

Université de Montréal

**L'apport du réaffûtage à la variabilité morphométrique des pointes de projectile
aurignaciennes en bois de cervidé**

par Luc Doyon

Département d'anthropologie, Faculté des Arts et des Sciences

Mémoire présenté à la Faculté des Arts et des Sciences en vue de
l'obtention du grade de M.Sc en anthropologie

Avril, 2013

© Luc Doyon, 2013

Résumé

Ce projet combine l'archéologie expérimentale, l'analyse morphométrique et la comparaison des résultats à l'assemblage archéologique de l'Abri Cellier (Dordogne, France) ($N = 12$) dans le but de quantifier l'apport du réaffûtage à la variabilité des formes et des dimensions des pointes de projectile aurignaciennes en bois de cervidé. La relecture morphofonctionnelle de la série expérimentale de Knecht ($N = 79$) couplée à une reproduction expérimentale récente ($N = 9$) démontre que la nature des dommages infligés au fût des pointes dépend (1) de la force du tir, (2) de la nature de la cible impactée et, (3) des propriétés biomécaniques du matériau employé. Pour sa part, le réaffûtage dépend (1) de l'expérience du réaffûteur et, (2) de la séquence technique employée. Ce comportement est standardisé et demeure indépendant du type de pointe de même que du type de dommage du fût. Les changements morphométriques associés à ce comportement se résument (1) à un déplacement progressif de l'épaule de la base vers le fût de la pointe, (2) à une tendance à l'accroissement de l'angle du fût et, (3) à une localisation des traces de réaffûtage sur le tiers distal de la partie distale de la pointe. Puisque l'utilisation et le réaffûtage sont deux processus impossible à départager sur les artefacts, nous proposons l'adoption d'une mesure, le ratio proximo-distal ($R_{P/D}$) afin de traduire l'intensité de ces processus convergents et faciliter la comparaison entre les assemblages archéologiques.

Mots-clés : Aurignaciens, pointes de projectile, réaffûtage, analyse morphométrique, bois de cervidé, Paléolithique supérieur, archéologie expérimentale, standardisation

Abstract

This project combines experimental archaeology and morphometric analysis with a comparison with the archaeological assemblage from Abri Cellier (Dordogne, France) ($N = 12$) to quantify the contribution of resharpening to morphometric variability of Aurignacian projectile points made of antler. A morpho-functional re-analysis was performed on the experimental series produced by Knecht ($N = 79$), and combined with a recent experiment ($N = 9$) which showed that tip damage depends on (1) the projectile velocity, (2) the nature of the impacted target and, (3) the raw material's biomechanical properties. On the other hand, resharpening depends on (1) the curator's experience and, (2) the employed technical sequence. Also, resharpening is considered a standardized behaviour that remains independent of the point or tip damage type. Morphometric changes incurred by this behaviour can be summarized by (1) a gradual shift of the point's shoulder from the base to the tip of the point, (2) a tendency of the tip to become more obtuse, and (3) a concentration of the curation stigmata at the distal third of the tip. Since use and resharpening are two processes that can't be distinguished metrically on archaeological specimens, we propose a new metric the Proximo-Distal Ratio ($R_{P/D}$), which translates the intensity of these two converging processes and allows inter-assemblage comparison.

Keywords: Aurignacian, Projectile Points, Resharpening, Morphometric Analysis, Antler, Upper Palaeolithic, Experimental Archaeology, Standardization

Table des matières

Résumé	ii
Abstract	iii
Table des matières	iv
Liste des tableaux	vii
Liste des figures	viii
Remerciement	xii
Introduction	1
Chapitre 1	6
1.1. : L'Aurignacien : mise en contexte	6
1.1.1. : Espèce, espace et temps	6
1.1.2. : Climat, végétation et faune	8
1.1.3. : Contexte culturel	9
1.1.4. : Contexte technologique	11
1.1.4.1. : Le coffre à outils lithiques	11
1.1.4.2. : Coffre à outils en matières dures d'origine animale	12
1.1.4.3. : Pointes de projectile en bois de cervidé	12
1.2. : Historique des approches méthodologiques dans l'étude de la technologie osseuse	16
1.3. : Conclusion	18
Chapitre 2	20
2.1. : Les cervidés	20
2.1.1. : « Antlérogenèse », structure osseuse et propriétés biomécaniques	21
2.2. : Standardisation du schéma technoéconomique de transformation	23
2.2.1. : Acquisition de la matière première	25
2.2.2. : Traitements	25
2.2.3. : Chaîne de production	26
2.2.3.1. : Tronçonnage	26
2.2.3.2. : Débitage des supports	26

2.2.3.3. : Mise en forme de la pointe	27
2.2.4. : Emmanchement	21
2.3. : Présentation des corpus étudiés	34
2.3.1. : Expérimentation de 2012	34
2.3.2. : Expérimentation de Knecht en 1995	36
2.3.3. : Corpus archéologique de l'Abri Cellier (Dordogne, France)	37
Chapitre 3 : Méthodologie	40
3.1. : Analyse technologique	40
3.1.1. : Matière première et coffre à outils	40
3.1.2. : Collecte de données	41
3.1.3. : Procédure d'analyse	41
3.2. : Sélection des attributs morphométriques	42
3.3. : Sélection des méthodes d'acquisition de données	44
3.4. : Analyse fonctionnelle	47
3.4.1. : Sélection des échantillons et collecte de données	48
3.4.2. : Prémices et hypothèses	49
3.4.3. : Procédure d'analyse	50
3.5. : Étude de cas – Abri Cellier	53
3.5.1. : Collecte de données	53
3.5.2. : Procédure d'analyse	53
3.6. : Sommaire méthodologique	54
Chapitre 4 : Résultats	55
4.1. : Les sources de variation dans la « chaîne opératoire » et leur nature	55
4.2. : Transformations morphométriques dues à l'utilisation	58
4.2.1. : Changements morphologiques	58
4.2.2. : Changements métriques	63
4.3. : Transformations morphométriques dues au réaffûtage	68
4.3.1. : Procédure de réaffûtage – données expérimentales	68
4.3.2. : Changements métriques	71
4.3.3. : Changements morphologiques	72
4.4. : Estimation de l'intensité du réaffûtage : Ratio proximo-distal ($R_{P/D}$)	75

4.5. : Conclusions	77
Chapitre 5 : Discussion	79
5.1. : Introduction	79
5.2. : Corporalité de la connaissance technique	79
5.3. : Étude de cas : Abri Cellier (Dordogne, France)	83
5.4. : Perspectives	89
Ouvrages cités	91
Annexe 1	I
Annexe 2	III

Liste des tableaux

3.1 : Facteurs décisionnels évalués pour l'analyse morphométrique	45
3.2 : Tableau d'évaluation des hypothèses en fonction des échantillons	52
4.1 : Sources et nature de la variabilité au sein du schéma technoeconomique de transformation et d'exploitation du bois de cervidé	57
4.2 : Fréquences absolues des catégories de tissu impacté en fonction du type de pointe	62
4.3 : ANOVA à deux facteurs de classification (type de dommage et type de pointe)	63
4.4 : ANOVA à deux facteurs de classification (type de dommage et type de pointe)	65
4.5 : Statistiques descriptives du pourcentage de perte de longueur maximale due à l'utilisation par type de dommage	65
4.6 : Tests de signification de corrélation de Pearson entre la longueur maximale d'origine, le ratio d'aplanissement, le ratio d'élongation et le pourcentage de perte de longueur due à l'utilisation	68
4.7 : Valeur prise par chaque facteur du plan factoriel orthogonal	76
5.1 : Liste et dimensions des pointes aurignaciennes trouvées à l'Abri Cellier	84

Liste des figures

1.1 : Routes et chronologie proposées pour la dispersion des Aurignaciens en Europe	7
1.2 : Aire de distribution des Aurignaciens	8
1.3 : Paysage culturelle de l'Europe avant l'arrivée des Aurignaciens	10
1.4 : Types de pointes de projectile aurignaciennes en bois de cervidé	13
1.5 : Répartition géographique des pointes à base fendue	15
1.6 : Répartition géographique des pointes à bases simples	16
2.1 : Nomenclature des bois de cerf (<i>Cervus elaphus</i>) et de renne (<i>Rangifer tarandus</i>)	21
2.2 : Structure des bois de cervidé	22
2.3 : Schéma technoéconomique de transformation et d'exploitation du bois de cervidé	24
2.4 : Techniques proposées pour la manufacture de pointes de projectile aurignaciennes en bois de cervidé	27
2.5 : Diagramme à moustaches de l'étendue prise par les valeurs du ratio d'élongation et du ratio d'aplanissement en fonction du type de pointe	30
2.6 : Diagramme à moustaches de l'étendue des valeurs du TCSP pour les pointes aurignaciennes	33
2.7 : Pointes à base massive produites en 2012	35
2.8 : Échantillon de pointes du corpus expérimental de Knecht	37
2.9 : Échantillon de pointes aurignaciennes mises au jour à l'Abri Cellier en 1926 et 1927 et entreposées au Logan Museum of Anthropology (Beloit Wisconsin)	38
2.10 : Profil stratigraphique de l'Abri Cellier	39
3.1 : Attributs métriques d'une pointe de projectile aurignacienne en bois de cervidé	43
3.2 : Outils évalués pour l'acquisition de données	45
3.3 : Points de contrôle mathématiques et pseudo-points de contrôle (face indifférenciée)	46

3.4 : Exemple d'image composite obtenue à l'aide du microscope opto-digital DSX100 (Olympus Corp., MA, USQ). Pointe # 106, vue dorsale, fût écrasé et aplani	48
4.1 : Catégories de dommage du fût engendré lors de l'utilisation	59
4.2 : Fréquences relatives des catégories de dommage en fonction du tissu impacté	60
4.3 : Fréquences relatives des catégories de dommage en fonction de la force du tir	60
4.4 : Fréquences relatives des catégories de dommage en fonction du type de pointe	61
4.5 : Diagramme à moustache représentant le nombre de tirs effectués en fonction du type de dommage et du type de pointe	63
4.6 : Diagramme à moustaches représentant la perte de longueur maximale en fonction du type de dommage du fût et du type de pointe	64
4.7 : Diagrammes de dispersion montrant l'absence de relation entre la longueur maximale d'origine et le pourcentage de perte de longueur due à l'utilisation	66
4.8 : Diagrammes de dispersion montrant l'absence de relation entre le ratio d'aplanissement et le pourcentage de perte de longueur due à l'utilisation	67
4.9 : Diagrammes de dispersion montrant l'absence de relation entre le ratio d'élongation et le pourcentage de perte de longueur due à l'utilisation	67
4.10 : Courbe d'apprentissage selon le rang de réaffûtage de la pointe	69
4.11 : Diagramme à moustaches représentant la perte de longueur maximale en fonction de la séquence technique utilisée pour le réaffûtage des pointes	70
4.12 : Diagramme à moustaches représentant la perte de longueur maximale selon le type de dommage	71
4.13 : Diagramme à moustaches représentant la perte de longueur maximale selon le type de pointe	72
4.14 : Transformations morphologiques dues au réaffûtage	73
4.15 : Comparaison des coordonnées dimensionnelles des pointes avant et après le réaffûtage; avant et après l'homothétie	74
4.12 : Structure du plan factoriel orthogonal à deux facteurs, soit le type de dommage et le comportement de réaffûtage	75

4.13 : Limites inférieure et supérieure d'estimation de l'intensité du réaffûtage à partir du $R_{P/D}$	77
5.1 : Dispersion des valeurs des largeurs et épaisseurs maximales en fonction du type de pointes aurignaciennes	86
5.2 : Relation entre le ratio proximo-distal et la largeur maximale en fonction du type de pointes aurignaciennes	87
5.3 : Types de morphologie proximale pour les pointes à base fendue trouvées à l'Abri Cellier	87
5.4 : Dispersion des valeurs du ratio proximo-distal et du TCSP en fonction de la morphométrie proximale des pointes à base fendue trouvées à l'Abri Cellier	88

*À la mémoire de ceux qui,
du fait de leur passage sur l'Autre Rive,
ne pourront me suivre
sur la voie que j'ai choisie...*

*À ma mère, France Milot
À ma seconde mère et tante, Claire Doyon
À mon oncle que j'ai trop peu connu, Jean-Pierre Doyon
À la doyenne de mon clan paternel, Aline Doyon
À un soutien précieux qui pourtant s'ignore, Philippe Morel*

Remerciements

Je suis extrêmement reconnaissant envers ma directrice, Dr. Ariane Burke, pour m'avoir intéressé à la paléoanthropologie, pour avoir accepté de diriger mes recherches, pour m'avoir ouvert les portes et donné les conseils, le soutien et les connaissances nécessaires à l'achèvement de ce projet. Je suis d'ailleurs gratifié du fait de son acceptation à m'accompagner tout au long de la prochaine étape de mon parcours académique au doctorat.

Mon projet n'aurait jamais été faisable sans la généreuse contribution du matériel expérimental fabriqué en 1995 par Dr. Heidi Katz (Knecht), expérimentation conduite en collaboration avec le *TFPPP* (Technologie Fonctionnelle des Pointes de Projectile Préhistoriques). J'exprime aussi ma gratitude à Heidi pour les échanges stimulants depuis notre rencontre à Saratoga Springs, en mars 2012, jusqu'aux relectures récentes des premières versions de ce mémoire.

Des remerciements spéciaux sont adressés aux membres de mon jury, Dr. Michelle Drapeau (présidente-rapporteur), Dr. Ariane Burke (membre du jury et directrice de recherche) et Dr. Adrian Burke (membre du jury) pour la relecture de mon mémoire et pour les commentaires pertinents qu'ils m'ont généreusement fournis. Je remercie aussi Dr. Michelle Drapeau pour le prêt de la technologie nécessaire aux analyses morphométriques et pour avoir inclus cet aspect méthodologique dans son séminaire sur la paléoanthropologie à l'hiver 2012.

Je tiens à remercier Dr. Michael Bisson pour la manufacture des outils lithiques ayant servi à l'expérimentation de 2012 et pour m'avoir accompagné sur ce parcours qui s'est avéré fort instructif et ludique.

Je remercie également M. Trahan du Centre d'interprétation de la faune du Zoo de Saint-Édouard-de-Maskinongé pour la fourniture des bois de Cerf rouge et de Wapiti utilisés dans l'expérimentation de 2012.

J'exprime ma gratitude aux membres du Logan Museum of Anthropology, principalement Dr. William (Bill) Green et Dr. Nicolette Meister pour avoir facilité mes séjours à Beloit (WI, USA) et m'avoir donné accès à leurs précieuses collections en novembre 2012 et en avril 2013. Je tiens aussi à reconnaître le précieux concours de Clare Tolmie pour m'avoir mis en contact avec le Logan Museum of Anthropology et pour avoir facilité mon séjour à Chicago en novembre 2012.

Ma reconnaissance va également aux organisateurs et participants des séminaire et atelier portant sur les technologies préhistoriques : Dr. François Bon, Dr. Randall White et Dr. Adrian Burke pour l'organisation du séminaire qui a eu lieu à l'Université de Toulouse II – Le Mirail en mars 2012; Dr. Aline Averbouh et Dr. Mariane Christensen pour l'organisation de l'atelier TechnOs qui s'est tenu à Pincevent en mai 2012. Je tiens à souligner les conversations déterminantes à mon développement : en plus des acteurs mentionnés précédemment, Dr. Sébastien Lacombe, Dr. Jean-Marc Pétilion, Dr. Michel Girard, Dr. Maurice Hardy, Dr. Txemi Tejero, Dr. Nejma Goutas, Dr. Élise Tartar de même que Clare Tolmie et Claire Heckel.

Je désire également souligner l'apport de mes collègues de l'Université de Montréal pour leur participation à l'expérimentation de 2012 : principalement Lauriane Bourgeon, mais aussi Laurence Dumouchel, Emeline Raguin, Dario Guiducci et Ronan Méhault. Je désire aussi souligner la générosité de Ronan pour la relecture d'une version préliminaire des chapitres 3 et 4 du présent mémoire.

Finalement, je remercie mon oncle, Marcel Doyon de même que Sylvie Charrois pour l'important travail d'édition du mémoire. En dernier lieu, ce projet n'aurait pas été possible sans la contribution financière de la Direction aux Relations Internationales de l'Université de Montréal (1,6%), du Département d'anthropologie de l'Université de Montréal (7,2%) et de deux généreux donateurs qui désirent demeurer anonymes (respectivement 14,8% et 76,4%).

Introduction

L'étude des Aurignaciens revêt une importance particulière pour les paléoanthropologues intéressés par l'évolution de la culture matérielle associée au genre *Homo*. En effet, leur arrivée en Europe au début du Paléolithique supérieur coïncide avec l'adoption généralisée des techniques de débitage laminaire pour la production de supports lithiques aux formes et dimensions relativement homogènes. La tendance observée vers une production de plus en plus standardisée d'armatures servant à la fabrication et à la réparation d'outils composites dénote, selon Mellars (1996), d'importants changements cognitifs. Ces transformations seraient dues à un changement abrupte dans la configuration neuronale (Klein, 2009, p. 721-722) et même à une modification de la conception volumétrique (Boëda, 1988). D'importants changements sont aussi observés tels une rupture dans l'organisation sociale des activités cynégétiques (Bon, 2002) ou dans la mobilité et la gestion du territoire (Djindjian, 2012) – chez *Homo sapiens* et permet d'établir une distinction claire entre les technologies du Paléolithique supérieur et du Paléolithique moyen.

Parallèlement à la production massive de lames et de lamelles (Bon, 2002 ; Teyssandier, 2007, 2008), le technocomplexe aurignacien fait état d'innovations technologiques dont la manufacture de pointes à base fendue en bois de cervidé qui témoignent d'une spécialisation des équipements de chasse (Knecht 1989, 1991, 1994). Cette spécialisation est aussi perceptible dans la production en série d'éléments de parures (d'Errico, Stringer, 2011 ; Henshilwood, Marean, 2003 ; Tartar, White, 2013 ; White *et al.*, 2012) de même qu'une partition fonctionnelle des matières dures d'origine animales – os, bois de cervidé et ivoire – pour la manufacture d'outils domestiques, de chasse et symboliques (Liolios, 1999 ; Tartar *et al.*, 2006).

Dans le cadre de sa thèse portant sur les pointes de projectile en matières osseuses produites au début du Paléolithique supérieur, Knecht (1991) note que malgré la

standardisation morphologique apparente des pointes aurignaciennes, une part de la variabilité métrique reste à expliquer; elle propose que le réaffûtage puisse constituer la source de cette variation, proposition aussi faite par Hahn (1988). La problématique de la présente analyse s'insère dans les recherches portant sur la variabilité morphométrique de ces outils, particulièrement celle due à l'intensité d'utilisation des technologies de chasse.

Depuis le début des recherches sur la culture matérielle préhistorique, l'étude de la variabilité des formes et des dimensions des artefacts compris dans les assemblages archéologiques a servi à identifier des ensembles d'objets partageant des attributs semblables, c'est à dire des « types » d'artefacts, et à les regrouper pour élaborer des typologies. Développés dans une perspective matérialiste, les différents types d'outil ont tantôt été interprétés comme étant le reflet d'entités culturelles distinctes (Bordes, 1953) ou encore l'expression matérielle des activités menées à un site et à un temps donné dans une perspective de transhumance annuelle des populations sur le territoire (Binford, 1973 ; Binford, Binford, 1966).

Dans le cas des pointes de projectile aurignaciennes en bois de cervidé, les attributs utilisés pour la classification typologique sont 1) la présence d'une fente sur la partie proximale de la pointe et, 2) la morphologie générale de l'élément pour les pointes à base massive – losangique ou biconique (Hahn 1988). Si l'attribut des pointes à base fendue les distingue clairement des deux autres types, le critère de distinction utilisé pour les pointes à base massive demeure assez subjectif et ne tient pas compte des stratégies de manufacture employées par les préhistoriques. En effet, le problème d'équifinalité ne peut être perçu par cette approche. De plus, une autre limite de l'approche typologique réside dans le fait que la classification par attributs ne tient pas compte des transformations que peut subir l'outil au cours de son utilisation jusqu'à son abandon qui peuvent occasionner des changements de fréquences relatives déterminants pour l'interprétation culturelle ou fonctionnelle (Rolland, Dibble, 1990). L'approche technotypologique vise justement à palier ces problèmes.

L'adaptation du concept anthropologique de « chaîne opératoire » (Lemonnier, 1976) à la pratique archéologique (Pelegrin *et al.*, 1988) a permis de rendre compte du fait qu'il est possible d'aboutir à un même type d'outil en combinant des techniques ou des séquences de geste différentes – l'équifinalité (Boëda, 1993). Au lieu de se limiter à l'analyse des types, les aspects contextuels – propriétés de la matière première, séquences techniques employées – ont été intégrés au sein d'une théorie de la pratique (Bourdieu, 1977) permettant de mieux cerner les aptitudes techniques des préhistoriques de même que de comprendre les choix qu'ils ont favorisés en fonction des contraintes qui leur étaient imposées (Dobres, 1995 ; Dobres, Hoffman, 1994).

Dans les années 1990, l'étude technotypologique de la variabilité du coffre à outils préhistorique a été marquée par le développement d'une perspective écologique (Kuhn, 1995). Cette approche postule d'emblée que la production technologique préhistorique n'est pas constituée au hasard : des choix sont faits en fonction des contraintes environnementales – disponibilité et nature des matériaux –, de la nature des activités menées à un site donné et de la mobilité des populations sur le territoire (Delagnes, Meignen, 2006 ; Kuhn, 1995). Cette approche constitue le fondement théorique du présent mémoire. Je démontrerai que les Aurignaciens étaient confrontés à une série d'alternatives lors de la production et de l'utilisation de pointes de projectile en bois de cervidé et qu'un aspect de ces choix – l'intensité d'utilisation et de réaffûtage – est perceptible par l'analyse morphométrique des éléments.

Le terme anglais « *curation* » est défini pour la première fois par Binford comme étant la pratique visant à maximiser la durée de vie d'un outil en le transportant d'un site vers un autre (Binford, 1973, p. 263). Au fil des ans, le terme a pris plusieurs sens dont la production planifiée d'armatures, la récupération d'outils, la maintenance de ceux-ci de même que le réaffûtage (pour une synthèse voir Bamforth, 1986 ; Odell, 1996).

Si le réaffûtage vise à maximiser l'utilité d'un outil, il est nécessairement mieux exprimé en fonction du temps (Shott, 1989). Un outil dont la production vise à répondre à des besoins immédiats est moins susceptible de subir un réaffûtage intense contrairement à un

outil destiné à une longue durée de vie ou dont la matière première n'est disponible que de façon sporadique (Kuhn, 1995 ; Shott, Sillitoe, 2005). En plus d'être soumise à la notion de forme et d'efficacité (Nelson, 1997) – notion développée au Chapitre 2 –, l'intensité du réaffûtage varie par ailleurs en fonction des stratégies de mobilité elles-mêmes causées par des contextes sociaux et environnementaux particuliers (Rondeau, 1996).

Le présent mémoire constitue une réflexion sur le degré de standardisation des pointes de projectile aurignaciennes en bois de cervidé et a pour but d'évaluer la contribution du réaffûtage à leur variabilité morphométrique. L'étude comprend donc trois objectifs principaux soit, (1) comprendre les sources de variation inhérentes à la production technologique de même que leur nature, (2) apprécier les changements morphométriques dus à l'utilisation et au réaffûtage de l'outil et, (3) produire un modèle d'analyse permettant d'estimer l'intensité du réaffûtage d'une pointe à partir de ses dimensions relatives.

L'évaluation du degré de standardisation des pointes de projectile aurignaciennes requiert une connaissance des traditions techniques entourant cette production. Or, puisque seule une partie des informations est parvenue jusqu'à nous par l'entremise des artefacts trouvés en contextes archéologiques, le paléanthropologue doit recourir à des approches actualistes – l'archéologie expérimentale – pour faire ressortir la nature de cette variation et expliquer les transformations morphométriques de la technologie cynégétique dans une perspective diachronique, de sa fabrication à son abandon.

Le présent mémoire se divise donc en deux parties. Les deux premiers chapitres servent de mise en contexte. Le Chapitre 1 introduit la culture aurignacienne de même que les cadres naturel et culturel qui l'entourent pour finalement conclure sur un bref historique du développement de l'étude des technologies en matières dures d'origine animale. Le Chapitre 2 porte sur la matière première – le bois de cervidé – et fait état des connaissances entourant le schéma technoéconomique de transformation et d'exploitation de ce matériau pour la production de pointes de projectile aurignaciennes. La seconde

partie englobe les trois derniers chapitres et constitue le cœur de l'analyse morphométrique. Après une description détaillée de la méthodologie (Chapitre 3) et des résultats (Chapitre 4), le modèle d'analyse proposé dans ces deux chapitres est testé sur l'assemblage de l'Abri Cellier (Dordogne, France) afin d'alimenter une discussion sur les morphotypes employés jusqu'à maintenant dans l'analyse morphométrique des pointes de projectile aurignaciennes en bois de cervidé. Cette discussion se base sur les théories d'incarnation et de transmission de la connaissance technique (Chapitre 5).

Chapitre 1

Le présent chapitre met en contexte l'étude des industries osseuses paléolithiques. Les aspects biologiques, géographiques, chronologiques, environnementaux, culturels et technologiques de l'apparition de la culture aurignacienne dans le registre archéologique de l'Europe sont présentés. Après ce tour d'horizon, une revue des approches méthodologiques utilisées dans l'étude des technologies osseuses permettra de situer celle qui sera favorisée dans le présent mémoire.

