pourquoi s'armer ?.....	194
XII.2. De l'armement aux méthodes de chasse ?.....	195
XII.3. De l'armement aux structures sociales ?	196

XII.4. L'optimisation des systèmes d'armement : un taylorisme paléolithique ?.....	196
XIII. La base fourchue : hypothèse culturelle pour un phénomène technique	201
XIII.1. Retour sur la distinction entre Magdalénien moyen et supérieur à Isturitz.....	201
XIII.1.1. De la couche II/E à la couche I/F1 : permanences et évolutions	201
XIII.1.2. Reconstruction théorique ou réalité archéologique ?.....	202
XIII.1.3. Rappel sur le contexte régional pyrénéen	203
XIII.1.4. Interrogation sur le sens d'une évolution.....	204
XIII.2. La base fourchue, un type de transition	205
XIII.2.1. Répartition géographique des pointes à base fourchue	205
XIII.2.2. Répartition chronologique des pointes à base fourchue	206
XIII.2.3. Apport des dates radiocarbone	208
XIII.2.4. Le cas problématique d'Isturitz.....	211
XIII.3. Essai de caractérisation du Magdalénien supérieur d'Isturitz.....	211
XIII.3.1. Des files de chevaux.....	211
XIII.3.2. Des pattes de chouettes	214
XIII.3.3. Des indices d'ancienneté.....	216
XIII.4. L'armement dans la transition culturelle du Magdalénien moyen au Magdalénien supérieur	216
BIBLIOGRAPHIE	219
PLANCHES	241
ANNEXES	261
Annexe 1 : inventaire des comptes-rendus de tirs expérimentaux d'armatures préhistoriques.....	261
Annexe 2 : résultats complémentaires de l'expérimentation 2003	265
Annexe 3 : résultats complémentaires de l'expérimentation 2004	275
Annexe 4 : inventaire critique des sites ayant livré des pointes à base fourchue	282
TABLE DES MATIERES	297