1.1. : L'Aurignacien : mise en contexte

1.1.1. : Espèce, espace et temps

L'Aurignacien représente une culture archéologique allochtone arrivée en Europe vers 45 ka BP (mille ans avant le présent). L'attribution de cette culture à l'espèce *Homo sapiens* fut d'abord proposée sur la base de la modernité de son coffre à outils avant d'être supportée par l'analyse morphologique de restes humains trouvés en association avec ce technocomplexe (Verna *et al.*, 2012) bien qu'il ne soit pas exclu que d'autres membres de notre lignée aient été en mesure de produire cette industrie.

L'origine des Aurignaciens reste sujette à débats bien que la paléogénétique propose un développement initial d'*Homo sapiens* en Afrique suivi d'une migration vers l'Asie il y a 60 ka BP (Henn *et al.*, 2011 ; Klein, 2009 ; Soares *et al.*, 2010). Depuis le nord-est du Levant (Kozłowski, Otte, 2000), deux voies sont proposées pour la colonisation de l'Europe par les premiers membres de notre espèce : au sud, la migration se serait faite le long de la côte méditerranéenne tandis qu'au nord, le couloir du Danube et de ses affluents favorisa l'expansion des populations anatomiquement modernes dans les régions centrales et septentrionales du continent (Mellars, 2004, 2011 - Figure 1.1).

Davies (Davies, 2001 ; 2007) propose un développement de l'Aurignacien dans les Balkans suivi de la colonisation de l'Europe en deux temps : l'Aurignacien « pionniers » seraient caractérisés par de petits sites occupés par des populations très mobiles dont les restes présentent peu de diversité typologique; l'Aurignacien « développé » caractérisant les assemblages complexes et diversifiés produits par des populations moins mobiles et responsables d'une production symbolique.

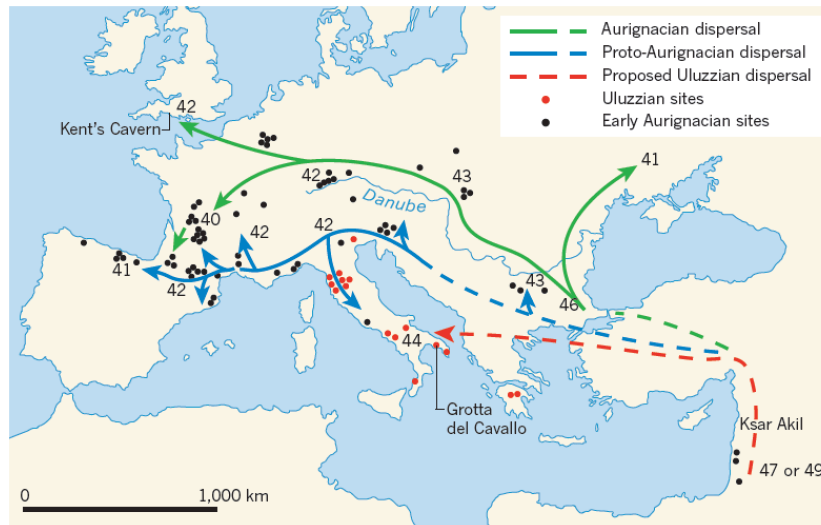


Figure 1.1 : Routes et chronologie (nombre de ka AP) proposées pour la dispersion des Aurignaciens en Europe (Mellars, 2011).

Le territoire éventuellement occupé par les Aurignaciens couvre l'Eurasie, de l'Atlantique à l'ouest aux monts du Zagros à l'est, du Levant au sud aux plaines septentrionales du continent (Figure 1.2).



Figure 1.2 : Aire de distribution des Aurignaciens (Szmidi *et al.*, 2010a).

L'établissement d'une chronologie entourant l'arrivée d'*Homo sapiens* en Europe repose sur deux sources d'information : d'une part, la lecture chronostratigraphique des sites archéologiques contenant des niveaux aurignaciens et, d'autre part, la datation directe au radiocarbone employée sur les restes organiques. Ces sources suggèrent l'arrivée antérieure à 40 ka BP de cette population en Europe (Higham *et al.*, 2011 ; Hublin, 2012 ; Talamo *et al.*, 2012). Le recours à cette dernière méthode nécessite toutefois la mise en œuvre d'un protocole rigoureux de nettoyage de l'échantillon par ultrafiltration puisque la migration des Aurignaciens se trouve à la limite d'application de la datation radiocarbone (Higham, 2011). Par conséquent, les dates obtenues avant la publication de cette nouvelle procédure nécessitent d'être révisées (Djindjian *et al.*, 2003).

1.1.2. : Climat, végétation et faune

Présentes en Europe, au cours du stade 3 à partir de 45 ka BP et jusqu'à leur remplacement – ou leur transformation (Moreau, 2011) – par la culture gravétienne vers 28 ka BP (Djindjian, 2010), les populations aurignaciennes sont confrontées à un climat alternant entre des périodes interstadières tempérées et des épisodes froids dont les événements de Heinrich 4 et 3. Ce phénomène climatique localisé s'explique par la décharge importante de glace dans l'océan; cet apport en eau douce a pour effet d'altérer

les propriétés de convection des océans qui, par conséquent, occasionne un refroidissement climatique (Bond, Lotti, 1995).

Les conditions climatiques de l'époque se reflètent dans la végétation étudiée à l'aide des séquences polliniques lacustres. On distingue trois grandes zones végétales en Europe au cours du stade 3 : (1) la toundra arbustive dans les régions septentrionales, (2) la steppe à conifères dans les plaines du centre de l'Europe et, (3) la forêt mixte dans les régions méridionales. Il faut toutefois noter qu'au sein de chaque zone, la distribution de la végétation se fait en mosaïque en fonction de la configuration géographique locale et de l'altitude (Van Andel, Tzedakis, 1996).

Les Aurignaciens ont su exploiter avec succès tous les types de biotope. Les équidés constituent une proie préférentielle dans les zones steppiques. La chasse au renne est limitée aux régions périglaciaires – l'étendue des glaciers fluctuant en fonction des conditions climatiques (Weinstock, 2000) – tandis qu'en Europe méridionale, les bovinés, les cerfs – et le bouquetins pour les régions escarpées – se retrouvent le plus souvent au menu. Vers l'est, le bison, le mammoth – principalement en Russie – et l'antilope saïga sont chassés sauf lors des périodes plus tempérées et humides où le cerf reprend son statut de proie préférentielle (Vercoutère, Patou-Mathis, 2010).

1.1.3. : Contexte culturel

L'arrivée des Aurignaciens en Europe au début du Paléolithique supérieur se produit dans un paysage culturel occupé par des populations néandertaliennes et dénisoviennes (Gibbons, 2011) dont la trajectoire évolutive – sur le plan technologique – émane des traditions moustériennes et micoquiennes ayant subi un morcèlement au cours du stade isotopique 3 (Kozłowski, 2005).

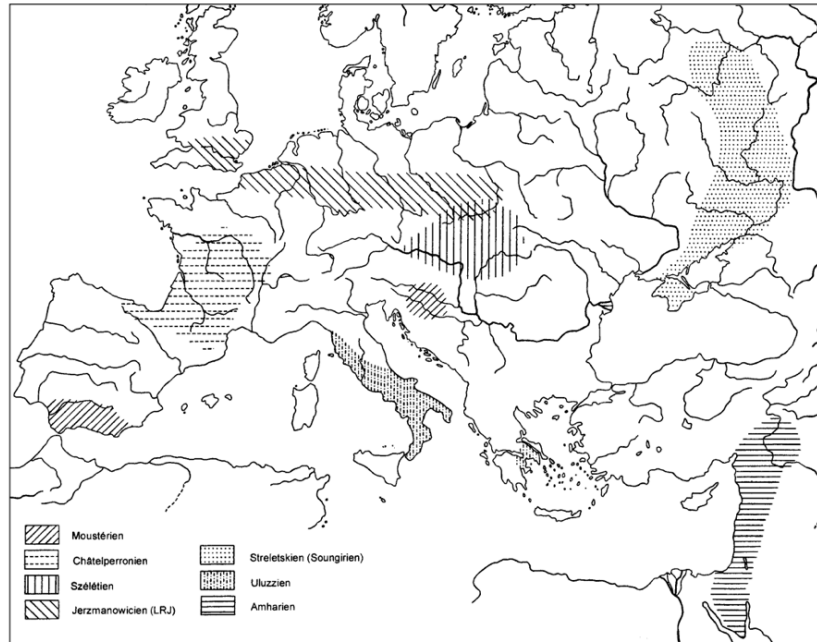


Figure 1.3 : Paysage culturelle de l’Europe avant l’arrivée des Aurignaciens (Kozłowski, 2005).

Depuis son apparition en Europe jusqu’à environ 35 ka BP, l’Aurignacien très ancien – ou Proto-Aurignacien – est contemporain des industries dites « de transition » : Châtelperronien, Uluzzien, Szélétien, Lincombien-Ranisien-Jerzmanovicien, Strélétien, Spitsynien, Gorotwovien et Moustérien final. Entre 35 et 31 ka BP, la majorité des industries dites de transition disparaissent à l’avantage de l’Aurignacien ancien qui se développe pour occuper la presque totalité de l’Europe. Pendant la période tempérée d’Arcy, entre 31 et 30 ka BP, toutes les industries de transition et sont disparues sauf dans les aires de refuge des Néandertaliens à Gibraltar, en Crimée et sur la péninsule Péloponnèse. Cette période voit l’expansion géographique maximale des Aurignaciens en Eurasie. C’est après 30 ka BP que le Gravettien ancien commence son expansion à partir de l’Europe centrale vers l’ouest et l’est. L’Aurignacien perdurera en Aquitaine jusqu’à ce qu’il laisse sa place au Gravettien vers 28 ka BP (pour une synthèse voir Djindjian, 2010 ; Djindjian *et al.*, 2003).

1.1.4. : Contexte technologique

1.1.4.1. : Le coffre à outils lithiques

Les différents faciès aurignaciens sont définis à partir du coffre à outils lithiques de même que par la présence de « fossiles directeurs ».

Djindjian et collègues reconnaissent quatre faciès aurignaciens – Aurignacien très ancien (ou Proto-Aurignacien), Aurignacien ancien, Aurignacien récent et Aurignacien final – se base sur une lecture de la technologie lithique (Djindjian, 2010 ; Djindjian *et al.*, 2003). Au cours de la première phase, l’Aurignacien très ancien, on assiste au développement du débitage lamellaire; la production lithique comprend des lamelles à retouches marginales, des pointes à retouches obliques, des grattoirs et des pièces retouchées. Ce faciès se caractérise par la rareté du burin. Au cours de l’Aurignacien ancien, le débitage lamellaire fait place au débitage laminaire. Les lames – prélèvement au minimum trois fois plus long que large – se distinguent des lamelles par leur robustesse et leurs grandes dimensions. On produit des outils sur lames retouchées et on note une abondance de grattoirs et de pièces retouchées. On perçoit d’ailleurs les premiers signes d’une production de burins sur cassure ou sur troncature. Correspondant à la plus grande expansion géographique de l’Aurignacien, le faciès de l’Aurignacien récent comprend des grattoirs carénés et des burins carénés. Cette étape est marquée par un retour à la production lamellaire orientée cette fois vers la production de lamelles courbes, parfois torsés. L’ensemble typologique connaît une diversification de ses différentes catégories dont le burin sur troncature et le burin dièdre. Le quatrième faciès, l’Aurignacien final, est marqué par un aller-retour entre les productions laminaire et lamellaire de même que l’apparition du burin caréné et du burin nucléiforme.

De son côté, Bon et collègues reconnaissent aussi la présence de quatre faciès aurignaciens mais notent une rupture dans la séquence de production à partir de l’Aurignacien ancien où les productions laminaire et lamellaire cessent d’être menées en continuité sur un même nucléus (Bon, 2002 ; Bon *et al.*, 2010). Pour sa part, Davies

propose finalement le découpage de l'Aurignacien en deux faciès : un « pionnier » caractérisé par de petits assemblages archéologiques et une diversité typologique limitée de même qu'un « Aurignacien développé » caractérisant les sites qui ont livrés de plus grandes quantités et types d'outils ainsi que des indices symboliques d'interaction social (Davies, 2001, 2007)

1.1.4.2. : Coffre à outils en matières dures d'origine animale

Bien que la production d'outils en matières dures d'origine animale par les Néandertaliens soit supportée par le registre archéologique (Burke, d'Errico, 2008 ; d'Errico *et al.*, 2003, 2012), le pan technologique aurignacien est en rupture quantitative et qualitative par rapport aux périodes précédentes (Tejero Caceres, 2010) : non seulement les outils en matières dures d'origine animale sont plus fréquents dans les assemblages archéologiques mais leur morphométrie et leur méthode de production répondent à une conception particulière des activités de subsistance témoignant d'un système de valeurs socialement construit : la technologie sur os est destinée aux activités domestiques, celle en bois de cervidé à la chasse et celle en ivoire à la parure (Liolios, 1999 ; Tartar *et al.*, 2006). La description de tous les types d'outils en matière osseuse confectionnés par les Aurignaciens dépassant le cadre de la présente recherche, on se limitera à nommer les retouchoirs, les poinçons, les ciseaux, les compresseurs, les percuteurs, les bâtons percés, les éléments de parure et, bien entendu, les pointes de projectile qui sont centrales à la présente analyse.

1.1.4.3. : Pointes de projectile en bois de cervidé

On distingue trois types de pointes de projectile aurignaciennes en bois de cervidé : les pointes à base fendue (Figure 1.4.a), les pointes losangiques (Figure 1.4.b) et les pointes biconiques (Figure 1.4.c). L'assignation d'une pointe à un type particulier se fait selon deux critères : dans un premier temps, on les distingue en fonction de la présence – ou de l'absence – d'un attribut sur leur partie proximale : à base fendue ou à base simple; dans un second temps, les pointes à base simple sont départagées en sous-groupes selon leur

allure générale – fusiforme (ou biconique) et losangique (Delporte, Mons, 1988 ; Hahn, 1988a 1988b). Les différences morphologiques de la partie proximale des pointes sont interprétées comme la matérialisation de conceptions différentes du mécanisme d'emmanchement (Hahn, 1988a, 1988b ; Knecht, 1991).

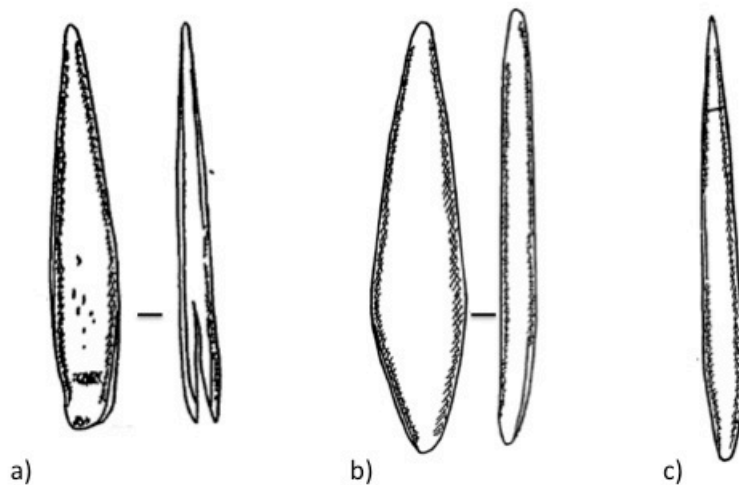


Figure 1.4 : Type de pointes de projectile aurignaciennes en bois de cervidé : (a) pointe à base fendue; (b) pointe losangique; (c) pointe biconique (Knecht, 1991)

La pointe à base fendue a rapidement été introduite par Peyrony (1933, 1934) comme fossile directeur, soit un élément de la culture matérielle permettant de distinguer l'Aurignacien des autres entités culturelles contemporaines. Bien que l'utilité de ce marqueur identitaire ait été remise en cause (Broglia *et al.*, 1996 ; Leroy-Prost, 1975, 1979 ; Normand *et al.*, 2007 ; Szmidi, Brou, Jaccottey, 2010 ; Szmidi *et al.*, 2010), sa répartition sur l'Eurasie, de l'Atlantique au Levant (Figure 1.5), renforce l'idée d'une culture relativement homogène et d'une dispersion rapide des Humains Modernes sur le continent (Mellars, 2004).

Les pointes à base simple – losangiques et biconiques – présentent une répartition similaire aux pointes à base fendue (Figure 1.6). Stratigraphiquement, elles se trouvent d'abord au-dessous de l'Aurignacien ayant livré des pointes à base fendue, puis sont associées à celles-ci, pour ensuite être trouvées au-dessus des niveaux à pointes à base

fendue (Hahn, 1988a). Cela suggère la contemporanéité de techniques d'emmanchement différentes répondant aux besoins émergents des activités cynégétiques.

En conclusion, la répartition spatio-temporelle des Aurignaciens en Eurasie au début du Paléolithique supérieur témoigne d'un succès dans l'exploitation des ressources et ce, malgré les conditions climatiques variables. Sur le plan technique, les Aurignaciens font preuve d'une spécialisation des activités que ce soit dans le choix des matériaux ou dans la production en série des pointes de projectile en bois de cervidé ou d'éléments de parure en ivoire (Tartar, White, 2013 ; White *et al.*, 2012). De plus, le développement du burin souligne la place importante du travail des matières osseuses et ligneuses dans l'ensemble des comportements techniques (Davies, 2001). Finalement, les stratégies techniques se répartissent de façon différentielle sur le territoire et dans le temps (Davies, 2001, 2007). Cette dernière observation suppose une articulation différente du savoir technique, transmis culturellement.

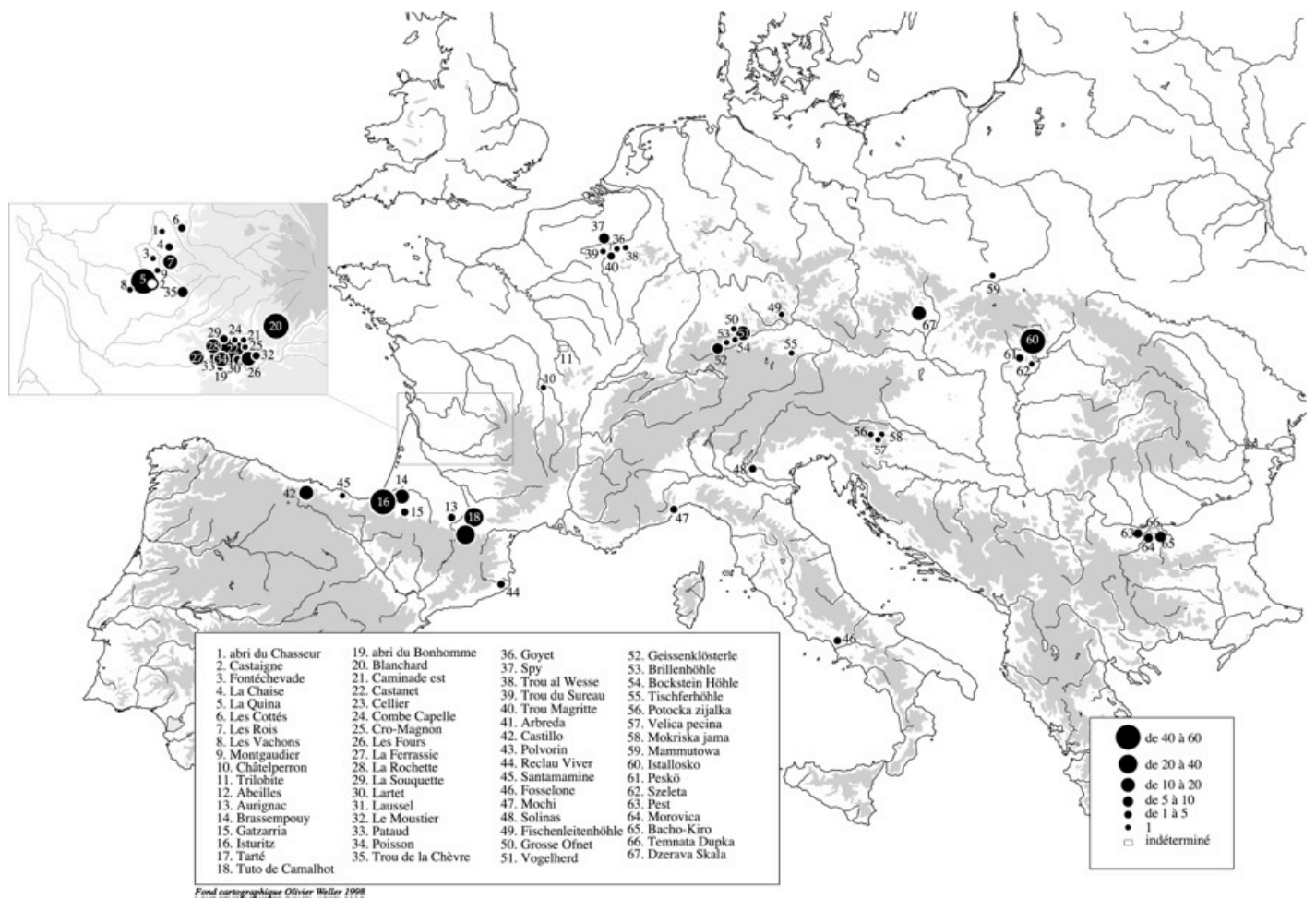


Figure 1.5 : Répartition géographique des points à base fendue (Liolios, 2010 - Fond Olivier Weller 1998).

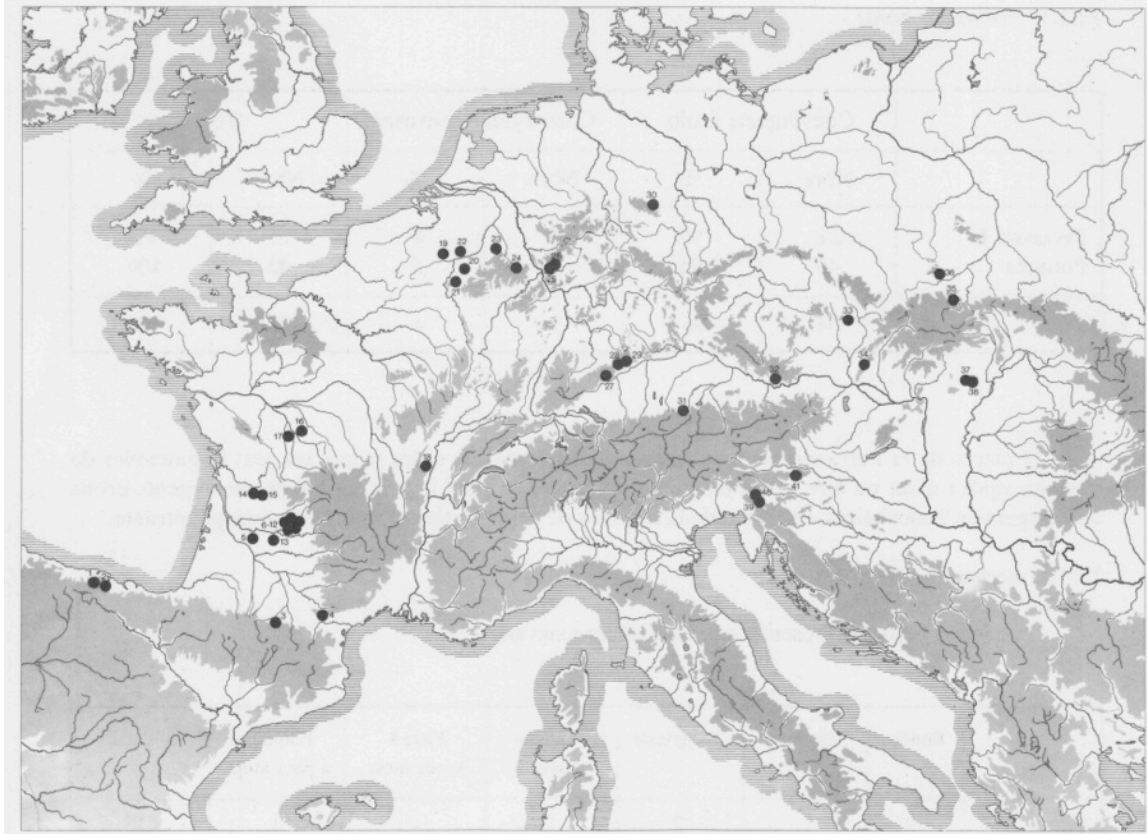


Figure 1.6 : Répartition géographique des pointes à bases simples (Hahn, 1988a).

1.2. : Historique des approches méthodologiques dans l'étude de la technologie osseuse

On peut grossièrement diviser l'historique des études sur la technologie osseuse en quatre grandes périodes correspondant chacune à des perspectives différentes : (1) l'approche typologique employée avant les années 1960, (2) l'approche taphonomique développée dans les années 1960 et 1970, (3) l'approche technologique à partir des années 1980 et, (4) l'approche intégrative à partir des années 1990.

Avant les années 1960, l'étude des technologies osseuses se résume à la description des outils et à leur classification typologique. Si les chercheurs du Nouveau Monde ont recours aux exemples ethnographiques pour l'élaboration de typologies fonctionnelles, les typologies de l'Ancien Monde dépendent des attributs morphologiques ainsi que

d'une fonction présumée. Toutefois, dans les deux cas, les types servent comme marqueurs culturels, par exemple la pointe à base fendue pour l'Aurignacien (Peyrony, 1933), ou comme indicateurs chronologiques (sériation des harpons dans l'Arctique canadien par Collins Jr., 1950, et revisité depuis par : Maxwell, 1985 ; McGhee, Tuck, 1976 ; Meldgaard, 1977 ; Park, Stenton, 1998 ; Stordeur-Yedid, 1980). L'analyse formelle de la technologie osseuse demeure limitée tout au long de cette période.

En 1957, la publication de la culture « ostéodontokératique » (fusion des racines grecques pour les termes « os », « dents » et « cornes ») associée aux Australopithèques (Dart, 1957) constitue l'élément déclencheur amorçant les recherches sur les outils en os peu ouvragés. Ces études, portant principalement sur les propriétés mécaniques de l'os et sa réponse aux différentes activités anthropiques ou animales, se solderont par la réfutation de la proposition de Dart tout en traçant le chemin pour l'avancement des recherches sur les processus taphonomiques à l'origine des traces supposées d'usure ou de manufacture que l'on observe sur les outils peu ouvragés. Cette période historique marque aussi le développement de l'archéologie expérimentale, c'est à dire une procédure actualiste qui vise à contrôler un nombre limité de variables et d'en comparer les résultats avec des assemblages archéologiques. L'appariement des résultats des deux approches – l'expérimentation et la comparaison à la culture matérielle archéologique – permet la proposition de même que la révision d'hypothèses fonctionnelles (par exemple les os fracturés de Swartkrans interprétés comme outils servant à la cueillette de tubercules par Brain, 1989 puis pour la cueillette de termites par d'Errico, Backwell, 2003). Sauf quelques cas isolés (Clark, Thompson, 1953 ; Newcomer, 1974 ; Semenov, 1964), il faut attendre la seconde moitié des années 1970 pour l'application de l'approche taphonomique à l'étude des traces de manufacture et d'usure sur les outils formels (Bouchud, 1977 ; Campana, 1987 ; Julien, 1982 ; Olsen, 1979, 1980 ; Stordeur-Yedid, 1978, 1979).

Parallèlement au développement de l'approche taphonomique, les chercheurs s'intéressent de plus en plus à contextualiser la production technique en matières dures d'origine animale. À cet effet, la longue tradition française dans le domaine de l'analyse

technique (Leroi-Gourhan, 1964, 1971, 1973 ; Mauss, 1936) pousse l'anthropologue Lemonnier à proposer l'étude des « chaînes opératoires » afin de lier la production technique à la complexité du système social (Lemonnier, 1976). Rapidement, cette approche sera adaptée à la recherche archéologique (Pelegri *et al.*, 1988) et constituera le fondement à partir duquel jaillissent les interprétations anthropologiques et économiques du travail des matières osseuses dans une perspective holiste, de l'acquisition des matériaux à l'abandon de l'outil, en passant par sa production (Averbouh, 2000).

Depuis les années 1990, l'étude de la technologie osseuse est menée dans une perspective intégrative combinant l'archéologie expérimentale à la comparaison des assemblages archéologiques tout en tenant compte des propriétés biomécaniques des matériaux employés (Knecht, 1989, 1991, 1994, 1997), des éléments anatomiques sélectionnés et des techniques de production (Averbouh, 2000 ; Goutas, 2004 ; Liolios, 1999 ; Tartar, 2009 ; Tartar, White, 2013 ; Tejero Caceres, 2010), que l'étude soit menée à l'échelle d'un site (Tartar, 2009 ; Tartar, White, 2013), d'une région (Goutas, 2004 ; Tejero Caceres, 2010) ou d'un continent (Knecht, 1991 ; Liolios, 1999 ; Vanhaeren, d' Errico, 2006). Cette contextualisation a permis de porter notre regard vers la notion de choix des préhistoriques (LeMoine, Darwent, 1998) de même que vers leur portée symbolique (McGhee, 1977 ; Vanhaeren, d' Errico, 2006).

1.3. : Conclusion

Dans une perspective écologique, la mise en contexte de l'apparition de la culture aurignacienne met en valeur trois grandes conclusions : (1) le climat variable a occasionné des transformations spatio-temporelles que ce soit au niveau de la distribution des ressources ou de la répartition des biozones; (2) l'industrie lithique connaît un développement progressif et les différents faciès aurignaciens témoignent de conceptions différentes sur le plan de l'économie de débitage – et probablement aussi sur la nature des activités menées au cours des différentes périodes (Bon, 2002); (3) la répartition des pointes à base fendue soutient l'homogénéité relative à l'échelle continentale de ce pan

de la culture matérielle (Mellars, 2004 ; pour un regard historique sur la question et une remise en question, voir Teyssandier, Liolios, 2008).

Tel que dénoté par Knecht (1991, 1997), la standardisation morphologique apparente des pointes de projectile aurignaciennes cache une part de la variabilité métrique qui demeure inexpliquée. La problématique centrale du présent mémoire vise à tester l'hypothèse formulée par Hahn (1988b) et par Knecht (1991, 1997) selon laquelle la variabilité s'explique en partie par un degré – ou une intensité – d'utilisation et de réaffûtage différentiel. Par conséquent, quel est l'apport de ces processus à la variabilité morphométrique des pointes de projectile aurignaciennes en bois de cervidé?

Pour répondre à cette question, l'approche méthodologique intégrative sera favorisée : celle-ci prend en compte les propriétés biomécaniques du matériau combinées à un protocole expérimental – autant pour l'analyse de la chaîne opératoire que pour l'analyse morphométrique – de même qu'à la comparaison archéologique de l'assemblage trouvé à l'Abri Cellier (Dordogne, France) et entreposé au Logan Museum of Anthropology (Beloit, WI, USA).

Nous avançons l'hypothèse selon laquelle les Aurignaciens ont fait des choix techniques adaptés à la fonction de l'outil et aux propriétés biomécaniques du matériau conformément à leurs notions de forme et d'efficacité (Nelson, 1997). De plus, nous proposons, à l'instar de Knecht (1991, 1994, 1997), que le dommage subi par une pointe au cours de son utilisation dépend (1) de la nature de la cible impactée et (2) des propriétés biomécaniques de la matière première. Finalement, la dernière hypothèse suppose qu'il est possible d'estimer l'intensité d'utilisation et du réaffûtage d'une pointe à partir de ses dimensions relatives. L'objectif principal du mémoire, en plus de s'interroger sur la pertinence de la typologie actuellement employée pour classer les pointes aurignaciennes et sur la nature standardisée de la production de cet élément technologique, consiste à élaborer un modèle d'analyse qui reflète plus fidèlement le savoir technique – une construction culturelle – des populations à l'origine de la culture matérielle aurignacienne.

Chapitre 2

Le présent chapitre se penche sur les caractéristiques de la matière première exploitée par les Aurignaciens, le bois de cervidé, de même que sur le schéma technoéconomique de transformation et d'exploitation de ce matériau pour la production de pointes de projectile. Les descriptions ouvrent sur une réflexion entourant la nature standardisée de cette production technologique avant de conclure par la description des corpus étudiés dans le cadre du présent projet de maîtrise.

2.1. : Les cervidés

Les cervidés regroupent 23 genres et 47 espèces réparties en trois sous-familles – *Capreolinae*, *Cervinae* et *Hydropotinae* (Capréoliné, Cerviné et Hydropotiné) – dont l'évolution s'échelonne sur plus de 20 millions d'années (Fernández, Vrba, 2005). Ce sont des mammifères herbivores qui occupent des contextes environnementaux variés s'étendant des zones tropicales (ex. *Axis porcinus*, *Axis axis* et *Muntiacus muntjac*) aux zones périglaciaires (ex. *Rangifer tarandus*). Les cervidés se distinguent des autres mammifères par leur parure formée d'appendices frontaux connus sous le terme « bois de cervidé ». Ces protubérances osseuses sont les seuls éléments squelettiques du règne animal qui se régénèrent annuellement (sauf dans le cas des espèces tropicales qui retiennent leur parure durant toute leur vie [Blob, LaBarbera, 2001]). Les bois remportent d'ailleurs le prix de la croissance osseuse la plus rapide chez les squelettes mammaliens, croissance pouvant atteindre 14 kg de masse osseuse en moins de six mois. Cette croissance, répétée annuellement, nécessite d'importantes quantités de calcium et de phosphore qui ne peuvent être uniquement obtenus que par le biais de l'alimentation. Pour palier cette limitation, des mécanismes puisent ces éléments essentiels à la croissance dans les os longs et les côtes de l'animal entraînent ainsi une résorption osseuse considérable (Chen *et al.*, 2008 ; Landete-Castillejos *et al.*, 2007). Les cervidés

peuvent aussi combler leurs besoins en minéraux en grugeant les os des carcasses qui se trouvent sur leur passage (Cáceres *et al.*, 2011).

Les panaches remplissent deux fonctions : (1) ils servent de signaux visuels traduisant le rang social des individus au sein du groupe de bacheliers et, (2) sont utilisés comme arme et bouclier lors des combats pendant la période de rut (Chen *et al.*, 2008 ; Currey *et al.*, 2009 ; Kulin *et al.*, 2011). Seuls les mâles sont coiffés de bois sauf dans le cas des *Rangifer tarandus* pour qui les bois ont une fonction d'aide à l'alimentation (Fontana, 2012). La Figure 2.1 présente la nomenclature des différentes parties des bois de *Cervus elaphus* et de *Rangifer tarandus*.

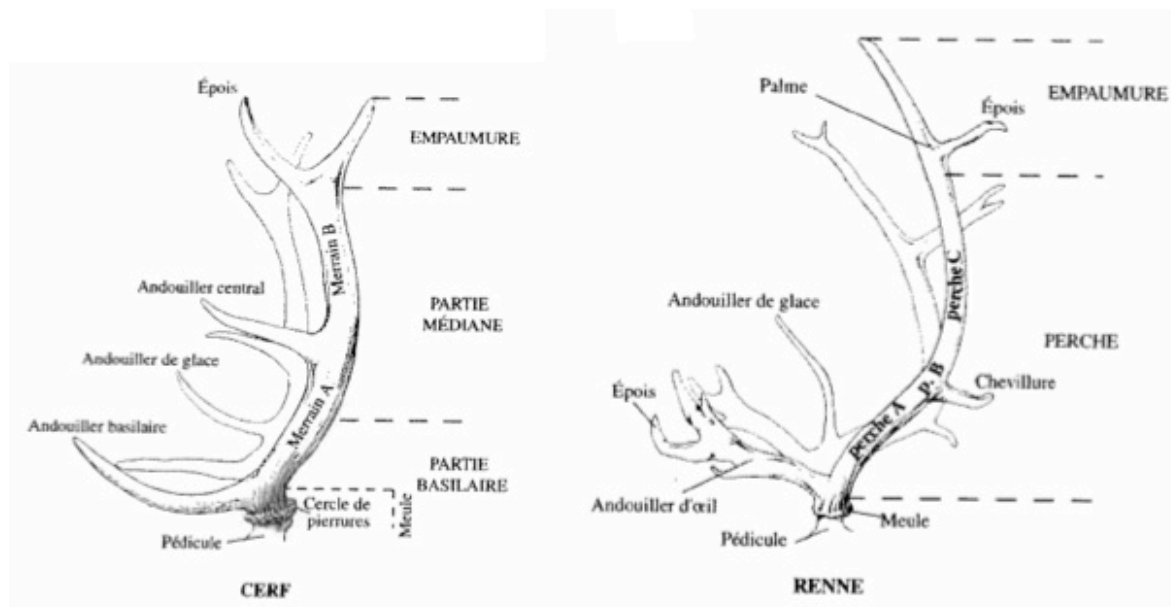


Figure 2.1 : Nomenclature des bois de cerf (*Cervus elaphus*) et de renne (*Rangifer tarandus*) (Christensen, 2004)

2.1.1. : « Antlérogenèse », structure osseuse et propriétés biomécaniques

L'« antlérogenèse » fait référence à la croissance des bois de cervidé (de l'anglais « antlerogenesis ») (Li *et al.*, 2001) et comprend trois stades de développement : (1) le développement du cartilage hypertrophique couvert de velours; (2) le développement du

tissu spongieux et de la structure trabéculaire du tissu compact; et (3) la régularisation des ostéons primaires de même que la minéralisation du tissu compact. Au cours de sa croissance, le cartilage à structure tubulaire est progressivement rempli d'ostéons primaires grâce à la double irrigation sanguine du bois – interne dans le tissu spongieux et externe entre le tissu compact et le velours. À la suite de la minéralisation du tissu compact, le velours subit un processus de nécrose et tombe des bois ce qui indique que ces derniers sont prêts à être utilisés lors des combats de rut. On différencie les bois de chute des bois de massacre par la présence d'un médaillon complètement minéralisé sur les premiers.

Les ostéons primaires sont composés de fibrilles de collagène entrelacées et orientées essentiellement parallèles au merrain (ou à la perche pour le renne). Les fibrilles sont liées entre elles par des joints d'hydroxyapatite. La proportion entre le contenu minéral et organique des bois est similaire à celle des os avec des valeurs variant entre 21% et 24% pour les composantes inorganiques (Pathak *et al.*, 2001). La Figure 2.2 présente les structures macro- et microscopiques des bois.

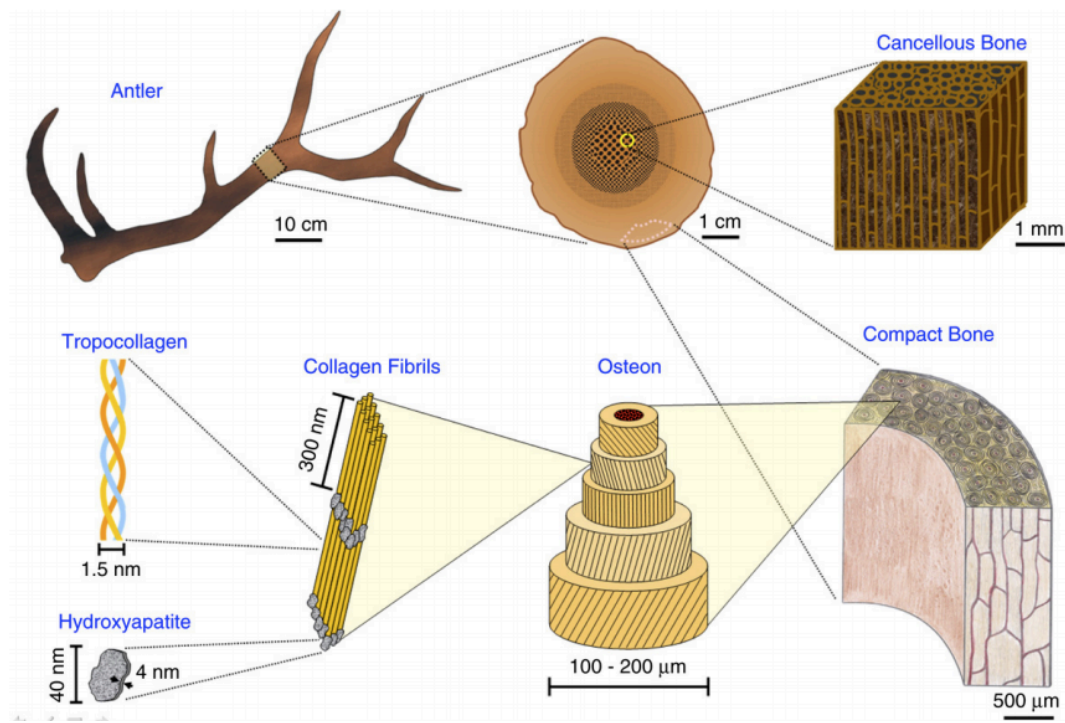


Figure 2.2 : Structure des bois de cervidé (Chen *et al.*, 2008)

La structure des bois rend ce matériau idoine pour absorber l'énergie et pour résister aux contraintes mécaniques engendrées à l'impact (Knecht 1994). Les changements subtils d'orientation des ostéons le long du merrain ou de la perche réduisent la propagation de fentes (Kulin *et al.*, 2010). Les propriétés de résistance du bois de cervidé dépendent entre autre de la géométrie du panache (Blob, Snelgrove, 2006), du climat (Blob, LaBarbera, 2001 ; Landete-Castillejos *et al.*, 2010), de l'alimentation (Landete-Castillejos *et al.*, 2012 ; Mateos *et al.*, 2008 ; McDonald *et al.*, 2005 ; Mendoza-Nazar *et al.*, 2012) et de l'âge de l'individu (Blob, LaBarbera, 2001).

Lorsque l'on compare les propriétés mécaniques et l'investissement nécessaire au travail des bois de cervidé, de l'os et de la pierre taillée, il devient apparent que la production de technologie en matières d'origine animale nécessite plus de temps comparativement à la pierre. Cet investissement peut être compensé par la production en série d'éléments technologiques en matières osseuses (Knecht, 1994). De plus, les pointes en bois de cervidé ont tendance à se fracturer au niveau de leur partie distale tandis que le locus de fracture pour les outils lithiques se produit généralement au niveau de l'emmanchement (Knecht 1997). Il est évident que les préhistoriques connaissaient, au fil de leur expérience, les différentes propriétés des matériaux et ont su les exploiter en conséquence (Ellis, 1997).

2.2. : Standardisation du schéma technoéconomique de transformation

Depuis la proposition de l'étude anthropologique des « chaînes opératoires » techniques (Lemonnier, 1976) et l'adaptation de cet outil à l'analyse des témoins archéologiques (Pelegrin *et al.*, 1988), de nombreux travaux ont été menés pour comprendre les choix techniques des préhistoriques (Baumann, Maury, 2013 ; Bon, 2002 ; Haesaerts, Teyssandier, 2003 ; Horusitzky, 2008 ; Knecht, 1991, 1997 ; Liolios, 1999 ; Palma di Cesnola, 2006 ; Tartar, 2009 ; Tartar *et al.*, 2006 ; Tejero Caceres, 2010 ; Tejero *et al.*, 2012 ; Teyssandier, 2000, 2005 ; 2007a, 2007b, 2008 ; Teyssandier, Liolios, 2003 ; Tsanova *et al.*, 2012). Opérationnalisé par Averbouh, le schéma technoéconomique de transformation et d'exploitation du bois de cervidé couvre la « biographie » d'un outil,

depuis l'acquisition de la matière première nécessaire à sa production jusqu'à son abandon, tout en permettant d'analyser le phénomène technique sur plusieurs niveaux hiérarchiques – les techniques, les procédés et les méthodes – afin d'offrir une meilleure compréhension de l'articulation des savoirs dans le temps et dans l'espace (Averbouh, 2000). Cet outil (Figure 2.3) sert de fondement à la discussion qui suit de même qu'à la conception de l'expérimentation (Chapitre 3) et à l'analyse des résultats qui en découlent (Chapitre 4).

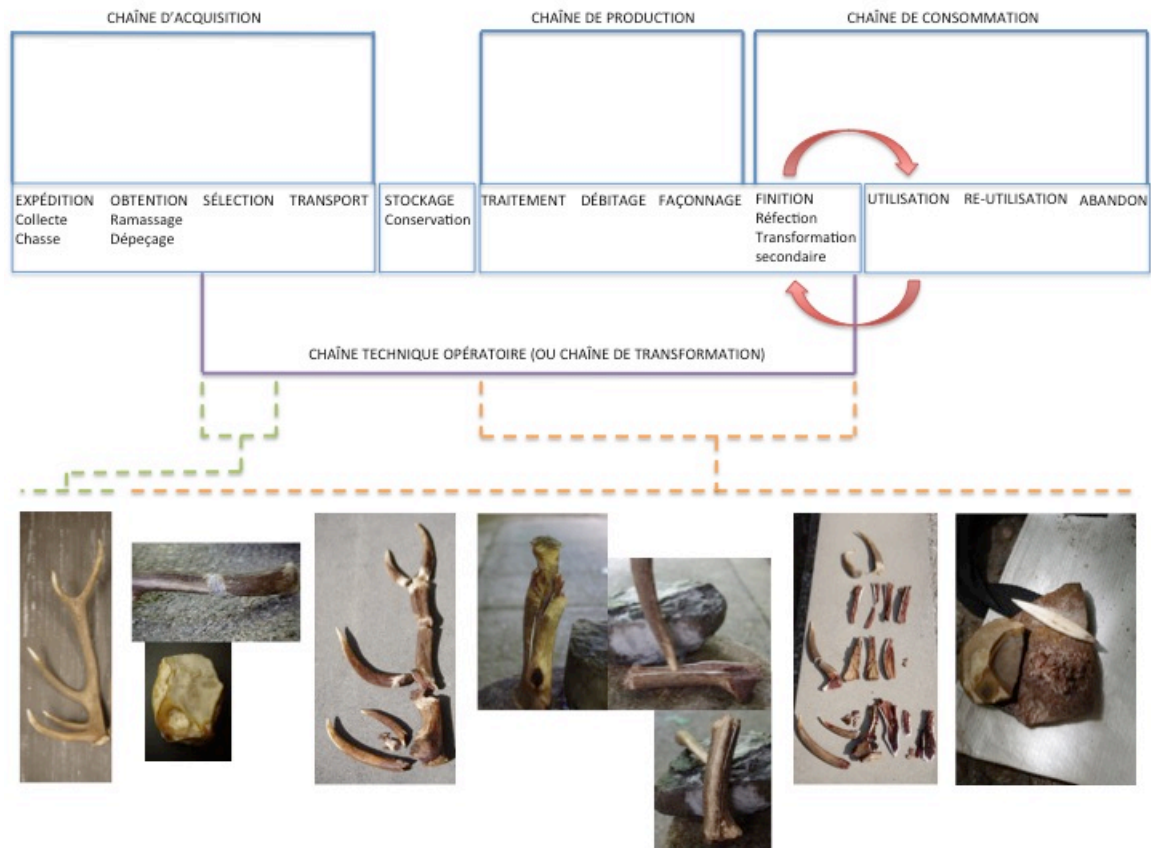


Figure 2.3 : Schéma technico-économique de transformation et d'exploitation du bois de cervidé (modifié à partir de Averbouh 2000)

2.2.1. : Acquisition de la matière première

Produites principalement à partir de supports en bois de *Cervus elaphus* ou de *Rangifer tarandus*, certaines pointes de projectile aurignaciennes ont toutefois été fabriquées sur des fragments de diaphyse d'os long d'équidés et d'ursidés. Ces témoins sont trouvés en Allemagne (Albrecht *et al.*, 1972) de même qu'en Moldavie (Beldiman, 2005 ; Odar, 2011), mais demeurent rares comparativement au premier type ce qui mène Liolios (1999) et Tartar et collègues (Tartar *et al.*, 2006) à percevoir une partition fonctionnelle dans le choix des matières premières utilisées pour la production d'armatures. Si les changements climatiques et leurs conséquences sur le biome expliquent l'exploitation d'une espèce de cervidé aux dépens d'une autre – *Cervus elaphus* et *Rangifer tarandus* occupant des niches écologiques différentes – les raisons du recours aux os longs d'équidés et d'ursidés demeurent nébuleuses et méritent une comparaison zooarchéologique plus approfondie afin de départager les choix des préhistoriques des contraintes qui leur étaient imposées quant à la disponibilité des matériaux. Les Aurignaciens ont utilisé autant les bois de chute que les bois de massacre pour la production de pointes, malgré le fait que l'assemblage faunique de certains sites semble témoigner d'une préférence pour les bois du premier type (Tartar, White, 2013). Cela peut être dû à une différence dans le degré de minéralisation, les bois de chute étant tous minéralisés contrairement aux bois de massacre qui peuvent présenter un degré de minéralisation variable.

2.2.2. : Traitements

Bien que les recherches expérimentales fassent mention de traitements utilisés pour la production de pointes tels que le trempage (Baumann & Maury 2013; Knecht 1991; Nuzhnyi 1998; Tartar & White 2013; Tejero, Christensen & Bodu 2012; *obs. pers.*), le travail à sec (Tejero *et al.*, 2012) ou à froid (Baumann, Maury, 2013), aucune étude n'a comparé ni mesuré leurs effets sur les propriétés mécaniques de résistance d'une pointe au cours de son utilisation. Il appert toutefois que le traitement du bois de chute est nécessaire pour faciliter sa transformation en outils.

2.2.3. : Chaîne de production

La chaîne de production de pointes aurignaciennes se divise en trois grandes étapes : le tronçonnage des merrains (ou des perches) en blocs; le débitage de supports et la mise en forme de la pointe.

2.2.3.1. : Tronçonnage

Un consensus règne sur la première étape de la chaîne de production qui consiste à tronçonner le merrain afin de générer des blocs à partir desquels seront prélevés des supports (Baumann, Maury, 2013 ; Knecht, 1991 ; Liolios, 1999 ; Nuzhnyi, 1998 ; Tartar, White, 2013 ; Tejero *et al.*, 2012). Les techniques de percussion lancée tranchante directe et de percussion directe sur enclume sont employées pour ce procédé de débitage par tronçonnage.

2.2.3.2. : Débitage de supports

Contrairement au tronçonnage, le débitage de support demeure un sujet d'actualité dans l'étude technoéconomique de la production aurignacienne en bois de cervidé (Baumann, Maury, 2013 ; Liolios, 1999 ; Tejero *et al.*, 2012). Les supports sont débités soit par une percussion lancée indirecte à l'aide d'un ciseau (Liolios, 1999 ; Tejero *et al.*, 2012) ou par une percussion directe sur enclume (Baumann, Maury, 2013). Il n'en demeure pas moins difficile de produire des supports aux formes et aux dimensions standardisées étant donné la faible prévisibilité du locus de la fente initiale. Nos observations ont démontré qu'il était possible de déterminer ce locus de fracture en utilisant la technique de percussion transversale lancée indirecte après une première tentative réussie de bipartition du bloc pour produire des supports à morphométrie prédéterminée (Figures 2.3 – bas et 2.4 – milieu).

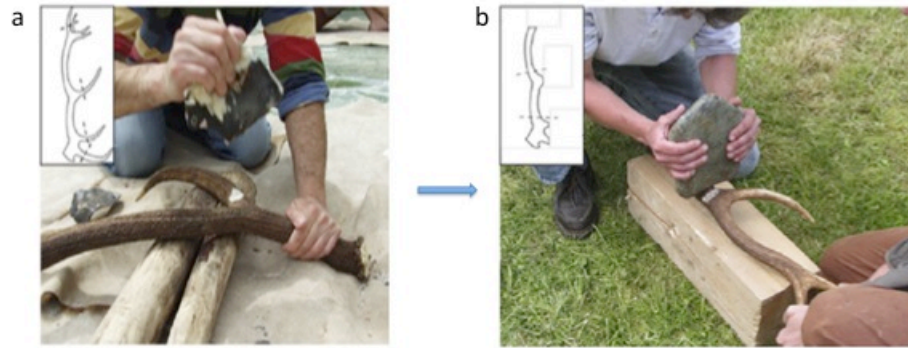
2.2.3.3. : *Mise en forme de la pointe*

Les trois types de pointes – pointes à base fendue, losangiques et biconiques (Figure 1.4) – subissent des procédés similaires de mise en forme – et de réaffûtage – par râclage et abrasion des surfaces, mais différent au niveau de la production de la base. On retire d’abord des supports le maximum de tissu spongieux puisque les Aurignaciens exploitaient le tissu cortical du bois de cervidé pour la production de pointes de projectile. Avant de lui donner sa morphologie finale, on produit la fente d’une pointe à base fendue. Jusqu’à récemment, deux méthodes étaient proposées soit le fendage (Henri-Martin, 1931 ; Knecht, 1991) ou encore la flexion (Hahn, 1988 ; Nuzhnyi, 1998 ; Peyrony, 1928 1933). Toutefois, une réévaluation combinée à la comparaison des résultats expérimentaux aux corpus archéologiques suggère le concours de ces deux techniques dans un procédé d’incision, de flexion et de fendage (Tartar, White, 2013).

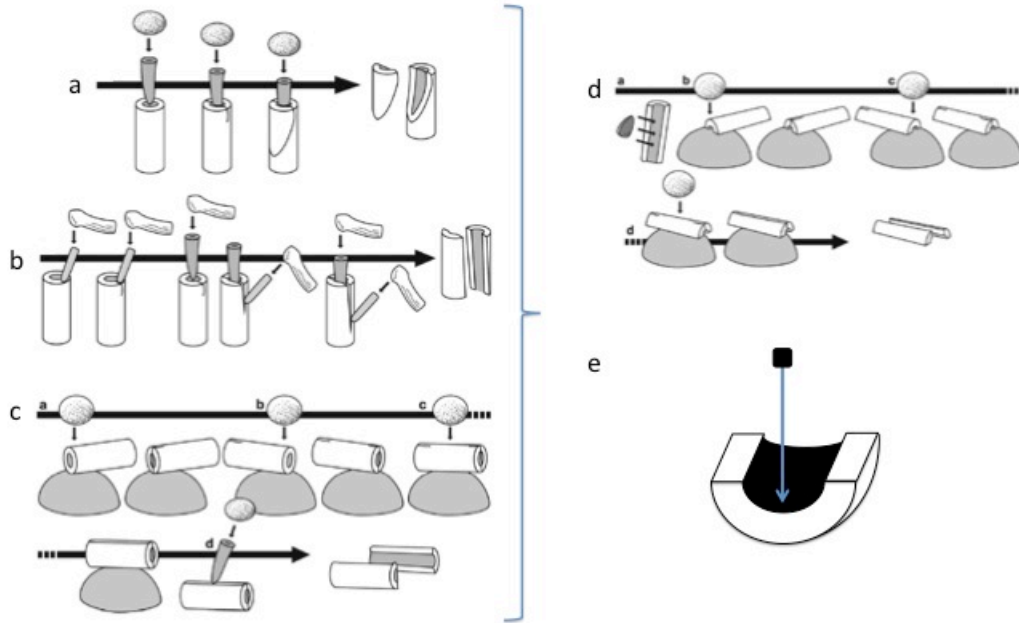
La mise en forme des pointes à base fendue et des pointes losangiques est similaire dans sa conception volumétrique mais diffère des pointes biconiques : en effet, les faces dorsales et ventrales des deux premiers types sont mises en forme séparément tandis que les surfaces d’une pointe biconique sont travaillées simultanément et sans distinction. La Figure 2.4 illustre les différentes techniques employées lors de la manufacture des pointes de projectile en bois de cervidé.

Figure 2.4 (page suivante) : Techniques proposées pour la manufacture de pointes de projectile aurignaciennes en bois de cervidé. **Tronçonnage** : a) Percussion lancée tranchante directe suivie de b) Percussion lancée directe sur enclume (Tejero *et al.*, 2012); **Débitage** : a) Percussion longitudinale lancée indirecte aidée d’un épois (Liolios, 1999) ou b) Percussion longitudinale lancée indirecte aidée de ciseaux (Tejero *et al.*, 2012) ou c) Percussion lancée directe sur enclume (Baumann, Maury, 2013) suivi de d) Percussion lancée directe sur enclume (Baumann, Maury, 2013) ou e) Percussion transversale lancée indirecte (*obs. pers.*); **Production de la fente** : variantes possibles de la technique d’incision, de flexion et de fendage (Tartar, White, 2013).

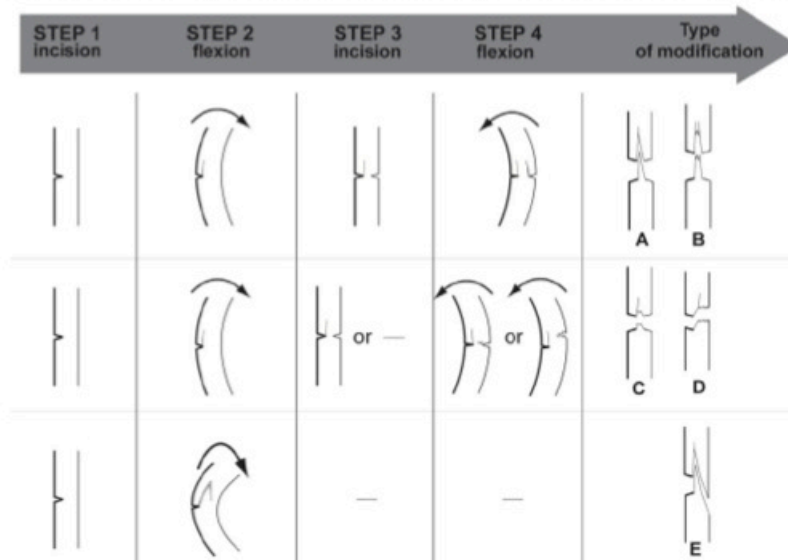
Tronçonnage



Débitage



Production de la fente



Il demeure difficile d'estimer les dimensions originelles des pointes aurignaciennes sans avoir accès aux ébauches ou aux spécimens peu utilisés. De plus, les sites riches en témoins font état d'une variation importante que ce soit pour la morphométrie de la matière première ou celle des supports (Knecht, 1991 ; Liolios, 1999 ; Tartar, White, 2013 ; Tejero *et al.*, 2012). Toutefois, lorsque l'on transforme les dimensions des artefacts en ratio, certaines tendances peuvent être observées en ce qui a trait aux notions de forme et d'efficacité (Nelson, 1997). Tout d'abord, la longueur distale est toujours plus grande que la longueur proximale (Knecht, 1991) – la relation entre ces deux dimensions sera développée en détail dans les Chapitres 3 à 5. La Figure 2.5 présente la dispersion des valeurs des ratios d'aplanissement – dimensions relatives entre l'épaisseur et la largeur maximale (Delporte, Mons, 1988 ; Knecht, 1991) – et d'élongation – dimensions relatives entre l'épaisseur et la longueur maximale (Delporte, Mons, 1988 ; McPherron, 2003) – pour un échantillon de 108 pointes trouvées en France et en Belgique (données sources: Knecht, 1991). Les similitudes observées quant à la relation entre l'épaisseur maximale et la longueur maximale sont probablement dues aux limitations mécaniques et histologiques imposées par le matériau (Liolios, 1999) tandis que les différences observées pour le ratio d'aplanissement s'expliquent certainement par des techniques de mise en forme différentes, les surfaces des pointes biconiques n'étant pas hiérarchisées au cours de leur mise en forme étant donné l'absence de faces ventrale et dorsale à l'inverse des deux autres types de pointe (Knecht, 1991). Il est évident que les attributs mesurables en valeurs nominales ou en ratios devaient être apparents pour les préhistoriques lors de la manufacture et de l'utilisation de la pointe (Knecht, 1989) et témoigne d'une volonté de produire une forme aérodynamique pénétrante.

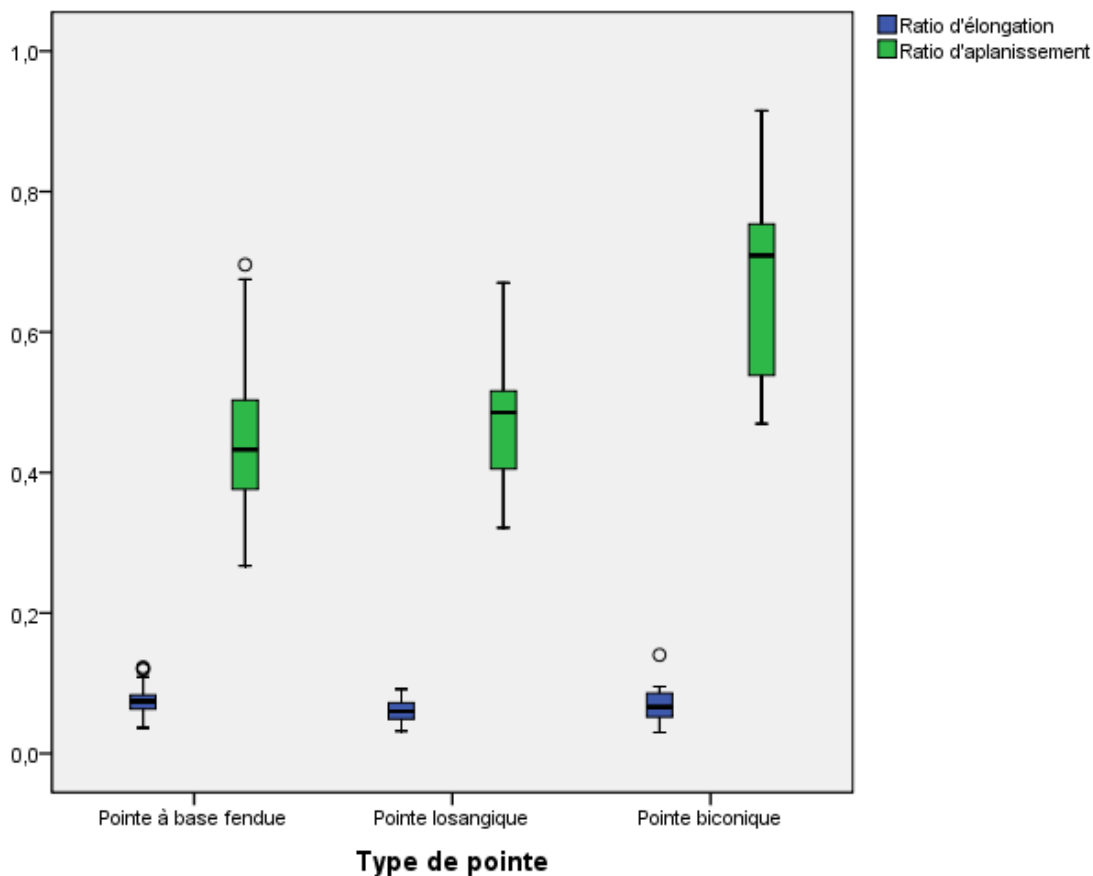


Figure 2.5 : Diagramme à moustaches de l'étendue prise par les valeurs du ratio d'élongation et du ratio d'aplanissement en fonction du type de pointe (source des données Knecht 1991).

De ce retour sur la chaîne opératoire, il importe de mettre l'accent sur le fait que les Aurignaciens ont pu combiner des techniques différentes pour arriver aux mêmes fins. Il faut garder en tête que le travail des matières dures animales est un processus de réduction de la matière première et, par conséquent, l'application d'un geste a pour effet d'effacer les traces antérieurement imprimées sur le matériau. Il n'est donc pas possible de déterminer la nature de ces choix à partir d'une pointe finie sans avoir accès aux déchets de la chaîne de production. L'expérimentation, le remontage mental (Averbouh, 2000) et la comparaison des résultats aux assemblages archéologiques demeurent le meilleur moyen « d'accès à la pensée des préhistoriques » (Leroi-Gourhan, 1964) sur les méthodes de transformation du bois de cervidé en pointes de projectile. De plus, une

comparaison technoéconomique à l'échelle continentale est nécessaire pour évaluer le niveau de standardisation du schéma technoéconomique de transformation et d'exploitation du bois de cervidé chez les Aurignaciens.

2.2.4. : Emmanchement

La nature du mode d'emmanchement des pointes aurignaciennes doit être inférée par l'analyse tracéologique, par les résultats expérimentaux et par la comparaison ethnographique étant donné la moins bonne conservation des matières végétales comparativement aux matières lithiques ou osseuses dans les sites du Paléolithique supérieur. On admet généralement que les pointes servaient à la fabrication de sagaies (Knecht, 1991).

Une série d'études sur le matériel lithique du Paléolithique moyen a permis à Shea et à ses collègues de proposer une mesure balistique – l'aire de la section en coupe (TCSA) – à partir de laquelle il serait possible d'inférer le type d'emmanchement d'un projectile – lance, sagaie ou flèche – selon une comparaison ethnographique (Shea, 2006 ; Shea *et al.*, 2001). Depuis sa parution, un raffinement de la méthode a été proposée : au lieu de calculer l'aire, on favorise le périmètre de la section en coupe (TCSP), ce qui a pour effet de réduire l'étendue des valeurs et d'augmenter la précision de l'inférence (Sisk, Shea, 2011).

La Figure 2.6 montre l'étendue des valeurs du TCSP pour 91 pointes trouvées dans huit sites français (source : Knecht 1991). Ce résultat montre qu'il est envisageable que certaines pointes aient été montées sur des flèches, particulièrement les pointes biconiques. Cette proposition peut aussi s'appliquer aux pointes à base fendue ou losangiques puisqu'il n'existe pas de relation causale univoque entre les dimensions d'une pointe et son mode d'emmanchement comme le démontre le cas de la culture matérielle australienne (Newman, Moore, 2013). Les recherches expérimentales comparées au registre archéologique démontrent que l'emmanchement de pointes

aurignaciennes sur des flèches est possible tout en demeurant totalement fonctionnelles (Odar, 2011).

De plus amples recherches sont nécessaires pour comprendre les effets des différents modes d'emmanchement sur l'efficacité, la durabilité et la maintenance des pointes bien que les résultats actuellement disponibles démontrent que la partie proximale a tendance à demeurer intacte malgré le bris de la partie distale ou celui du mécanisme d'emmanchement (Knecht, 1991, 1997 ; Odar, 2011).

Par ailleurs, il est nécessaire d'évaluer, à l'aide d'une procédure actualiste, la relation typologique entre les pointes à base massive – losangiques et biconiques – afin de confirmer ou infirmer la validité de cette distinction typologique. Plusieurs avenues sont envisageables dont 1) une transformation typologique des pointes losangiques vers les pointes biconiques lorsque les premières, suite à des épisodes successifs de réaffûtage, ont atteint le seuil maximal d'utilité et, 2) une limitation de la forme de la matière première ayant pour effet de limiter la morphométrie des supports qui témoignerait de séquences techniques distinctes. L'étude de la variabilité intra- et inter-assemblages permettra certainement de mieux comprendre la relation entre ces deux types.

La production de pointes de projectile implique des compromis entre les propriétés biomécaniques et structurelles de la matière première, le mode de propulsion, les proies chassées et la fonction de l'élément technologique – soit, dans le cas qui nous intéresse, la pénétration dans l'animal et l'administration d'une blessure létale (Dobres, Hoffman, 1994 ; Ellis, 1997 ; Kuhn, 1995 ; Nelson, 1997). L'expérimentation fonctionnelle de plusieurs types d'emmanchement combinée à la comparaison des stigmates engendrés pourrait probablement fournir des indices supplémentaires quant à l'utilisation de l'arc et de la flèche par les Aurignaciens. Cette technologie cynégétique permet en effet une mobilité accrue de même que la prédation de proies plus petites ce qui confère un avantage considérable au cours des périodes où les ressources sont plus rares ou plus dispersées sur le territoire (Ellis, 1997).

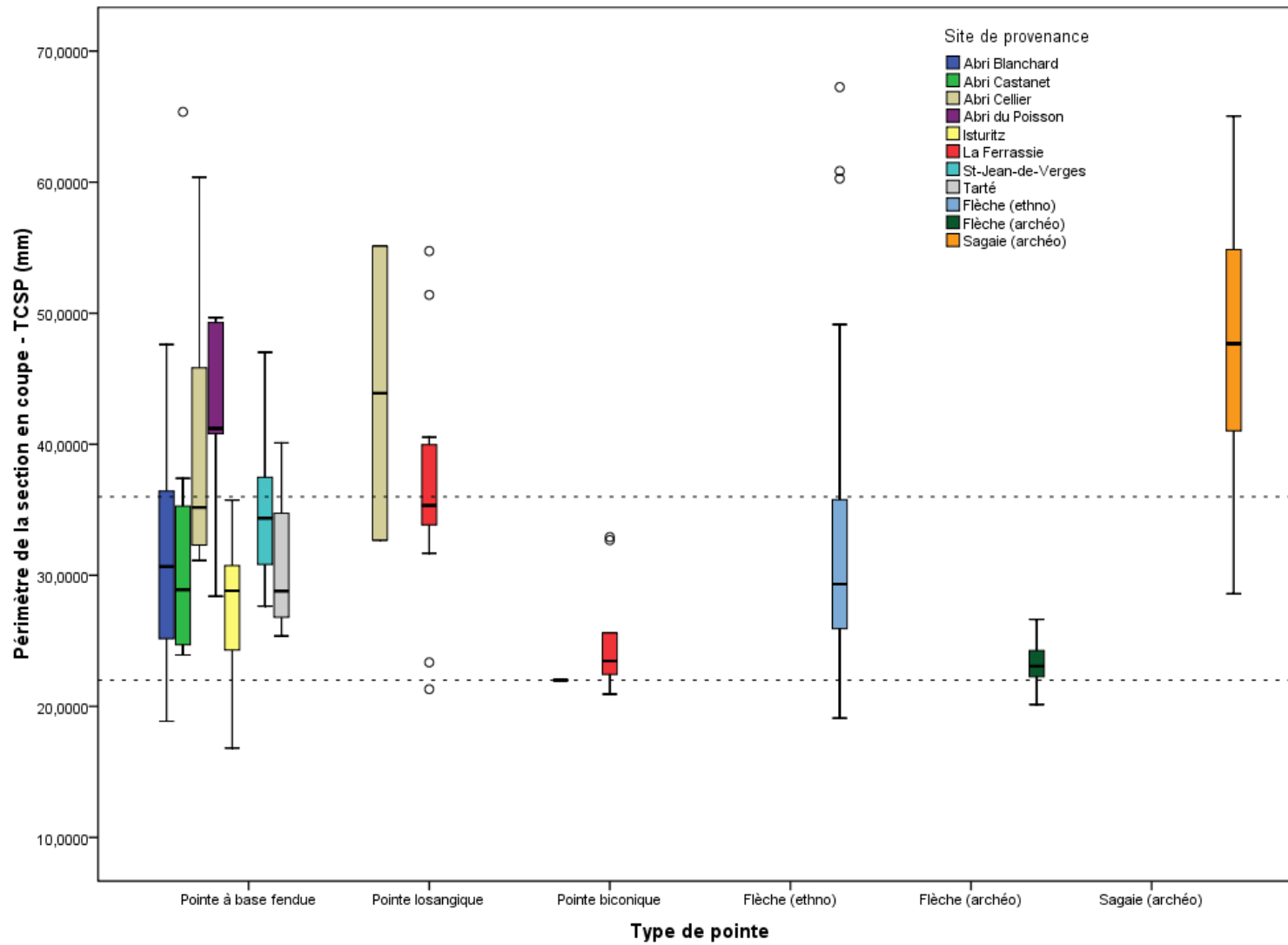


Figure 2.6 : Diagramme à moustaches de l'étendue des valeurs du TCSP pour les pointes aurignaciennes (source des données : pointes aurignaciennes ($n = 91$) (Knecht 1991); flèches (ethno : $n = 118$; archéo : 14) (Thomas, 1978); sagaies ($n = 40$) (Thomas, 1978 ; Shott, 1997).

2.3. : Présentation des corpus étudiés

La présente recherche se penche sur l'apport du réaffûtage à la variabilité morphométrique des pointes aurignaciennes. Pour ce faire, une expérimentation a été menée pour étudier la question du lien entre la production et la morphologie des pointes à base massive. De plus, une relecture du corpus expérimental produit par Heidi Knecht en 1995 avait pour but d'identifier le rôle du réaffûtage dans la production de la variabilité morphologique. Une attention particulière a été accordée aux transformations morphométriques dues à l'utilisation et au réaffûtage (processus illustrés par les flèches rouges sur la Figure 2.3). Les corpus étudiés ainsi que leurs limitations respectives sont présentés ici-bas.

2.3.1. : Expérimentation de 2012

Une série de pointes fut produite en 2012 pour comprendre les sources de variabilité et leur nature lors de la fixation des formes et des dimensions dans le schéma technoéconomique de production et d'exploitation du bois de cervidé (Figure 2.3 – bas). Ce corpus a été créé dans le but de tester les propositions d'autres auteurs concernant l'apport de la production et de la matière première dans la forme « originale » de l'outil; il s'agit donc d'une étude préliminaire visant à mieux comprendre la fixation des formes et des dimensions de l'outil avant de procéder à la quantification de l'apport du réaffûtage à la variabilité morphométrique des pointes.

Un bois de chute de *Cervus elaphus* a été tronçonné afin de produire 9 pointes losangiques (Figure 2.7). Le coffre à outils utilisé comprend un « chopping-tool », un racloir sur éclat cortical, un bloc et une plaque de grès de même que les andouillers et épis les moins cambrés obtenus suite à l'élagage et à l'épannelage du bois.

La chaîne opératoire employée combine (1) la percussion lancée tranchante directe suivie de la percussion lancée sur enclume afin d'extraire du merrain des blocs de matière

première, (2) la percussion lancée indirecte contre un épuis (ou un andouiller) inséré, dans un premier temps, longitudinalement dans la zone de transition des tissus compact et spongieux afin de débiter le bloc par bipartition puis, dans un second temps, transversalement dans le tissu compact pour obtenir des supports aux formes et dimensions prédéterminées, (3) la modification des surfaces par râclage et abrasion dans le but de retirer le tissu spongieux du support et de donner la forme finale à la pointe.

Les informations portant sur l'étape de la chaîne opératoire reproduite, sur les caractéristiques de la matière première, sur les opérations réalisées, sur les outils utilisés, sur le temps nécessaire à l'exécution de même que la description des surfaces et des déchets de manufacture ont été enregistrées sur une grille d'observation (voir Annexe I). Tous les produits – outils intermédiaires – et sous-produits – déchets de production – ont été catalogués et ensachés préalablement à leur entreposage au Laboratoire d'archéozoologie de l'Université de Montréal.



Figure 2.7 : Pointes à base massive produites en 2012.

2.3.2. : Expérimentation de Knecht en 1995

Servant de fondement à la présente analyse, la production en 1995 du corpus expérimental de Knecht avait pour objectif de comparer les propriétés de durabilité, d'efficacité et de maintenance des pointes de projectile aurignaciennes et gravettiennes. Un échantillon de 79 pointes aurignaciennes (29 pointes à base fendue, 24 pointes losangiques et 26 pointes biconiques) fut généreusement prêté par Knecht afin de quantifier l'apport de l'utilisation et du réaffûtage des pointes à la variabilité morphométrique (Figure 2.8).

La production des pointes en bois de cervidé a été faite à partir de patrons archéologiques aux formes et dimensions variées à l'aide d'outils modernes. L'emmanchement sur des goujons de pin nécessita l'utilisation de corde, de résine de pin et de cire d'abeille. Les sagaies ont été projetées sur une carcasse de vache suspendue en position anatomique à l'aide d'une arbalète calibrée située à une distance constante de la cible (neuf mètres) (Knecht, 1997).

Les informations relatives au poids du projectile, à la force du tir, au locus de pénétration et à l'état du projectile ont été compilées pour chaque lancé dans un cahier de tir qui a été mis à ma disposition par Knecht.

La limite de ce corpus tient au fait que des outils modernes ont été utilisés pour la production des pointes. Par conséquent, les pointes n'ont pas été soumises aux mêmes contraintes que celles produites par les préhistoriques à l'aide d'outils lithiques. Il est raisonnable de croire que l'utilisation d'outils lithiques expérimentaux dans la production de pointes inflige des modifications structurelles qui peuvent avoir des conséquences sur les propriétés de durabilité. Cette piste demeure à explorer et le lecteur doit garder à l'esprit que les résultats qui seront présentés au Chapitre 4 pourront ultérieurement être modifiés lorsque l'on considérera ce facteur.



Figure 2.8 : Échantillon de pointes du corpus expérimental de Knecht (dans le sens horaire à partir de la gauche : état à la réception, après le nettoyage et après le réaffûtage).

2.3.3. : Corpus archéologique de l'Abri Cellier (Dordogne, France)

L'assemblage archéologique de l'Abri Cellier (Commune de Tursac, Dordogne, France), sondé en 1926 par Fernand Merlan puis fouillé en 1927 sous la direction de George Collie, et déposé au Logan Museum of Anthropology de Beloit (WI, USA) a servi à tester le modèle élaboré au Chapitre 4 qui vise à quantifier l'apport de l'utilisation et du réaffûtage à la variabilité morphométrique des pointes de projectile aurignaciennes. Un total de 12 pointes (huit pointes à base fendue, deux ébauches de pointes à base fendue et deux pointes losangiques) ont été analysées (Figure 2.9).



Figure 2.9 : Échantillon de pointes aurignaciennes mises au jour à l'Abri Cellier en 1926 et 1927 et entreposées au Logan Museum of Anthropology (Beloit, Wisconsin).

La stratigraphie du site présente deux niveaux culturels (A et C) séparés par un niveau stérile (B) (Figure 2.10) et les artefacts ont été catalogués selon leur niveau de provenance. Toutefois, l'utilisation fréquente d'explosifs lors de l'excavation de même que l'absence d'information planigraphique sur la provenance des artefacts (Nesbitt, 1928) empêchent toute analyse de la distribution spatiale des témoins archéologiques au sein de ces niveaux. Le manque de renseignement sur la distribution spatiale constitue la limitation la plus importante de ce corpus. Les résultats obtenus devront être comparés à des assemblages provenant de sites ayant été fouillés avec des méthodes plus fiables si l'on souhaite étudier l'évolution de cette technologie cynégétique dans le temps et dans l'espace. Il importe toutefois de noter que tous les produits et sous-produits de la manufacture des pointes proviennent de la couche A, la couche C n'ayant livré que 11 artefacts en matière osseuse (White, Knecht, 1992). Cette rareté est probablement due aux méthodes de fouilles employées au début du XX^e siècle.

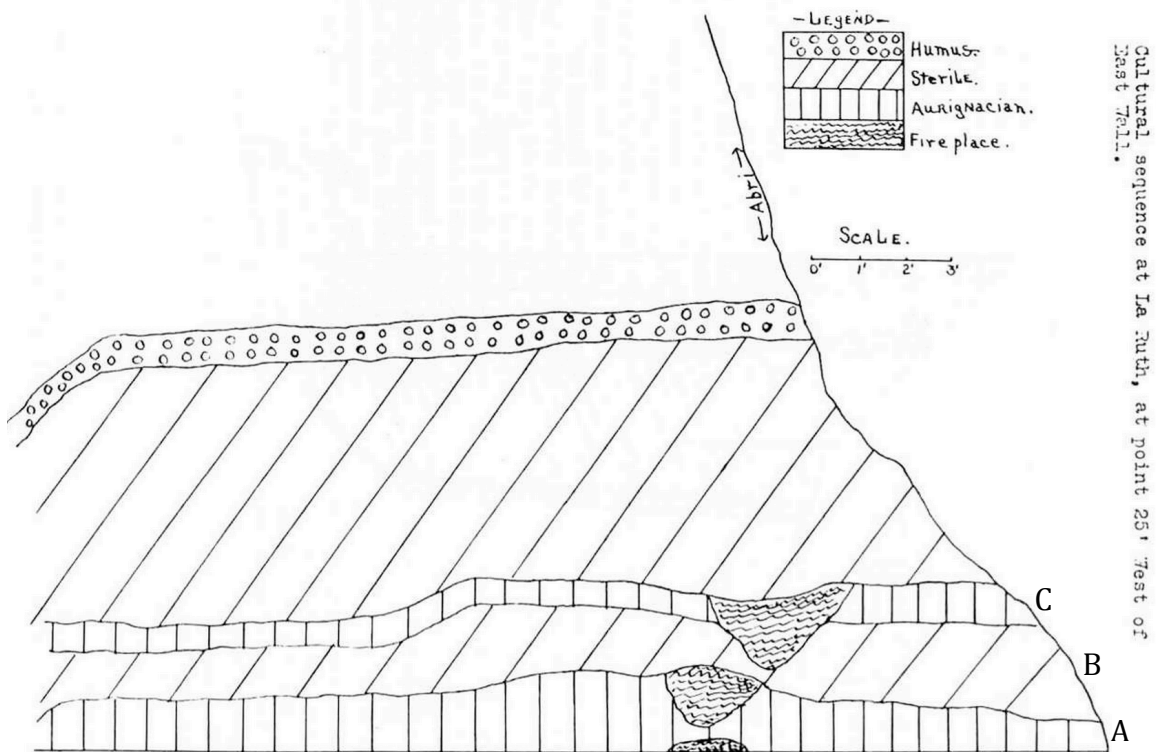


Figure 2.10 : Profil stratigraphique de l'Abri Cellier (Nesbitt, 1928)

Chapitre 3 : Méthodologie

L'approche méthodologique favorisée dans la présente étude vise à évaluer l'apport du réaffûtage à la variabilité morphométrique des pointes de projectile aurignaciennes en bois de cervidé. Pour ce faire, il faut d'abord distinguer les sources de variation morphométrique inhérentes au schéma technoéconomique de transformation et d'exploitation du bois de cervidé et comprendre comment les formes et les dimensions sont fixées dans la matière première au cours de la séquence de production. Ensuite, il faut étudier comment la morphométrie se transforme suite aux épisodes successifs d'utilisation et de remise en forme.

Les résultats servent à élaborer un modèle d'analyse permettant d'estimer l'intensité du réaffûtage d'une pointe à partir de ses dimensions relatives. Ce modèle est alors testé sur l'assemblage faunique de l'Abri Cellier.

3.1. : Analyse technologique

Le projet d'expérimentation conduit en 2012 (Chapitre 2 – section 2.3.1) permet de comprendre à quelle étape de la chaîne opératoire les formes et les dimensions d'une pointe sont fixées. Cette analyse est préliminaire à la quantification de l'apport du réaffûtage à la variabilité des pointes de projectile aurignaciennes.

3.1.1. : Matière première et coffre à outils

La matière première utilisée pour l'expérimentation est un bois de chute de cerf rouge d'élevage (*Cervus elaphus*) âgé entre 3 et 4 ans. Le bois a été acquis au Centre

d'interprétation de la faune du Zoo de Saint-Édouard-de-Maskinongé (Québec, CA). L'épaisseur moyenne de son tissu compact avoisine 5 mm, soit une valeur caractéristique des bois de moyen calibre (Christensen, 2004, p. 19).

Le coffre à outils lithiques comprend un « chopping-tool » et un râcloir sur éclat cortical produits par Dr. Michael Bisson (McGill University) ainsi qu'un bloc et une plaque de grès tous deux collectés à même un affleurement du mont Royal. Suite à l'élagage des andouillers et l'épannelage des épois, les sous-produits les moins cambrés servent de coins pour le débitage des blocs par bipartition (voir Chapitre 2 – section 2.2.3).

3.1.2. : Collecte de données

L'enregistrement des données se fait sur une grille d'observation similaire à celle utilisée au cours des expérimentations exécutées dans le cadre de l'atelier thématique du CNRS « TechnOs » (responsables Dr A. Averbouh et M. Christensen). Les informations regroupent l'étape du schéma technoéconomique, les caractéristiques de la matière première, les opérations réalisées, les outils utilisés, le temps nécessaire à l'exécution de même que la description des surfaces et celle des déchets de manufacture (voir Annexe I). Tous les produits et sous-produits de l'expérimentation ont été catalogués et ensachés préalablement à leur entreposage au Laboratoire d'archéozoologie de l'Université de Montréal.

3.1.3. : Procédure d'analyse

Afin d'identifier le mode selon lequel les formes et les dimensions de l'outil sont fixées dans la matière première, les produits – tronçons, supports, ébauches et pointes – et sous-produits – outils intermédiaires et déchets – des différentes opérations sont mis en relation avec le schéma technoéconomique de transformation et d'exploitation du bois de

cervidé. Cette approche qualitative permet de départager les sources de variabilité morphométrique inhérentes aux propriétés structurelles de la matière première de celles découlant de la production d'une technologie osseuse.

3.2. : Sélection des attributs morphométriques

La suite de l'analyse porte sur l'apport du réaffûtage à la variabilité morphométrique des pointes aurignaciennes en bois de cervidé. L'analyse quantitative des dimensions sollicite le recours aux principes géométriques et aux tests de probabilité. Une perspective diachronique facilite l'interprétation des changements métriques dus aux épisodes successifs d'utilisation et de remise en forme. La Figure 3.1 illustre les différentes variables étudiées dans les pages qui suivent. Les mesures et ratios utilisés dans ce mémoire, à l'exception du ratio proximo-distal, sont communément employés – dans leur ensemble ou en partie – dans les recherches sur les armatures (Delporte, Mons, 1988 ; Knecht, 1991 ; Liolios, 1999 ; McPherron, 2003 ; Shea, 2006 ; Shea *et al.*, 2001 ; Shott, 1997 ; Sisk, Shea, 2011 ; Thomas, 1978).

Les dimensions principalement explorées sont la longueur maximale reliant les extrémités de la base au fût de la pointe d'une part et la largeur maximale reliant les extrémités latérales de la pointe d'autre part. Cette dernière est aussi connue sous le nom d'épaule et correspond à la limite approximative du mécanisme d'emmanchement du projectile. Cet attribut divise la longueur maximale en deux parties : les longueurs proximale et distale. L'épaisseur à l'épaule, quant à elle, est mesurée perpendiculairement à l'axe formé par l'épaule de la pointe.

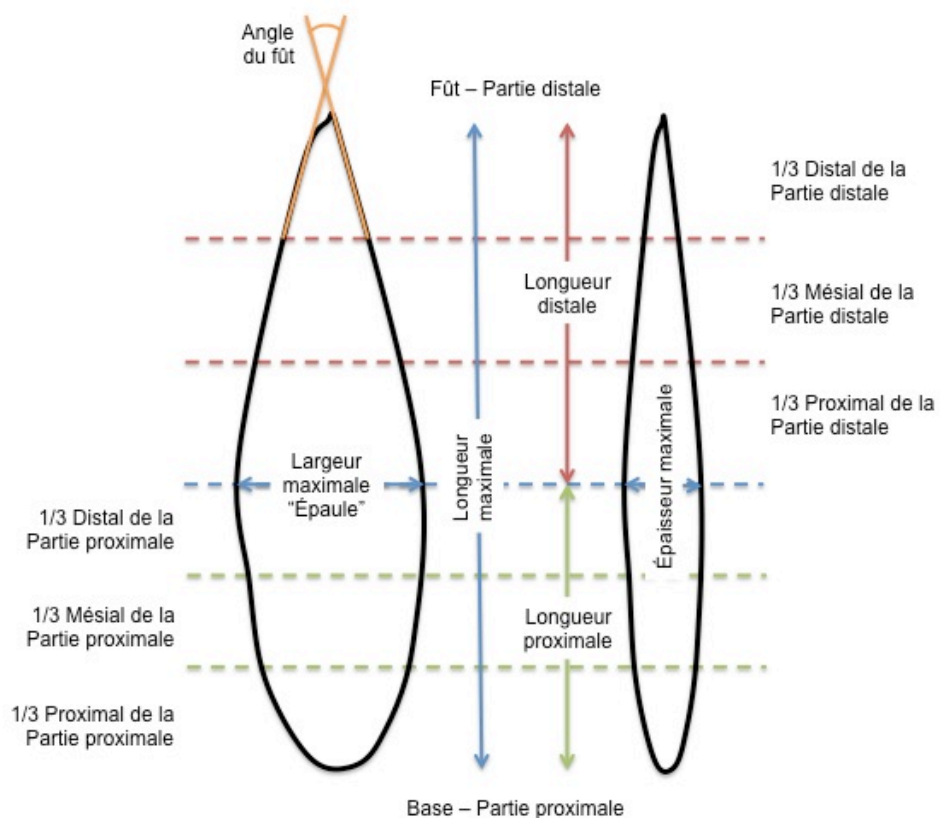


Figure 3.1 : Attributs métriques d’une pointe de projectile aurignacienne en bois de cervidé.

Les parties proximale et distale de la pointe peuvent être divisées en trois aires arbitrairement sélectionnées afin de localiser les traces d’usure et de manufacture avec plus de précision. Les tiers proximal, mésial et distal s’échelonnent respectivement de la base à l’épaule pour la partie proximale et de l’épaule au fût pour la partie distale de la pointe.

$$R_{P/D} = \frac{\text{Longueur}_{\text{proximale}}}{\text{Longueur}_{\text{distale}}}$$

Équation 3.1 : Équation du ratio proximo-distal ($R_{P/D}$)

L'étude comparative nécessite la conversion de ses dimensions en ratio. Traduisant l'intensité de la remise en forme du fût, le calcul du ratio proximo-distal (Équation 3.1) est central dans l'analyse quantitative de même qu'à l'interprétation paléanthropologique. La longueur distale des pointes étant supérieure à la longueur proximale (voir Chapitre 2 – section 2.2.3), on s'attend à ce que les valeurs observées du ratio proximo-distal soient comprises entre 0 et 1. Puisque la remise en forme d'outils en bois de cervidé constitue un processus de réduction de la matière, une valeur du ratio proche de 0 correspond donc à une pointe n'ayant subi aucun épisode de remise en forme; à l'inverse, une valeur de 1 caractérise les spécimens intensément réaffûtés. Cette hypothèse sera testée à l'aide de l'expérimentation de même que sur l'assemblage de l'Abri Cellier (Dordogne, France).

3.3. : Sélection des méthodes d'acquisition de données

L'analyse morphométrique s'intéresse aux relations entre les formes et les dimensions d'un artefact de même qu'à la modification de ces attributs dans le temps. Il importe donc de choisir des outils facilitant la modélisation de l'objet dans ses trois dimensions. La sélection dépend de trois critères : (1) la technologie doit être facile à opérer, (2) le modèle créé doit être conforme à l'objet analysé sans avoir recours à d'importantes transformations et (3) les résultats doivent être reproductibles.

Le Tableau 3.1 présente les trois méthodes explorées : (1) la prise de mesure directe à l'aide d'un pied à coulisse (Fig. 3.2a), (2) l'analyse par points de contrôle avec un MicroScribe G2 (Fig. 3.2b) et (3) la modélisation tridimensionnelle avec un numériseur NextEngine (Fig. 3.2c).

Tableau 3.1 : Facteurs décisionnels évalués pour l'analyse morphométrique.

Outils	Temps d'acquisition	Degré de précision	Transformations requises
Pied à coulisse	< 2 minutes	0.01 mm	--
MicroScribe G2	< 2 minutes	0.004 mm	<ul style="list-style-type: none"> Transformation des coordonnées 3D en distances euclidiennes
NextEngine	> 45 minutes	10 000 points par pouce	<ul style="list-style-type: none"> Nettoyer le modèle 3D Importer le fichier *.ply dans un logiciel permettant l'analyse morphométrique

Des trois approches, la modélisation tridimensionnelle à l'aide du NextEngine est la plus laborieuse et nécessite le nettoyage du modèle numérique acquis manuellement puisque cet outil ne fait aucune distinction entre la pointe et le stabilisateur utilisé lors de l'acquisition du modèle tridimensionnel. La nature des attributs analysés ne justifie pas l'investissement en temps requis pour l'acquisition du modèle numérique.

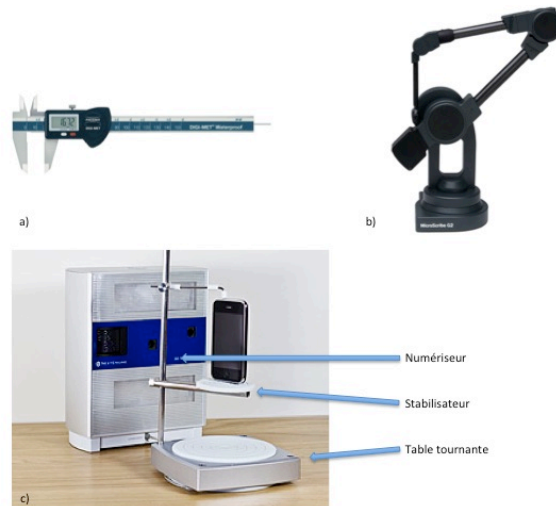


Figure 3.2 : Outils évalués pour l'acquisition de données : a) pied à coulisse; b) MicroScribe G2; c) NextEngine

Si l'acquisition des données à l'aide d'un pied à coulisse s'avère une procédure simple et efficace, cette méthode limite la précision de l'analyse morphologique.

Le MicroScribe G2 se présente comme l'outil le plus polyvalent dans le cadre de ma recherche, en plus d'offrir l'avantage d'extraire rapidement les coordonnées tridimensionnelles à un niveau de précision de 0,004 mm pour une série de points de contrôle définis en fonction des propriétés géométriques de l'objet étudié (Fig. 3.3).¹

Enfin, la collecte de données peut autant se faire sur l'objet que sur une représentation photographique de celui-ci. Il faut toutefois noter que la collecte sur photo requiert la présence d'une échelle et la transformation des données se fait sur deux dimensions et non trois. Dans un souci de constance, il importe d'utiliser une même méthode lorsque l'on compare des données appariées.

L'analyse tridimensionnelle requiert de transformer des coordonnées spatiales (x,y,z) en mesures morphométriques (Tableau 3.2). Les principes généraux de géométrie appliqués au cours

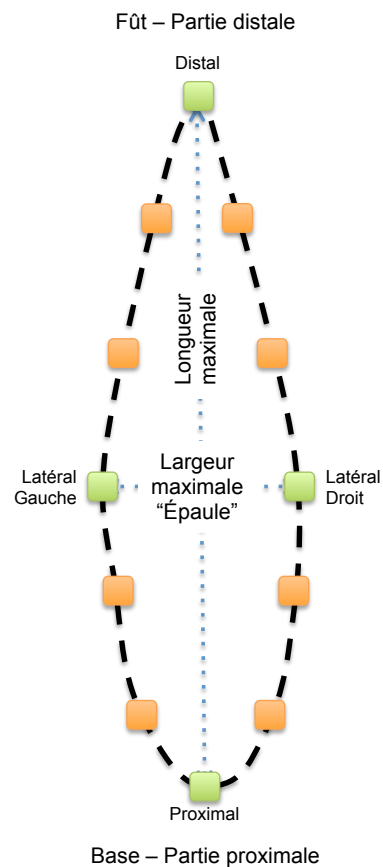


Figure 3.3 : Points de contrôle mathématiques (verts) et pseudo-points de contrôle (orange) (face indifférenciée)

¹ Mardia & Dryden (1989) distinguent trois types de points de contrôle : les points anatomique, mathématique ainsi que les pseudo-points de contrôle. Bookstein (1991) propose une nomenclature alternative : type I, type II et type III. Un point de contrôle anatomique (type I) correspond au locus d'un élément anatomique précis et homologue d'un spécimen à un autre, par exemple le point de rencontre des sutures sagittale et lambdoïde du crâne humain. Un point de contrôle mathématique (type II) est défini en fonction des propriétés géométriques de l'objet étudié; les points délimitant les longueurs et largeurs maximales font parties de ce type. Finalement, les pseudo-points de contrôle (type III) sont des constructions arbitraires comme une série de points équidistants entre deux points de type anatomique et/ou mathématique.

de la recherche sont le calcul des distances linéaires entre deux points et l'homothétie à partir des coordonnées tridimensionnelles.

La recherche d'un compromis entre la rapidité d'acquisition des données et leur précision s'explique par des considérations méthodologiques. Il est clair que les différences minimales (de quelques millimètres) en terme de dimensions absolues n'étaient probablement pas perçues comme étant significatives par les Aurignaciens (Eerkens, 2000). Toutefois, ils ont certainement recherché à reproduire des formes aux dimensions relatives standardisées. La précision des données tridimensionnelles a donc été favorisée pour ce projet. Il est évident qu'une comparaison des pointes provenant des différents assemblages eurasiatiques permettra d'évaluer avec plus de justesse le niveau de tolérance ou l'écart accepté par les artisans de la culture aurignacienne au cours de la fabrication et du réaffûtage d'armatures et de faire la sélection d'un outil mieux adapté à la collecte de données.

3.4. : Analyse fonctionnelle

La combinaison de l'archéologie expérimentale et de l'analyse fonctionnelle offre une perspective diachronique sur l'utilisation d'un outil, depuis sa fabrication jusqu'à son abandon. La présente recherche est fondée sur le corpus expérimental produit en 1995 par Dr. Heidi Knecht en collaboration avec les membres du *TFPPP* (Chapitre 2 – section 2.3.2).

La relecture des résultats de Knecht a pour objectif de quantifier l'apport du réaffûtage à la variabilité morphométrique des pointes aurignaciennes en bois de cervidé. L'analyse se décline en trois étapes : 1) identifier les types de dommages résultant de l'utilisation de la pointe; 2) établir une relation entre le type de dommage du fût et les changements dimensionnels de l'outil; 3) établir une relation entre le type de dommage du fût et le

comportement de réaffûtage. La combinaison des résultats vise à produire un modèle permettant d'estimer l'intensité du réaffûtage d'une pointe à partir de ses dimensions relatives.

3.4.1. : Sélection des échantillons et collecte de données

Le corpus expérimental comprend 79 pointes aurignaciennes (pointes à base fendue : $n = 29$; pointes losangiques : $n = 24$; pointes biconiques : $n = 26$ – voir Chapitre 2 – section 2.3.1). Afin de préserver au maximum l'intégrité du corpus, une stratégie d'échantillonnage en entonnoir a été adoptée.

Dans un premier temps, les fûts de 79 pointes expérimentales ont été observés au microscope opto-digital DSX100 (Olympus Corp., MA, USA). Cet outil facilite en effet la production d'une série de clichés à différentes résolutions afin de créer une image composite à haute résolution. L'analyse des vues dorsale, ventrale et latérales permet d'identifier différents états des fûts notamment les fûts intacts, l'écrasement et l'aplanissement, l'éclatement à languette écrasée et l'éclatement en dents de scie (Chapitre 4 – section 4.2.1 pour les définitions).



Figure 3.4 : Exemple d'image composite obtenue à l'aide du microscope opto-digital DSX100 (Olympus Corp., MA, USA). Pointe # 106, vue dorsale, fût écrasé et aplani.

Dans un second temps, un échantillon de 35 pointes (pointes à base fendue : $n = 12$; pointes losangiques : $n = 12$; pointes biconiques : $n = 11$) aléatoirement sélectionnées fut nettoyé : le nettoyage consiste à retirer les ligatures et les résines utilisées pour

l'emmanchement. Les dimensions des éléments sont prélevées à l'aide d'un pied à coulisse et comparées aux valeurs d'origine fournies par Heidi Knecht afin de comprendre les changements métriques dus à l'utilisation du projectile.

Finalement, un sous-échantillon de 15 pointes (pointes à base fendue : $n = 5$; pointes losangiques : $n = 5$; pointes biconiques : $n = 5$) usées ($n = 7$) ou fracturées ($n = 8$) ont été choisies afin d'être réaffûtées. Les coordonnées tridimensionnelles obtenues à l'aide du MicroScribe G2 de même que les photographies des artefacts prises avant et après leur réaffûtage, servent à quantifier les changements morphométriques attribuables à la remise en forme des fûts.

3.4.2. : Prémices et hypothèses

Dans le cadre de l'analyse, trois hypothèses principales ont été évaluées. Tout d'abord, la résistance d'une pointe aux forces engendrées dépend des propriétés mécaniques du matériau, du type de cible impactée et de la nature de l'impact lors de son utilisation. Par conséquent, les types de dommage de même que les changements métriques qu'ils occasionnent doivent présenter des valeurs normalement distribuées autour de moyennes distinctes et il ne devrait pas y avoir de relation statistiquement significative entre le type de dommage et la morphologie initiale de la pointe.

L'expérimentation préalable a démontré que le fût de la pointe est plus susceptible de s'endommager que la base (Knecht, 1991, 1997 ; Pétillon, 2006). On suppose que les pointes étaient réaffûtées alors qu'elles étaient emmanchées (Knecht, 1991, 1997) bien que cette affirmation dépende de la durabilité du type d'emmanchement employé. Par conséquent, on s'attend à ce qu'au cours des épisodes successifs de réaffûtage, les attributs morphométriques de la partie distale changent tandis que ceux de la partie proximale demeurent constants. Le réaffûtage modifie la longueur maximale qui se

traduira dans notre étude par une variation des dimensions relatives des parties proximale et distale.

Enfin, la troisième hypothèse avance que l'intensité du réaffûtage nécessaire à la remise en forme du fût dépend du type de dommage causé par l'utilisation de la pointe. Lors de l'expérimentation conduite en 1995 par Heidi Knecht, les pointes striées avaient été réutilisées sans réaffûtage; leur efficacité ne s'est pas vu modifiée – ce qui suggère que seules les pointes présentant une usure par compression ou une fracture étaient réaffûtées (Knecht, 1997). Par conséquent, on s'attend à ce qu'une pointe fracturée nécessite un réaffûtage plus important qu'une pointe usée, ce qui occasionne des changements morphométriques différents lorsque l'on compare les deux catégories. Finalement, puisque le réaffûtage se fait par râclage et abrasion, il importe de déterminer si la séquence de gestes a des répercussions sur la transformation des formes et des dimensions.

3.4.3. : Procédure d'analyse

L'analyse fonctionnelle comprend quatre étapes importantes. Dans un premier temps, le fût des 79 pointes expérimentales est classé selon le type de dommage qu'il présente pour ensuite mettre en relation les différentes classes avec la nature de la cible impactée – tissu dur (os) ou tissu mou (peau, muscle, cartilage) – le type de pointe (à base fendue, losangique ou biconique) – de même que la force du tir – 25 kg, 29 kg ou 32kg – et son nombre. Les fréquences absolues observées pour chaque catégorie ont été testées à l'aide du test du khi-carré tandis que les fréquences relatives ont été employées pour la représentation des relations. Une MANOVA à deux critères de classification (type de pointe et type de dommage) a été produite et représentée en diagramme à moustaches pour vérifier s'il existe un lien entre le nombre de tirs et le type de dommage du fût en fonction du type de pointe utilisée.

En second lieu, les données relatives à la perte de longueur maximale du sous-échantillon de 35 pointes ont été comparées à l'aide d'une MANOVA à deux critères de classification (type de pointe et type de dommage) et représentées en diagramme à moustaches. Des corrélations ont ensuite été cherchées entre la perte de longueur maximale et 1) la longueur maximale d'origine, 2) le ratio d'aplanissement de même que 3) le ratio d'élongation. Ces deux ratios traduisant la forme de l'objet, il devient possible d'établir ou de réfuter un lien entre la réponse de l'objet lors de son utilisation et sa morphologie.

En troisième lieu, les pointes sont réaffûtées. La perte de longueur maximale engendrée par ce comportement est comparée au rang d'exécution (courbes d'apprentissage et courbes de tendance), à la séquence technique employée (test *t* pour échantillons indépendants), au type de dommage (test *t* pour échantillons indépendants) et aux dimensions de la pointe avant d'être réaffûtée (test *t* pour échantillons appariés). Ces différentes comparaisons permettent de quantifier les déterminants des transformations métriques dues au réaffûtage. Les modèles acquis à l'aide du MicroScribe G2 sont comparés avant et après l'homothétie (ou mise à échelle) afin de qualifier les transformations morphologiques causées par la remise en forme des fûts.

Finalement, les observations faites au niveau de la perte de longueur maximale permettent l'élaboration d'un plan factoriel. Cet outil rend possible l'estimation de l'intensité du réaffûtage d'une pointe à partir de ses dimensions relatives. Pour chaque facteur, soit l'utilisation et le réaffûtage, la valeur du ratio proximo-distal est calculée. Pour chaque permutation, on isole alors les valeurs extrêmes afin d'établir les bornes inférieure et supérieure. Le Tableau 3.2 (page suivante) présente les différentes hypothèses évaluées de même que les tests de signification statistique employés et les variables utilisées.

Tableau 3.2 : Tableau d'évaluation des hypothèses en fonction des échantillons.

	Hypothèses	Variables	Tests statistiques	Représentations	Échantillons
1a)	Le type de dommage du fût dépend de la cible impactée	a. Cible impactée b. Type de dommage c. Nombre de tirs	χ^2 et MANOVA (R64)	Histogramme de fréquences (Excel 2011) Diagramme à moustaches (SPSS 16.0.2)	a. Exp. 1995 b. Observation 2012 (N = 79)
1b)	Le type de dommage dépend des propriétés biomécaniques de la matière première	a. Longueur maximale originale b. Pourcentage de perte de longueur maximale post-utilisation c. Ratio d'élongation d. Ratio d'aplanissement e. Type de dommage	R ² et test de signification de corrélation de Pearson (R64)	Diagramme de dispersion (SPSS 16.0.2)	a. Exp. 1995 b. Observation 2012 (N = 35)
1c)	La perte moyenne de longueur maximale diffère en fonction du type de dommage	Pourcentage de perte de longueur maximale post-utilisation	Test <i>t</i> pour échantillons appariés et ANOVA à un critère (type de pointe) (SPSS 16.0.2 et R64)	Diagramme à moustaches (SPSS 16.0.2)	Exp. 1995 (n = 35)
2)	Le réaffûtage se traduit par des changements métriques de la longueur maximale et du ratio proximo-distal	Distances euclidiennes entre les points de contrôles de type II	Test <i>t</i> pour échantillons appariés (R64)		Exp. 1995 (n = 15)
3a)	L'intensité du réaffûtage dépend du type de dommage	Pourcentage de perte de longueur maximale post-réaffûtage	Test <i>t</i> pour échantillons indépendants (SPSS 16.0.2)	Diagramme à moustache (SPSS 16.0.2)	Observation 2012 (n = 15)
3b)	L'intensité du réaffûtage dépend de la séquence d'opération utilisée	Pourcentage de perte de longueur maximale post-réaffûtage	Test <i>t</i> pour échantillons indépendants (SPSS 16.0.2)	Diagramme à moustache (SPSS 16.0.2)	Observation 2012 (n = 15)

3.5 : Étude de cas – Abri Cellier

Le modèle d'analyse proposé a été testé au cours de l'étude de l'assemblage archéologique de l'Abri Cellier, fouillé en 1927, et déposé au Logan Museum of Anthropology, de Beloit (WI, USA). Les pièces sélectionnées comprennent 2 pointes losangiques, 8 pointes à base fendue et 2 ébauches de pointe à base fendue.

3.5.1. : Collecte de données

Toutes les pièces ont été photographiées avec échelle à l'aide d'une caméra numérique Pentax K-r reflex (lentille 12.4 mégapixels, zoom 18-55 mm) montée sur trépied à 45 cm de l'objet. Les dimensions ont été prises directement sur les artefacts à l'aide d'un pied à coulisse et, postérieurement, sur les photos de ceux-ci avec le MicroScribe G2.

3.5.2. : Procédure d'analyse

Les pointes ont été analysées en tenant compte de leur typologie. Dans un premier temps, on isole les ébauches des pointes. Ensuite, on regroupe les pointes dont la partie proximale présente une morphologie similaire. Les morpho-types définis par Hahn (1988) ont été employés pour cette classification. L'observation des transformations morphométriques engendrées lors de la production de la série expérimentale de 2012 permet d'avancer une série d'hypothèses sur les changements attendus lors du processus de réduction de la matière osseuse. La liaison des morpho-types, du ratio proximo-distal et des dimensions des pointes permet d'illustrer la pertinence de l'utilisation du ratio proximo-distal dans l'analyse morphométrique des armatures aurignaciennes en bois de cervidé.

3.6. : Sommaire méthodologique

Bien que les analyses technologiques, fonctionnelles et morphométriques soient conduites séparément, les différents résultats obtenus ont orienté certains aspects de la recherche, et même modifié certaines hypothèses. Par exemple, la présence d'une relation significative entre le type de dommage et le type de pointe a dû être contextualisée. Un retour sur la procédure expérimentale a justifié le recours à la variable « nombre de tirs » pour proposer des relations logiques entre les différentes observations. En ce sens, l'intégration des différentes approches offre une meilleure compréhension des facteurs contribuant à la variabilité morphométrique des pointes de projectile aurignaciennes en bois de cervidé.

Chapitre 4 : Résultats

La structure et les propriétés biomécaniques du bois de cervidé varient selon l'espèce, le sexe, l'âge et la saison d'acquisition de la proie (Blob, LaBarbera, 2001 ; Blob, Snelgrove, 2006). De plus, une part de la variation est due à des facteurs environnementaux tels que le climat et l'alimentation de l'animal exploité (Blob, LaBarbera, 2001 ; Landete-Castillejos *et al.*, 2010 ; Landete-Castillejos *et al.*, 2012 ; Mateos *et al.*, 2008 ; McDonald *et al.*, 2005 ; Mendoza-Nazar *et al.*, 2012). Considérant la variabilité naturelle inhérente à la matière première, il importe de mettre en évidence la répercussion qu'elle peut avoir sur les processus cognitifs et les gestes réalisés par les Aurignaciens en vue de produire les pointes de projectile. En ce sens, l'analyse de la chaîne opératoire permet d'apprécier les étapes déterminantes pour la fixation des formes et des dimensions de cet élément technologique.

Puisque l'objet de la présente recherche vise à comprendre l'apport du réaffûtage à la variabilité morphométrique des pointes en bois de cervidé, l'analyse de la technologie cynégétique requiert une approche diachronique (Shott, 1989) permettant de départager les changements de forme et de dimension dus à l'utilisation de ceux engendrés par le réaffûtage de l'outil. Nous considérons donc tout d'abord ce que le corpus expérimental confirme au sujet de la fixation des formes lors de la production primaire de la pointe de projectile.

4.1. : Les sources de variation dans la « chaîne opératoire » et leur nature

Chacune étape de la chaîne opératoire détermine la fixation des formes et des dimensions de la pointe. Le tronçonnage des blocs limite la longueur maximale de l'outil tandis que le débitage de ceux-ci en supports détermine la largeur maximale de la pointe. Puisque

les Aurignaciens exploitaient le tissu compact dans la production d'éléments composites servant aux technologies de chasse en retirant des supports le tissu spongieux, l'épaisseur maximale d'une pointe dépend de la structure osseuse de la matière première exploitée.

La distinction du rôle fonctionnel des différentes parties de la pointe sous-entend des comportements distincts lors de la réparation de la pointe. L'investissement en temps nécessaire à la mise en forme de la partie proximale surpassant celui essentiel à la production du fût (Knecht 1991, 1997), on peut par conséquent s'attendre à ce qu'une pointe subisse des épisodes successifs de réaffûtage jusqu'à ce que sa base soit endommagée. Cela implique soit le réaffûtage des projectiles emmanchés, soit le remplacement d'un mécanisme d'emmanchement endommagé, qu'il s'agisse d'une ligature brisée ou d'une hampe fracturée, pourvu que la base de la pointe demeure intacte. Il importe de rappeler que les données expérimentales démontrent que la partie proximale d'une pointe est moins susceptible de s'endommager par rapport à la partie distale (Knecht, 1997 ; Pétilion, 2006).

Ces observations permettent quelques considérations sur les sources de variabilité morphométrique et leur nature. Étant donné le type de structure osseuse exploitée, l'épaisseur maximale est soumise à la variation histologique de la matière première. Par ailleurs, les propriétés biomécaniques du bois de cervidé combinées aux techniques de manufacture employées imposent une limite aux dimensions relatives entre la longueur et la largeur maximales de même qu'entre la longueur et l'épaisseur maximales de l'outil (Knecht, 1991 ; Liolios, 1999). Toutefois, les préhistoriques ont sans doute appris par expérience, et progressivement, à anticiper les résultats et à ajuster leur bagage technique en fonction des contraintes mécaniques différentielles imposées par le matériau. Par conséquent, puisque les notions de forme et d'efficacité constituent le fondement de la détermination morphométrique des outils, la fixation des longueurs et largeurs maximales dans la matière première dépend également de facteurs culturels, de l'expérience acquise et de la transmission du bagage de connaissances techniques. Le Tableau 4.1 résume les

sources de variabilité ainsi que leur nature au sein du schéma technoéconomique de transformation et d'exploitation du bois de cervidé pour la production de pointes de projectile aurignaciennes telles que confirmées par l'étude du corpus expérimental de 2012 (Chapitre 2 – section 2.3.1).

Tableau 4.1 : Sources et nature de la variabilité au sein du schéma technoéconomique de transformation et d'exploitation du bois de cervidé.

Étape de la séquence de production	Variabilité naturelle	Variabilité culturelle
Sélection de la matière première	Épaisseur maximale	--
Tronçonnage de la perche ou du merrain	Dimensions relatives entre les longueur et épaisseur maximales	Longueur maximale
Débitage des blocs en supports	Dimensions relatives entre les longueur et largeur maximales	Largeur maximale
Façonnage de la pointe	--	Notion de forme et d'efficacité et mode d'emmanchement

Ces résultats sont conformes aux observations de Knecht (1991) et de Liolios (1999). Il n'est toutefois pas possible de percevoir, à partir de ce corpus expérimental, les dimensions recherchées par les préhistoriques. Il faudra d'abord comprendre l'apport de l'utilisation et du réaffûtage à la variabilité morphométrique, puis procéder à une comparaison des pointes aurignaciennes à l'échelle de l'Europe pour dégager des tendances quant aux formes et aux dimensions recherchées.

4.2. : Transformations morphométriques dues à l'utilisation

Afin de quantifier l'apport de l'utilisation à la variabilité morphométrique des pointes aurignaciennes, les données expérimentales de 1995 sont analysées sur les plans (1) des dommages engendrés au fût des pointes, (2) de la perte de longueur causée par les différents types de dommage et, (3) de la relation entre cette perte et les dimensions absolues et relatives des pointes.

4.2.1. : Changements morphologiques

Suite à l'observation des fûts au microscope opto-digital DSX100, quatre états des fûts ont été identifiés : les fûts intacts, les fûts écrasés et aplanis, les fûts éclatés à languette compressée et les fûts éclatés en dents de scie.

La catégorie **intacte** caractérise les pointes réutilisables sans réaffûtage puisque la forme générale de leur fût demeure inchangée suite à l'utilisation. **L'écrasement et l'aplanissement** quant à eux modifient légèrement la forme générale du fût et se matérialisent le plus souvent par une compression de celui-ci. Ce dommage se produit généralement suite à l'utilisation répétée de la pointe; il importe de noter que l'hydratation du matériau au contact du sang a pour effet d'augmenter la résistance à la flexion¹ et de diminuer le seuil de tolérance aux forces compressives (Newcomer, 1974 ; MacGregor, 1984). **L'éclatement à languette écrasée** se produit lorsque la pointe heurte un tissu dur. Lors de l'impact, la compression transversale de la pointe résulte en un enlèvement de matière localisé sur la face opposée au locus de compression. **L'écrasement en dents de scie** provient du fait que la pointe percute un tissu dur et s'y fiche. Si le transfert des forces d'impact de la pointe vers la hampe n'est pas assuré, la

¹ Cette saturation s'explique par le fait que les projectiles ont été lancés à plusieurs reprises dans un intervalle de temps réduit. Il est peu probable que les pointes en bois de cervidé aient été utilisées de façon répétée par les préhistoriques (communication personnelle – Knecht 2013).

première cèdera par flambage (Horusitzky, 2008) et entraînera (1) un enlèvement net de la matière sans trace de compression de même (2) qu'un pan d'éclatement au profil en « V ». La Figure 4.1 illustre chacune des catégories de dommage identifiées.

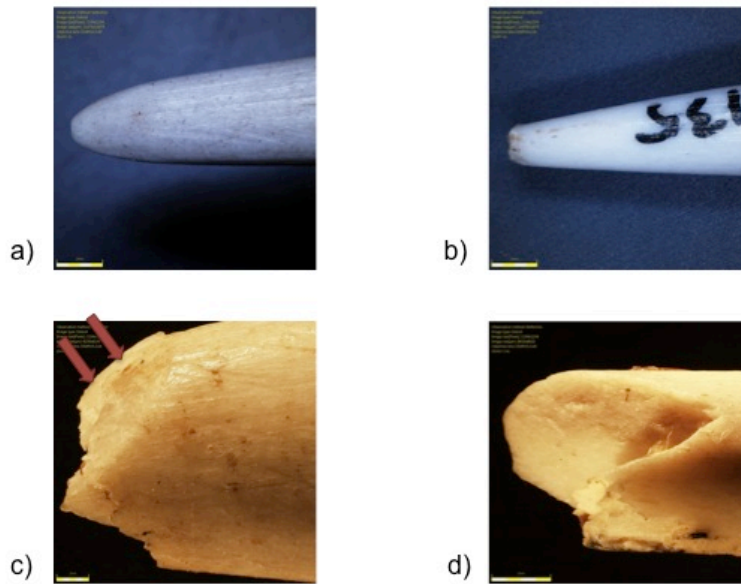


Figure 4.1 : Catégories de dommage du fût engendré lors de l'utilisation : (a) intact, (b) écrasement et aplanissement, (c) éclatement à languette écrasée (flèches rouges pointant vers le locus de compression) et, (d) éclatement en dents de scie.

À ce stade, il importe d'établir une relation entre le type de cible impactée et le type de dommage engendré au fût. Pour le reste de la discussion, nous omettons volontairement d'analyser les dommages engendrés au niveau du mode d'emmanchement. Il est toutefois nécessaire de spécifier que, contrairement aux pointes lithiques qui ont tendance à céder au niveau du mécanisme d'emmanchement, les pointes en bois de cervidé présentent des dommages localisés au niveau de leur fût (Knecht, 1997). Les Figure 4.2 et 4.3 font état des fréquences relatives pour les quatre catégories de dommage en fonction du type de tissu pénétré et de la force du tir.

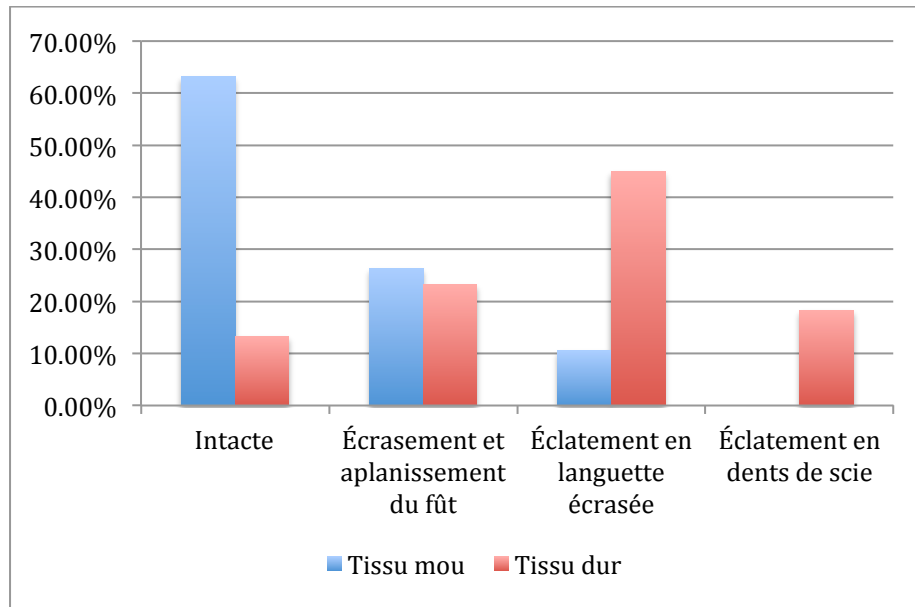


Figure 4.2 : Fréquences relatives des catégories de dommage en fonction du tissu impacté ($N = 79$; $\chi^2 = 22,3587$; ddl = 3; $P < 0,00005$).

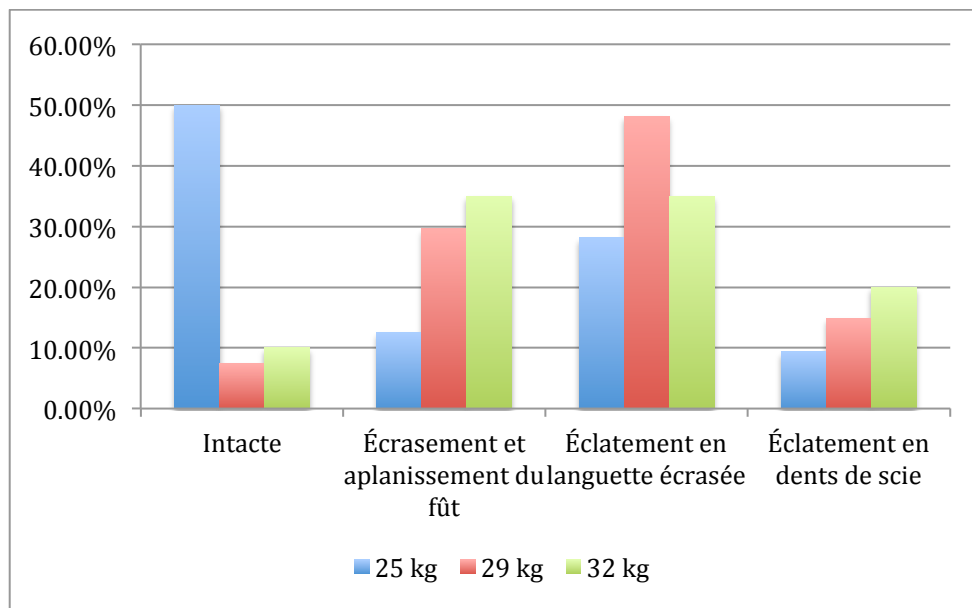


Figure 4.3 : Fréquences relatives des catégories de dommage en fonction de la force du tir ($N = 79$; $\chi^2 = 18,7387$; ddl = 6; $P = 0,00463$).

Comme le démontrent les résultats des tests de signification statistique, il existe une relation hautement significative entre le type de dommage et la nature de la cible impactée ($N = 79$; $\chi^2 = 22,3587$; ddl = 3; $P < 0,00005$), de même que la force du tir ($N = 79$; $\chi^2 = 18,7387$; ddl = 6; $P = 0,00463$). Toutefois, l'observation d'une relation statistiquement significative entre l'incidence d'une catégorie de dommage du fût et du type de pointe ($N = 79$; $\chi^2 = 16,2319$; ddl = 6; $P = 0,01256$) doit être interprété avec précaution. La Figure 4.4 illustre cette relation selon laquelle les pointes à base fendue sont moins susceptibles à la fracture que les pointes losangiques et biconiques. D'ailleurs, 72,73% des cas d'éclatement en dents de scie ont été observé sur les pointes biconiques bien qu'aucune pointe losangique n'ait été endommagée de la sorte.

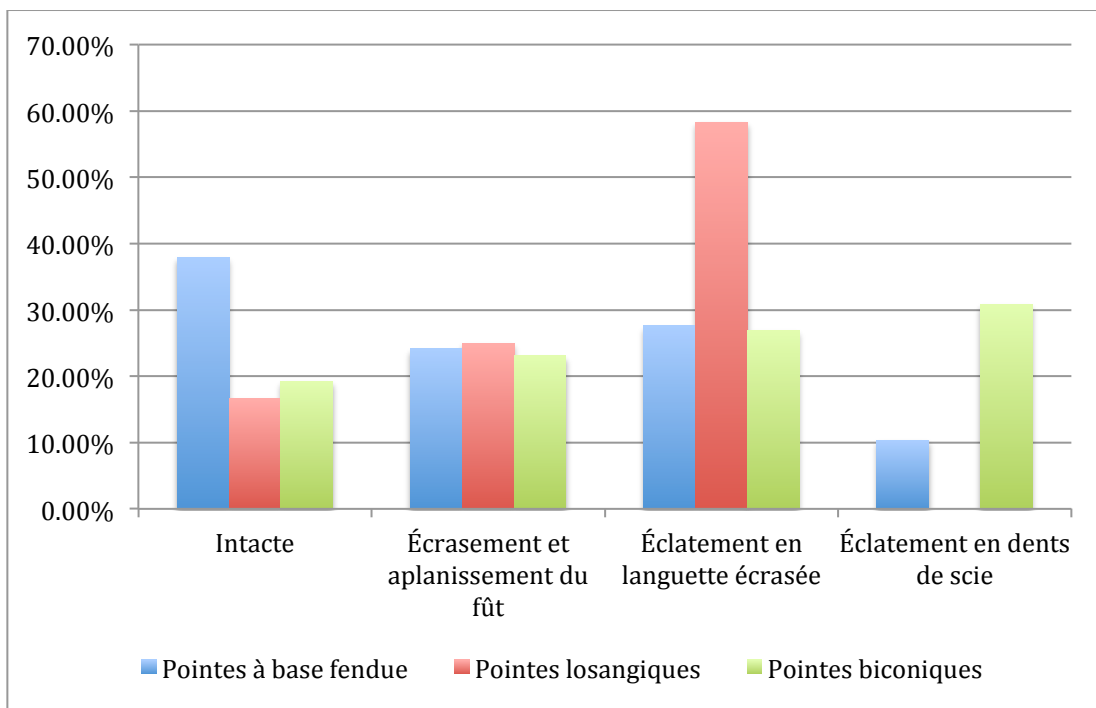


Figure 4.4 : Fréquences relatives des catégories de dommage en fonction du type de pointe ($N = 79$; $\chi^2 = 16,2319$; ddl = 6; $P = 0,01256$)

Cette relation s'explique par la nature du tissu impacté ($N = 79$; $\chi^2 = 6,3181$; ddl = 2; $P = 0,04247$) : les pointes losangiques et biconiques ont majoritairement été projetées contre des tissus durs contrairement aux pointes à base fendue (Tableau 4.2).

Tableau 4.2 : Fréquences absolues des catégories de tissu impacté en fonction du type de pointe ($N = 79$; $\chi^2 = 6,3181$; ddl = 2; $P = 0,04247$)

	Tissu mou	Tissu dur
Pointes à base fendue	11	18
Pointes losangiques	2	22
Pointes biconiques	6	20

De plus, il n'existe pas de différence statistiquement significative entre le nombre moyen de tirs requis pour endommager le fût et le type de pointe contrairement au type de dommage (Figure 4.5, Tableau 4.3). Par conséquent, le type de tissu impacté et la nature de l'impact sont à la source des transformations morphologiques dues à l'utilisation. Étant donné la durabilité du matériau, les pointes n'ayant pas été endommagées suite à la pénétration d'un tissu mou ou à l'impact d'un petit os ont été projetées intentionnellement sur un os plus robuste – scapula – dans une tentative de causer un dommage (Knecht, 1997, p. 196).

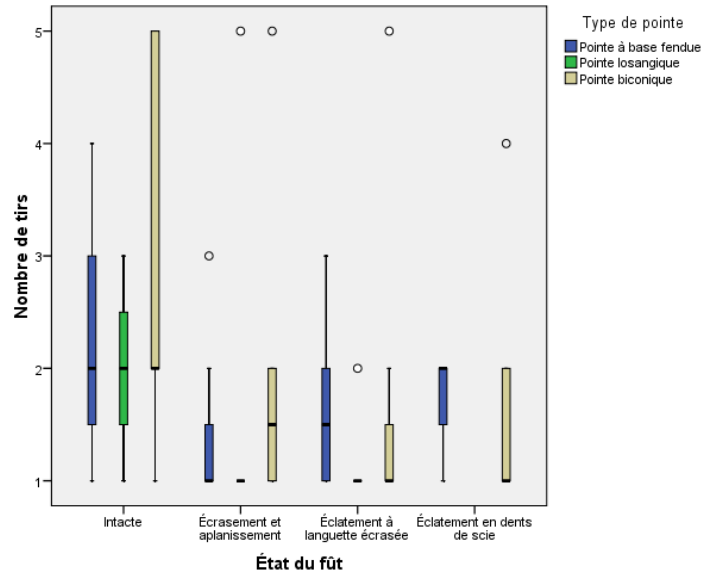


Figure 4.5 : Diagramme à moustache représentant le nombre de tirs effectués en fonction du type de dommage et du type de pointe.

Tableau 4.3 : ANOVA à deux facteurs de classification (type de dommage et type de pointe).

Apport	F	ddl	P
Type de pointe	2,5171	2	0,1227
Type de dommage	4,5352	2	0,0141***
Combiné	0,5010	4	0,7351

4.2.2. : Changements métriques

La seconde étape de l'analyse morphométrique consiste à déterminer si les changements morphologiques dus à l'utilisation se traduisent par des transformations métriques. Pour ce faire, les relations entre le type de dommage du fût, et les dimensions absolues – longueur maximale – de même que relatives – ratios d'aplatissement et d'élongation – d'une pointe seront examinées. Étant donné 1) le nombre limité d'éclatement en dents de scie dans le corpus expérimental ($n = 11$), 2) sa surreprésentation parmi les pointes biconiques ($n = 8$), et 3) l'absence d'occurrence de ce type de dommage pour les pointes

losangiques, seulement trois spécimens (pointe à base fendue : $n = 1$; pointes biconiques : $n = 2$) furent retenus pour le reste de l'analyse morphométrique (Figure 4.1 : c & d – mais voir Tableau 4.5 pour les statistiques descriptives). Toutefois, afin de faciliter la comparaison entre les différents types de pointes, les deux types d'éclatement ont été regroupés sous l'appellation « Fractures ».

Puisque les types de dommage sont localisés au niveau du fût, il semble logique d'examiner leur répercussion sur la longueur maximale ainsi que sur le ratio proximo-distal. La Figure 4.6 présente la moyenne et l'étendue des variables observées pour la perte de longueur maximale engendrée lors de l'utilisation en fonction du type de dommage et du type de pointe.

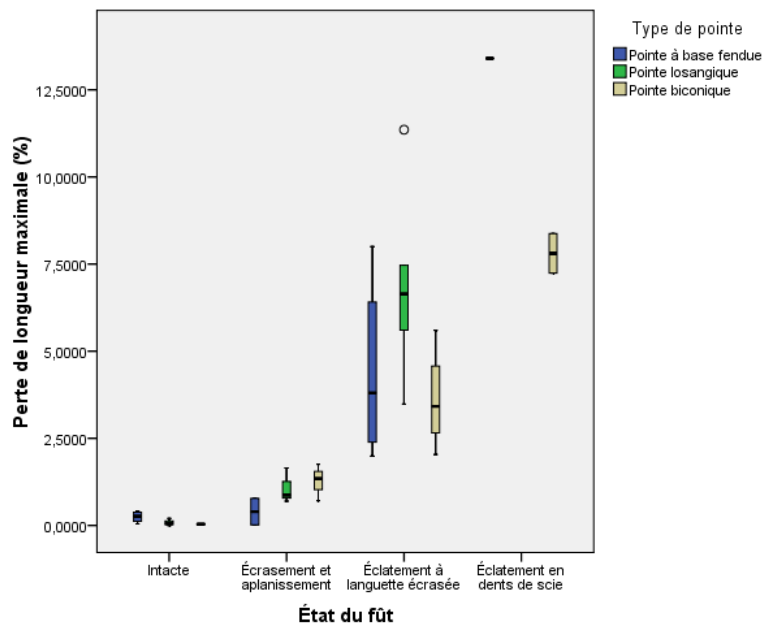


Figure 4.6 : Diagramme à moustaches représentant la perte de longueur maximale en fonction du type de dommage du fût et du type de pointe.

Tableau 4.4 : ANOVA à deux facteurs de classification (type de dommage et type de pointe).

Apport	F	ddl	P
Type de pointe	0,4939	2	0,6159
Type de dommage	22,5619	2	< 0,001***
Combiné	0,2845	4	0,8854

On constate que les moyennes de perte de longueur maximale diffèrent en fonction du type de dommage. Ce résultat est d'autant plus significatif pour les pointes au fût fracturé et ce, indépendamment du type de pointe (Tableau 4.4). De plus, les étendues pour chacune des catégories de dommage présentent peu de chevauchement, voire aucun, quant aux valeurs observées. Il importe de noter que l'étendue des valeurs observées pour la catégorie des fractures est amplifiée par le regroupement des différents types d'éclatement sous un même ensemble : l'éclatement en dents de scie a pour effet de repousser la limite supérieure comme l'illustrent les statistiques descriptives du Tableau 4.5.

Tableau 4.5 : Statistiques descriptives du pourcentage de perte de longueur maximale due à l'utilisation par type de dommage.

Type de dommage	n	Moyenne	Écart-type	Minimum	Maximum
Intacte	10	0.1559%	0.0002%	0.0000%	0.4119%
Écrasement et aplanissement	8	0.9793%	0.0033%	0.0167%	1.7586%
Éclatement à languette écrasée	14	5.2332%	0.0709%	1.9910%	11.3549%
Éclatement en dents de scie	3	9.6722%	0.1075%	7.2414%	13.4022%

Les changements métriques détaillés ci-dessus suscitent une réflexion sur l'hypothèse selon laquelle la résistance d'une pointe aux forces exercées lors de l'impact dépend des propriétés biomécaniques du matériau de même que de la forme de la pointe et doit se traduire par l'absence d'une relation entre la perte de longueur maximale et la longueur maximale d'origine de la pointe, son ratio d'aplanissement ou son ratio d'élongation (voir

définition Chapitre 2 – section 2.2.3.3; Figure 4.7, 4.8, 4.9 et Tableau 4.6). L'absence de relation statistiquement significative entre ces différentes variables nous pousse à déduire que les propriétés biomécaniques jouent un rôle déterminant quant à la résistance d'une pointe à l'impact et ce, indépendamment de ses dimensions d'origine. En somme, la qualité intrinsèque de la matière première détermine (1) la morphométrie de la pointe et, (2) sa performance. Par expérience et progressivement, les Aurignaciens ont donc appris à anticiper les résultats – évaluation des formes et des performances possibles – et à élaborer un savoir technoéconomique en fonction des caractéristiques intrinsèques de la matière première dont ils disposaient dans le but de reproduire des armatures aérodynamiques et pénétrantes.

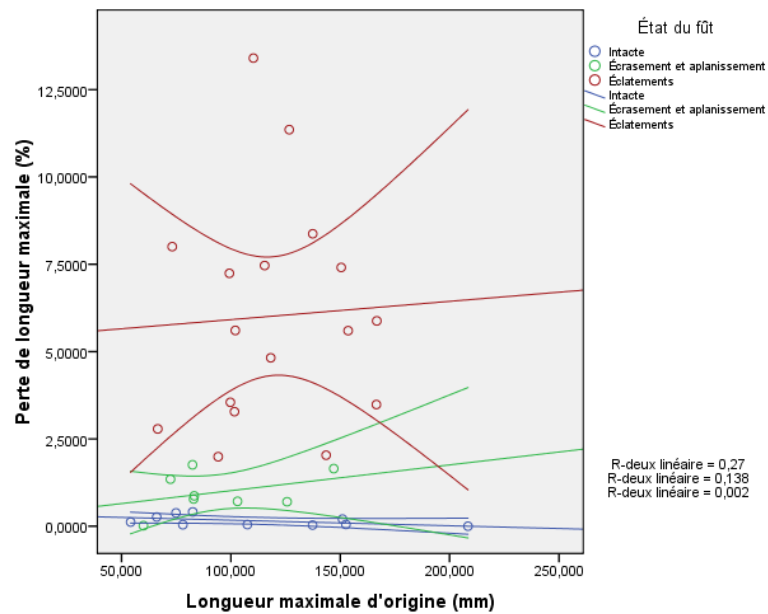


Figure 4.7 : Diagramme de dispersion montrant l'absence de relation entre la longueur maximale d'origine et le pourcentage de perte de longueur due à l'utilisation

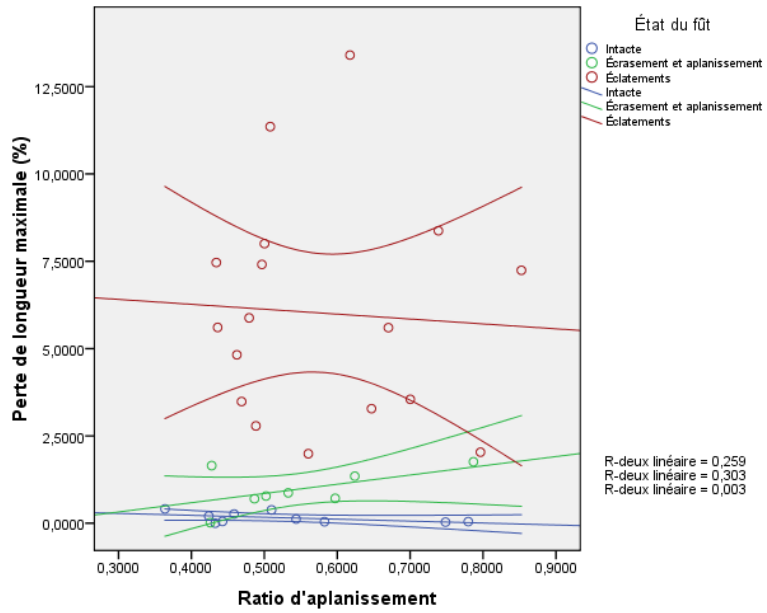


Figure 4.8 : Diagramme de dispersion montrant l'absence de relation entre le ratio d'aplatissement et le pourcentage de perte de longueur due à l'utilisation

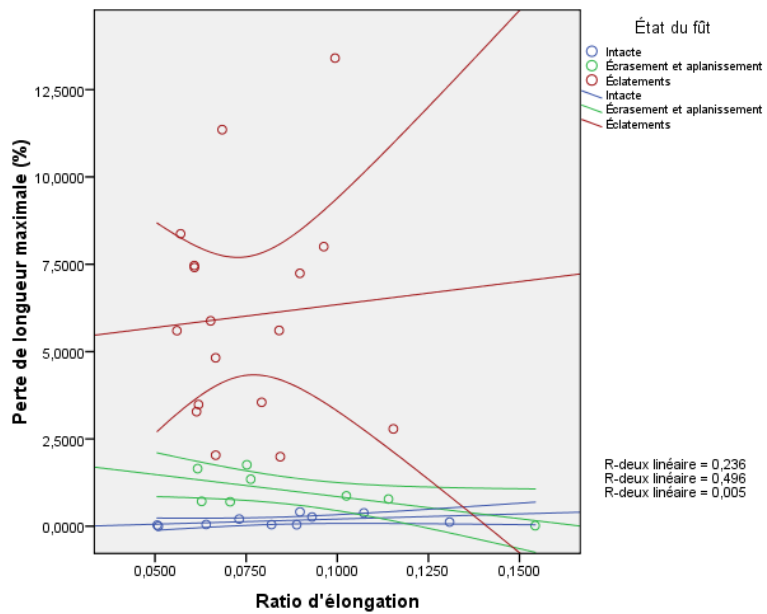


Figure 4.9 : Diagramme de dispersion montrant l'absence de relation entre le ratio d'élongation et le pourcentage de perte de longueur due à l'utilisation

Tableau 4.6 : Tests de signification de corrélation de Pearson entre la longueur maximale d'origine, le ratio d'aplanissement, le ratio d'élongation et le pourcentage de perte de longueur due à l'utilisation

Type de dommage	Longueur maximale d'origine			Ratio d'aplanissement			Ratio d'élongation		
	<i>t</i>	ddl	$H_0 : \rho = 0$	<i>t</i>	ddl	$H_0 : \rho = 0$	<i>t</i>	ddl	$H_0 : \rho = 0$
Intacte	-1,7205	8	0,1236	-1,6627	8	0,1349	1,572	8	0,1546
Écrasement et aplanissement	0,9809	6	0,3645	1,6138	6	0,1577	-2,4167	6	0,0521
Fractures	0,1927	15	0,8498	-0,2268	15	0,8237	0,277	15	0,7856

4.3. : Transformations morphométriques dues au réaffûtage

Cette section s'attarde sur l'apport du réaffûtage à la variabilité morphométrique des pointes aurignaciennes. Pour ce faire, les données expérimentales de 1995 et 2012 sont analysées sur les plans (1) de la séquence technique employée pour réaffûter la pointe endommagée, (2) des changements métriques et, (3) morphologiques engendrés par ce comportement technique.

4.3.1. : Procédures de réaffûtage – données expérimentales

Tel que mentionné dans la présentation de la chaîne opératoire (Chapitre 2 – section 2.2.3), le réaffûtage d'une pointe s'exécute par un procédé de façonnage d'approche qui combine les techniques de râclage et d'abrasion. Un échantillon de 15 pointes provenant du corpus expérimental de 1995 a été réaffûté dans le but de comprendre les facteurs contribuant à la variation causée par l'action anthropique sur la matière (Chapitre 3 – section 3.4).

Le protocole expérimental de 2012 comprend un moment d'inversion des techniques de réaffûtage afin d'apprécier l'effet de leur ordre sur les changements métriques : les quatre premiers spécimens subirent le râclage puis l'abrasion de leurs surfaces tandis que les éléments restants furent réaffûtés en ayant recours à la séquence opposée. La Figure 4.10 fait état de la courbe d'apprentissage de l'affûteur et démontre que, malgré la perte significative de matière engendrée lors du premier essai, les valeurs subséquentes tendent à décroître rapidement et à se stabiliser autour de 9% pour la séquence technique débutant par le râclage suivi par l'abrasion et autour de 6% pour la séquence inverse.

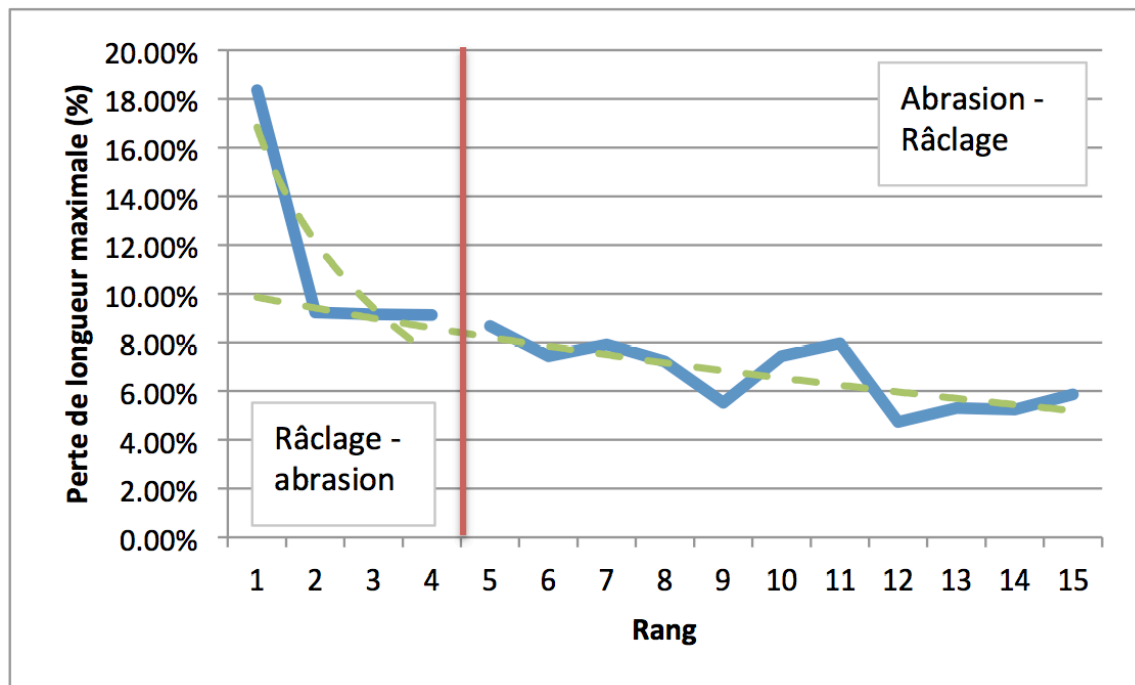


Figure 4.10 : Courbe d'apprentissage selon le rang de réaffûtage de la pointe (Bleue : valeurs observées; Verte : courbes de tendance logarithmique; Rouge : moment d'inversion de la séquence technique)

La Figure 4.11 présente la moyenne et l'étendue des valeurs observées pour ce qui a trait au pourcentage de perte de longueur maximale engendrée lors du réaffûtage en fonction de la séquence technique employée. Le recours à une séquence technique aux dépens d'une autre occasionne des répercussions statistiquement significatives quant à la perte de

longueur maximale ($t = 3,287$; ddl : 13; $P = 0,006$). L'atténuation des surfaces par abrasion a pour effet de retirer les aspérités ce qui, en retour, facilite le râclage.

Bien qu'il ne soit pas possible d'observer sur le matériel archéologique l'ordre des techniques employées, puisque le processus de réduction de la matière première a pour conséquence l'effacement des traces de manufacture antérieures, il semble raisonnable de croire que les préhistoriques ont choisi la séquence qui offre un meilleur gain d'efficacité et qui engendre le moins de perte de matière première.

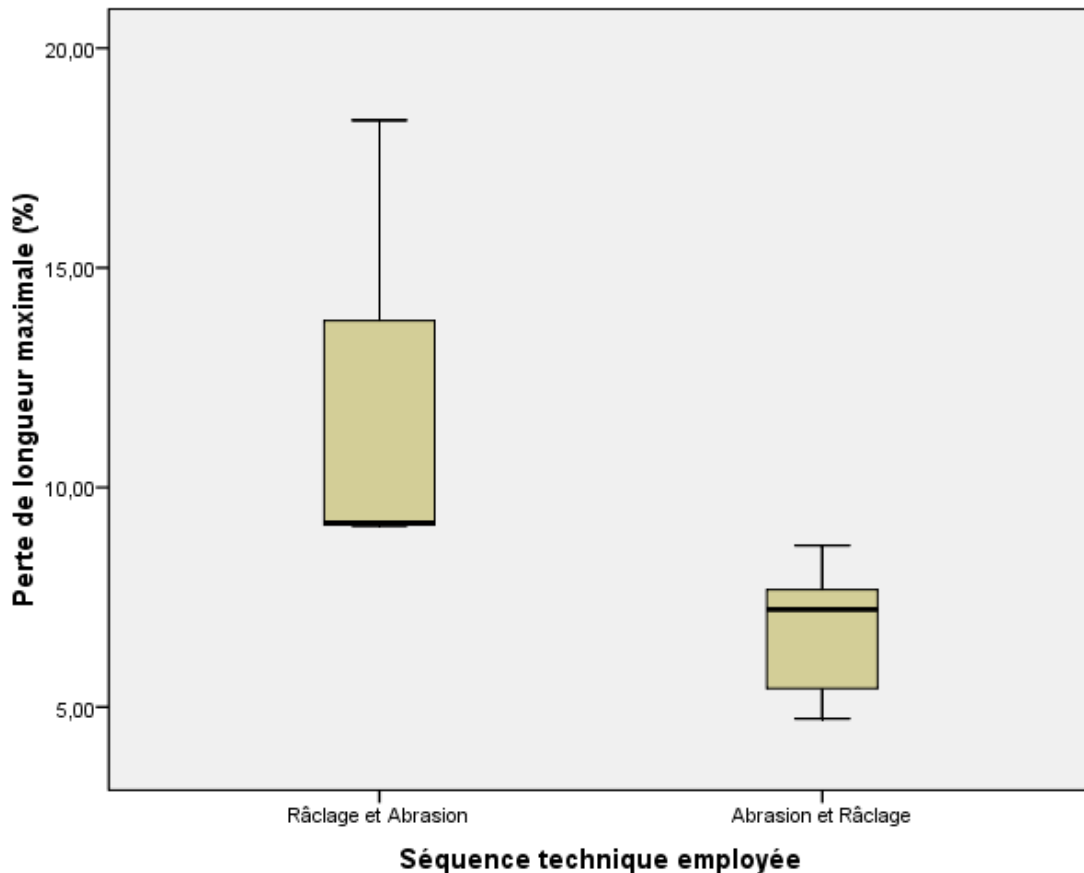


Figure 4.11 : Diagramme à moustaches représentant la perte de longueur maximale en fonction de la séquence technique utilisée pour le réaffûtage des pointes ($t = 3,287$; ddl : 13; $P = 0,006$).

4.3.2. : Changements métriques

À partir de l'échantillon réaffûté, nous n'avons pas été en mesure d'observer des différences significatives quant à la perte de longueur maximale selon le type de dommage du fût ($t = 0,088$; ddl : 13; $P = 0,931$; Figure 4.12), ni même selon le type de pointe (ANOVA à un facteur : $F = 1,054$; ddl : 14; $P = 0,379$; Figure 4.13). Ces résultats suggèrent l'uniformité du comportement de réaffûtage quel que soit le type de pointe ou le type de dommage engendré.

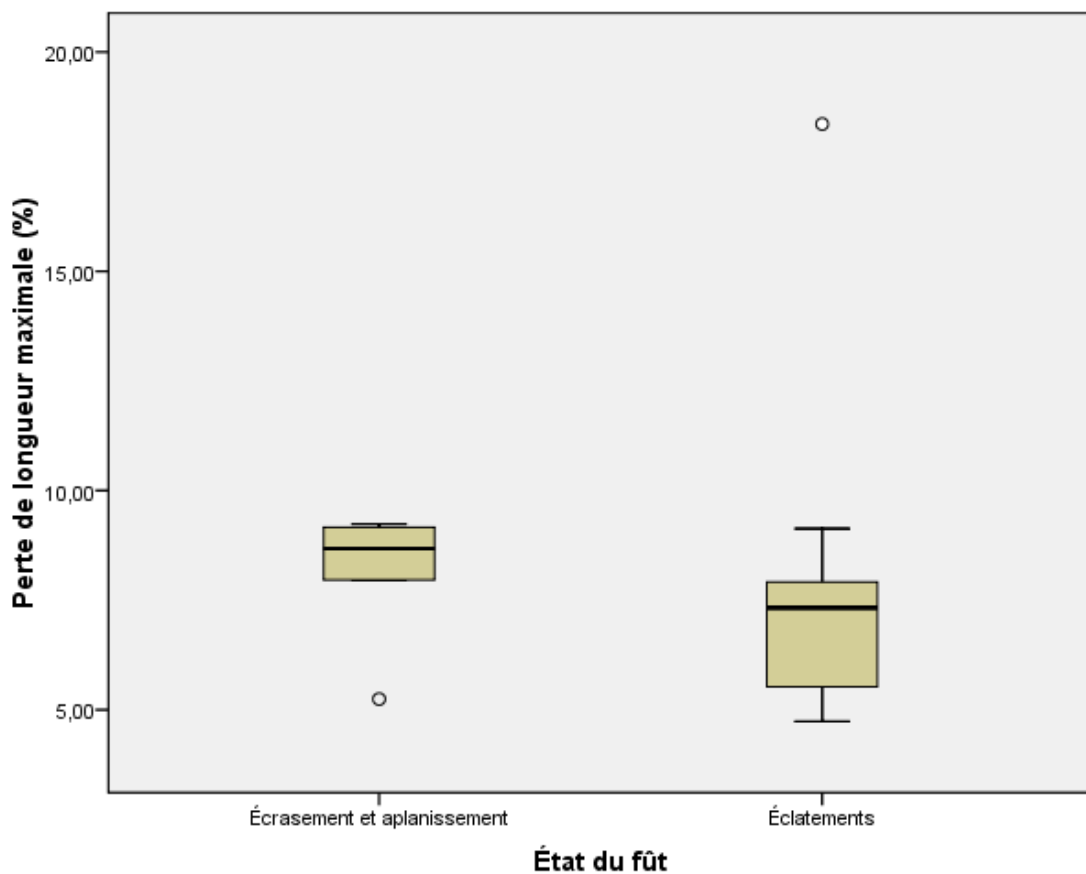


Figure 4.12 : Diagramme à moustaches représentant la perte de longueur maximale selon le type de dommage ($t = 0,088$; ddl : 13; $P = 0,931$).

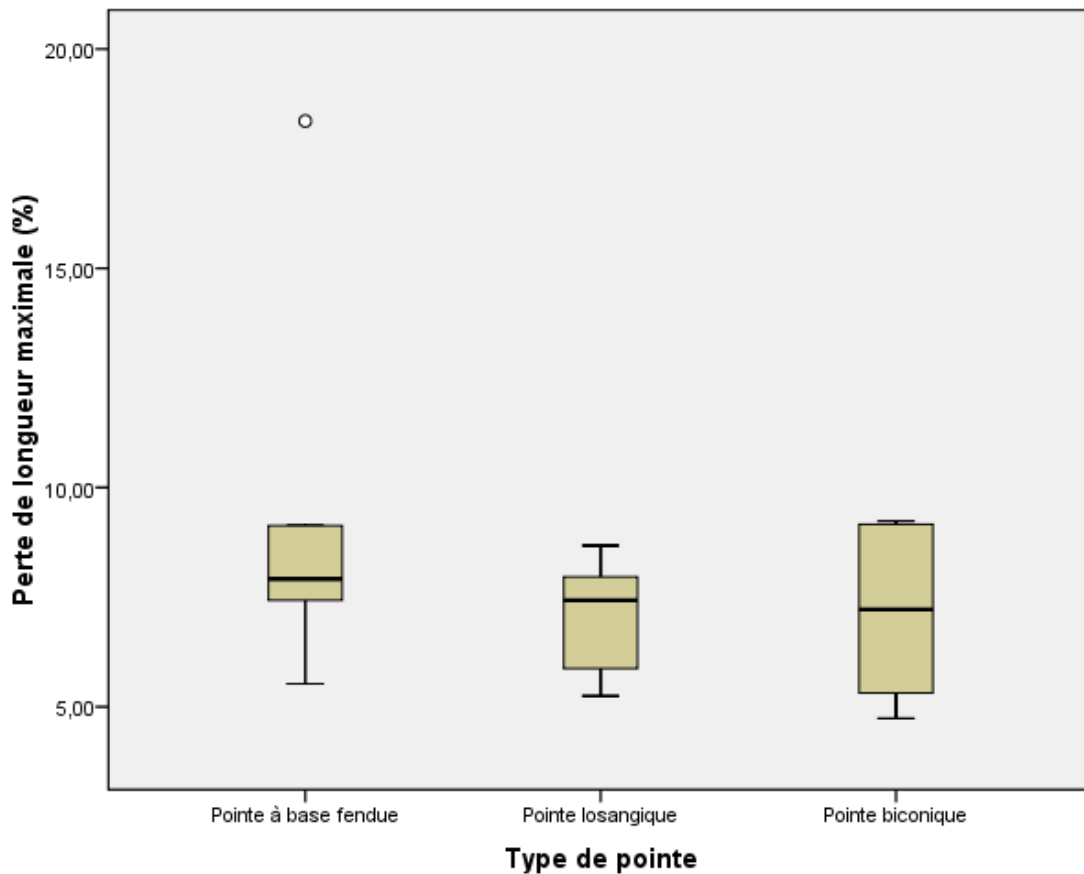


Figure 4.13 : Diagramme à moustaches représentant la perte de longueur maximale selon le type de pointe (ANOVA à un facteur : $F = 1,054$; ddl : 14; $P = 0,379$)

4.3.3. : Changements morphologiques

Puisque les changements métriques dus au réaffûtage se matérialisent par une réduction progressive de la longueur maximale, il est important de saisir les répercussions de ces transformations sur les dimensions relatives entre les longueurs distale et proximale. Si l'on admet que les pointes sont habituellement réaffûtées sans altérer le mécanisme d'emmanchement (Knecht, 1991 ; 1997 ; Pétilion, 2006, p. 91), on s'attend à observer trois types de modifications morphologiques : (1) les traces de réaffûtage sont

principalement situées sur le tiers distal de la partie distale, soit le locus d’application de l’action (Chapitre 3 – Figure 3.1); (2) l’épaule de la pointe se déplace progressivement de la partie proximale vers la partie distale étant donné la perte de longueur maximale ce qui a pour effet de modifier les dimensions relatives de ces deux parties (Fig. 4.14a); (3) conformément aux propriétés des triangles, l’angle du fût de la pointe devient de plus en plus obtus au fil des épisodes successifs de réaffûtage puisque la longueur distale qui diminue sans affecter la largeur maximale (Fig. 4.14b). Ces observations ont été vérifiées en comparant les coordonnées tridimensionnelles des pointes acquises à l’aide du MicroScribe G2 avant et après leur transformation sur une même échelle selon l’axe de la longueur maximale (Figure 4.15).

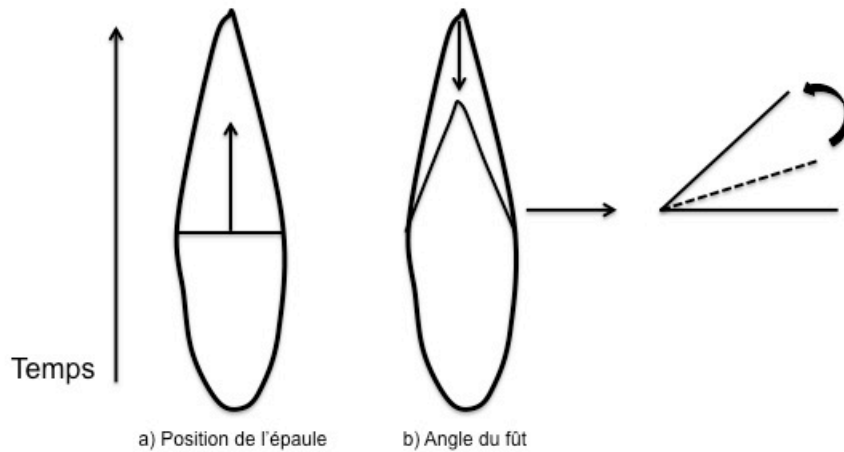


Figure 4.14 : Transformations morphologiques dues au réaffûtage

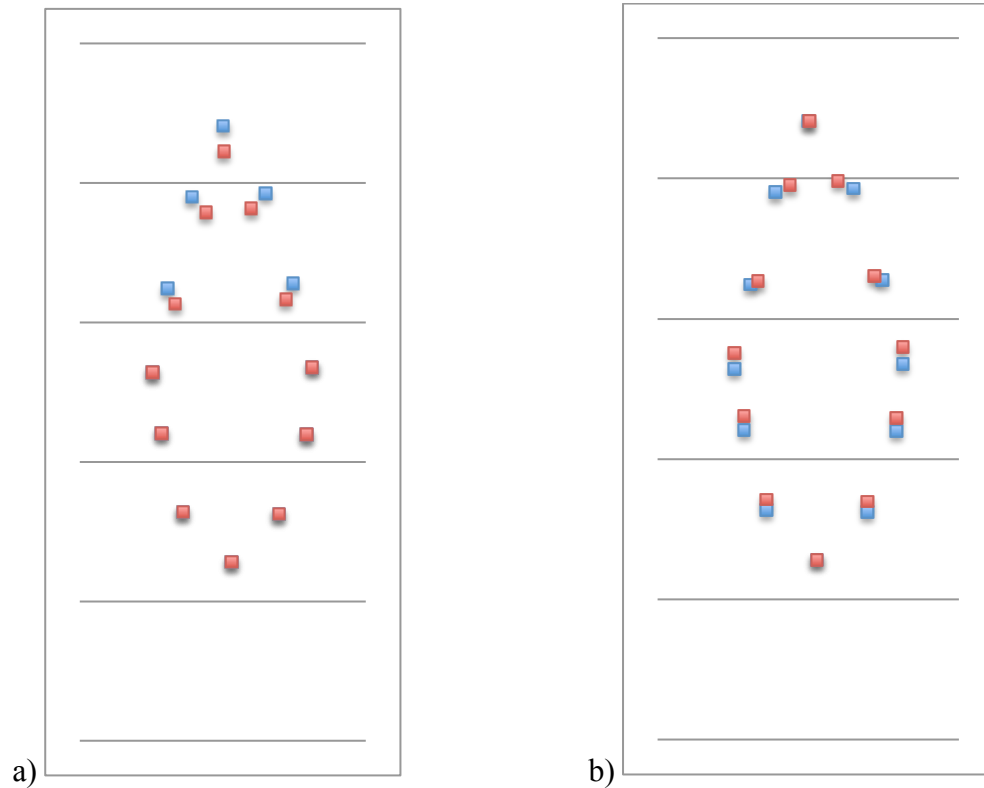


Figure 4.15 : Comparaison des coordonnées dimensionnelles des pointes avant (carrés bleus) et après (carrés rouges) réaffûtage; avant (a) et après (b) l’homothétie.

La comparaison des moyennes pour échantillons appariés montre une différence statistiquement significative pour la longueur maximale avant et après le réaffûtage ($t = -3,7585$; ddl : 14; $P = 0,00106$) alors que les autres dimensions demeurent inchangées suite à cette action. Ce résultat est conforme aux observations précédentes et supporte les conclusions de Knecht selon lesquelles les proportions relatives varient entre les parties distale et proximale (Knecht 1991). De plus, cette dernière est susceptible de conserver ses attributs morphologiques indépendamment des épisodes successifs de réparation (Knecht 1997).

4.4. : Estimation de l'intensité du réaffûtage : Ratio proximo-distal

Les observations précédentes montrent clairement que la variabilité morphométrique des pointes s'explique par la convergence de deux processus parallèles – l'utilisation et le réaffûtage – qui ne peuvent être départagés sur les corpus archéologiques. Toutefois, étant donné la nature statistiquement significative des changements morphométriques causés par ces processus (Fig. 4.6 & 4.11), il devient possible d'estimer l'intensité à laquelle une pointe fut utilisée à partir de ses dimensions relatives à l'aide d'un plan factoriel. Cet outil permet de croiser les deux facteurs de transformation – l'utilisation et le réaffûtage – afin de tester l'effet principal et l'interaction entre ces facteurs. La Figure 4.16 illustre la structure du plan factoriel orthogonal².

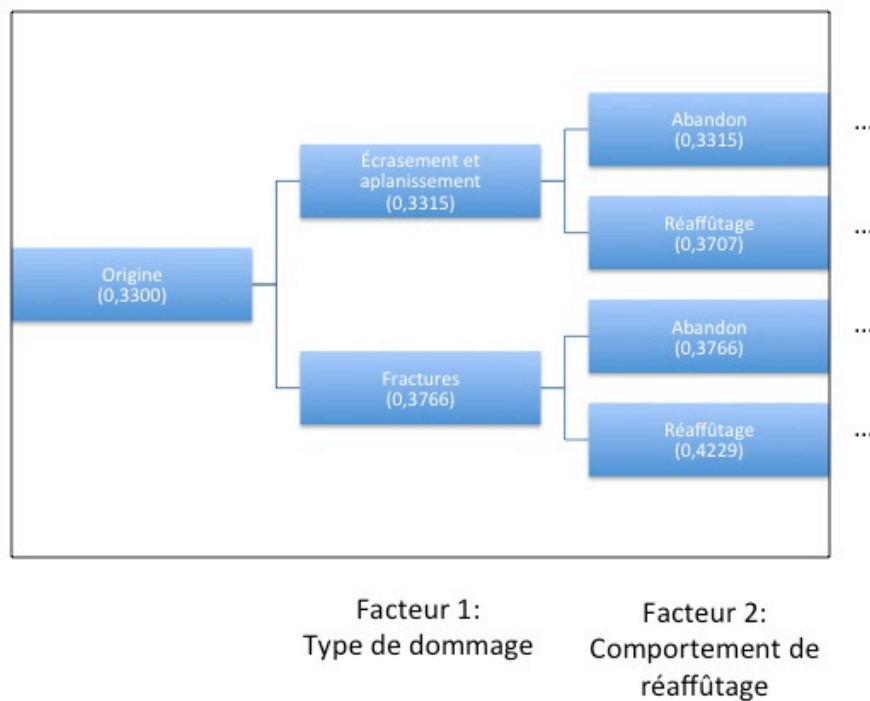


Figure 4.16 : Structure du plan factoriel orthogonal à deux facteurs, soit le type de dommage et le comportement de réaffûtage (entre parenthèses, la valeur du $R_{P/D}$ de la pointe à chacune des étapes).

² « Un plan est orthogonal si les deux facteurs sont indépendants et donc si l'effet du traitement A (i.e. dommage du à l'utilisation) ne peut interférer sur l'estimation de l'effet du traitement B (i.e. le réaffûtage) et vice versa (Scherrer, 2007, p. 70). »

À chaque étape du plan, on calcule le $R_{P/D}$ associé aux facteurs considérés en tenant compte du fait que les ébauches de pointes présentent généralement un $R_{P/D}$ de 0,33 (Knecht 1991). Les résultats obtenus lors des tests de signification statistique (Figures 4.6 et 4.11) servent au calcul de la contribution des différents facteurs au sein du plan factoriel (Tableau 4.7). La borne supérieure de l'intervalle de confiance à 95% de la variation autour de la moyenne est employée comme pourcentage de perte de longueur maximale pour chacun des facteurs.

Facteur	Pourcentage de perte de longueur maximale
Utilisation : Écrasement et aplanissement	0,34%
Utilisation : Fracture	9,31%
Réaffûtage	7,95%

Tableau 4.7 : Valeur prise par chaque facteur du plan factoriel orthogonal (Source : figures 4.6 & 4.11).

À la suite d'une série de permutations du plan, on extrait les valeurs du ratio proximo-distal pour chaque épisode – usure, fracture et réaffûtage. Celles-ci constituent alors de limites inférieure et supérieure pour la modélisation de l'intensité de réaffûtage d'une pointe : la limite inférieure correspond à une pointe qui subit une série d'épisodes de réaffûtage suite à des fractures successives, tandis que la limite supérieure fait référence à une pointe dont le fût réaffûté ne présentait que des traces d'usure.

La Figure 4.17 montre les limites générées par neuf permutations du plan. Cette modélisation des changements morphométriques montre la tendance du ratio proximo-distal à croître au fil de son utilisation. Si l'intérêt de cette mesure n'est pas de connaître exactement le nombre d'épisodes de réaffûtage ni d'utilisation subis par une pointe

trouvée en contexte archéologique, elle offre toutefois un indice quant à l'intensité d'utilisation de même qu'une meilleure compréhension de la relation entre le comportement des préhistoriques et les dimensions relatives de l'outil.

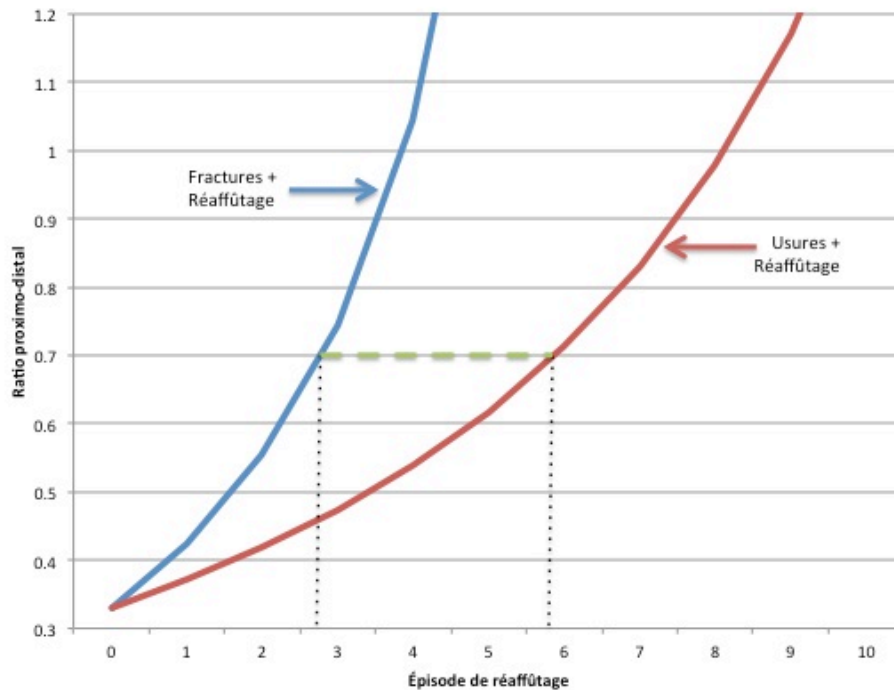


Figure 4.17 : Limites inférieure et supérieure d'estimation de l'intensité du réaffûtage à partir du $R_{p/D}$.

4.5. : Conclusion

L'analyse de la chaîne opératoire à l'aide du corpus expérimental de 2012 a servi à identifier les sources de variation morphométrique au moment de la conception de l'outil ainsi que leur nature. Nos résultats sont conformes à ceux de Knecht (1991) et de Liolios (1999) qui se sont penchés sur la nature de la variation dans la séquence de production des pointes. L'approche actualiste favorisée dans le cadre de la recherche s'avère idoine pour suivre les transformations des formes et des dimensions d'une pointe dans une

perspective diachronique, par exemple pour l'étude de l'effet du réaffûtage sur les proportions des outils.

L'intégration des résultats permet de tracer cinq grandes conclusions : (1) la réponse d'une pointe aux forces exercées lors de l'impact dépend des propriétés mécaniques du matériau, de la force du tir et de la nature de la cible impactée, mais demeure indépendante du type de pointe ou du nombre de tirs; (2) les dommages du fût dus à l'utilisation entraîneront une réduction de la longueur maximale propre à chaque type de dommage identifié; (3) le réaffûtage d'une pointe varie en fonction de l'expérience de l'affûteur et de la séquence technique qu'il favorise, mais reste indépendant du type de pointe ou même du type de dommage du fût; (4) l'utilisation et le réaffûtage sont deux processus parallèles qui ne peuvent être départagés dans les corpus archéologiques, mais qui occasionnent, lorsqu'ils sont combinés, un déplacement de l'épaule – de la base vers le fût de la pointe –, une augmentation de l'angle du fût de la pointe et une localisation des stigmates principalement sur le tiers distal de la partie distale; (5) il est toutefois possible d'estimer l'intensité d'utilisation et du réaffûtage d'une pointe à partir de ses dimensions relatives à l'aide du ratio proximo-distal. Cette mesure traduit les dimensions relatives de l'artefact en fonction des épisodes successifs d'utilisation et de réaffûtage. Son utilité ne réside pas tant dans le fait d'estimer avec exactitude ce nombre d'épisodes. Elle sert plutôt à comparer l'intensité des deux processus convergents qui affectent la morphométrie des pointes aurignaciennes, qu'on les étudie à l'échelle d'un site, d'une région ou d'un continent.

Chapitre 5 : Discussion

5.1. : Introduction

Au début du mémoire, nous nous étions donné comme objectif d'éclairer notre compréhension de la variabilité morphométrique des pointes aurignaciennes, outil qui revêt une signification particulière puisqu'il s'agit d'un « fossile directeur » pour la transition entre le Paléolithique moyen et supérieur en Europe. Si les notions de forme et d'efficacité déterminent la morphologie originale des pointes (Chapitre 2), celle-ci subira des transformations au fil des épisodes d'utilisation et de réaffûtage (Chapitre 4). Par conséquent, il importe de tenir compte de ces changements dans l'étude de la variabilité de la culture matérielle. Le présent chapitre a pour objectif de lier les résultats expérimentaux à l'assemblage archéologique trouvé lors des fouilles de l'Abri Cellier de même que de proposer des pistes de recherche et de réflexion sur les critères employés pour la classification des pointes aurignaciennes au sein de morphotypes.

5.2. : Corporalité de la connaissance technique

L'étude des techniques s'est imposée tôt dans le développement de l'anthropologie comme avenue d'analyse des notions de corporalité et de transmission culturelle. En tant qu'extensions du corps, les outils de même que les techniques et leur transmission ne peuvent exister sans tradition puisque la nature sociale des habitudes et acquis varie selon les sociétés, les formes d'éducation, les convenances, les modes et les prestiges (Mauss, 1936).

L'acculturation des membres d'une société joue un rôle déterminant sur leurs comportements techniques. Dans toutes les cultures, les individus apprennent, par imitation ou par instruction, un ensemble de règles sur la posture à adopter et sur la façon de se mouvoir, apprentissage renforcé par les objets à manipuler. Leur type, leur forme et

leur fonction faisant partie d'un système de valeurs techniques socialement construit, Égo n'a de choix initial que l'acceptation ou le rejet des différents artefacts bien qu'il puisse éventuellement les modifier. Ultimement, ses comportements et la manipulation des objets seront exécutés sans efforts devenant ainsi un automatisme ou « habitus » (Bourdieu, 1977) témoignant de l'incarnation des matrices culturelles propres au champs technologique (Spier, 1970, p. 26).

C'est au cours du processus d'homínisation que l'humain sera doté des capacités cérébrales d'anticipation et d'analogie (De Beaune, 2008). L'acculturation est l'occasion de stocker un bagage technique dans la mémoire à long terme. Lorsque confronté à de nouveaux problèmes, l'artisan puise dans sa mémoire à long terme des analogies lui permettant de trouver de nouvelles solutions. Si elles s'avèrent efficaces, ces inventions seront transmises verticalement, de générations en générations. Avec l'accroissement de la population sur un territoire donné, les chances d'une rencontre de nouvelles idées augmentent de même que celles d'un partage des adaptations technologiques. La transmission horizontale de nouveaux savoirs technique, d'un groupe à un autre, caractérise l'innovation (De Beaune, 2009).

La reproduction fidèle des gestes acquis au cours de l'acculturation est soumise aux capacités motrices, de perception et de mémorisation de l'artisan (Eerkens, 2000). À ces sources de variation inhérente à l'individu s'ajoute les propriétés variables des matériaux exploités. S'inscrivant dans un cadre social, les facteurs individuel et matériel introduisent des erreurs de reproduction et modifient la trajectoire évolutive de la transmission culturelle d'une production technologique (Eerkens, Lipo, 2005). Bref, la technologie ne se limite pas aux moyens employés pour produire des artefacts : c'est un phénomène culturel dynamique ancré dans l'action et la reproduction sociale (Dobres, Hoffman, 1994).

Intéressé principalement par la notion d'innovation technologique et de sa transmission dans le temps et dans l'espace, Leroi-Gourhan publie, entre 1943 et 1945, deux volumes où il propose que la nature et l'étendue des comportements techniques sont déterminés

par l'environnement dans lequel la société s'épanouit et par le mode de subsistance des groupes qui la composent. L'interaction entre les milieux interne (social) et externe (environnemental) passe par le milieu technique soit l'ensemble des adaptations techniques (Leroi-Gourhan, 1971, p. 310-326 ; 1973, p. 303-351). Il suggère que « l'homme étant d'abord perceptible dans sa réalité corporelle, il semble que la suite normale soit de mesurer le résultat des actions de la main, c'est à dire ce que l'homme s'est fabriqué pour pouvoir exercer sa pensée » (Leroi-Gourhan, 1964, p. 207). Pour ce faire, il recommande l'analyse de la culture matérielle sur plusieurs niveaux, de l'acquisition de la matière première à la consommation des produits de la main humaine, pour comprendre l'articulation des techniques au sein des contextes environnemental et social.

Ingold favorise pour sa part une approche phénoménologique en examinant la relation entre la perception de l'environnement par les agents humains et la variabilité culturelle. Le modèle proposé se fonde sur l'interaction entre un système déterminant et un système de dextérité, le premier faisant référence aux contraintes structurelles de l'outil sur le mouvement et le second expliquant la variabilité et le contrôle des mouvements par leur modification ou leur ajustement en fonction d'une rétroaction continue entre les différents modes de perception (Ingold, 2002, p. 306). Si les relations techniques sont fixées dans les relations sociales et ne peuvent être comprises sans l'identification des matrices culturelles qui les sous-tendent (2002, p. 314) les techniques, quant à elles, demeurent inséparables de l'expérience de l'agent qui les met en scène (2002, p. 315) puisqu'elles agissent en tant qu'ingrédient actif de l'identité personnelle et sociale (2002, p. 318). Au fil des expériences acquises par l'interaction avec les différentes composantes de l'environnement, l'humain développe des aptitudes et une sensibilité spécifiques au service des techniques. Leur déploiement a pour effet de modifier l'environnement en offrant à l'agent humain un meilleur contrôle sur ce dernier (2002, p. 321).

En guise de résumé, si les auteurs s'entendent sur la réalité anthropologique et la nature sociale du système technique, leurs perspectives divergent sur le plan de l'articulation des éléments qui en font partie. D'un côté, Leroi-Gourhan favorise l'interprétation

déterministe du contexte sur la matérialisation de l'action tandis que Ingold et Eerken et collègues, tiennent compte de l'expérience de l'agent pour décrire l'interaction complexe entre l'agent, ses facultés de perception et son environnement. Bien que différentes, ces deux perspectives se complètent en ce sens que les contextes environnemental et social tracent certes les limites de la variabilité comportementale. Or, l'articulation par l'agent humain de sa connaissance technique se produit à l'intérieur de ces limites et se traduit par une expérience soumise à une conjoncture particulière combinant les propriétés des matériaux, son répertoire technique et les matrices socialement construites dictant les notions de forme et d'efficacité pour la production d'un outil donné.

La mise en contexte de l'arrivée en Europe des populations d'humains aux comportements modernes, vraisemblablement porteurs de la culture aurignacienne, a mis en valeur la nature variable du contexte environnemental de même que le découpage en mosaïque du paysage. Elle souligne d'ailleurs l'importance du travail des matières osseuses dans ce technocomplexe comme en témoigne le développement du burin (Chapitre 1). Les populations à l'origine de la culture aurignacienne ont progressivement acquis l'expérience et le savoir technique nécessaires à la manufacture de pointes en bois de cervidé. Plusieurs choix s'offraient aux préhistoriques et l'articulation de ces savoirs est mieux expliquée en terme de transmission d'un système de valeurs socialement construit et de l'adaptation de ce dernier aux contraintes imposées par la matière première et l'environnement dans lequel l'arme était utilisée. Ces choix renvoient directement aux notions de forme et d'efficacité (Chapitre 2). L'analyse morphométrique démontre que la variabilité des formes et des dimensions s'explique, du moins en partie, par la présence de deux processus parallèles impossibles à départager sur les témoins archéologiques. Le réaffûtage est un comportement standardisé (1) qui laisse ses traces sur le tiers distal de la partie distale de la pointe, (2) qui occasionne un déplacement progressif de l'épaule, de la partie proximale vers la partie distale, et (3) qui a tendance à accroître l'angle du fût. Étant donné l'impossibilité de départager l'apport du réaffûtage de celui de l'utilisation, le ratio proximo-distal permet de palier cette limitation en traduisant les dimensions relatives d'une pointe en terme d'intensité d'utilisation et de réaffûtage (Chapitre 4). L'ensemble de ces observations remet en doute la signification de la variabilité observée.

L'application du modèle d'analyse sur l'assemblage de l'Abri Cellier (Dordogne, France), sondé en 1926, fouillé en 1927 et entreposé au Logan Museum of Anthropology (Beloit, WI, USA), a pour but d'évaluer à une petite échelle son applicabilité.

5.3. : Étude de cas : Abri Cellier (Dordogne, France)

Tel qu'énoncé précédemment (Chapitre 4 – section 4.1), la pointe de projectile aurignacienne est soumise à deux contraintes fonctionnelles : la morphologie de sa partie distale doit assurer sa pénétration et causer une blessure létale à la proie sans se casser tandis que la forme et les dimensions de sa partie proximale sont intimement liées à la nature du mécanisme d'emmanchement en plus de devoir résister au transfert des forces compressive lors de l'impact. Or, ces deux types de contraintes suggèrent des comportements de réparation différents en fonction de la partie endommagée. Les résultats de l'expérimentation montrent par ailleurs que le réaffûtage est un comportement standardisé qui occasionne une réduction de la longueur distale et qui affecte le ratio proximo-distal en modifiant la morphologie générale de l'outil.

Les chercheurs qui se sont intéressés aux pointes de projectile aurignaciennes en bois de cervidé ont tenté de classer cette technologie en morphotypes (Delporte, Mons, 1988 ; Hahn, 1988a ; 1988b ; Knecht, 1991 ; Leroy-Prost, 1975 ; 1979 ; Peyrony, 1933 ; Tartar, White, 2013) dans le but d'établir une relation entre ces morphotypes et leur répartition spatiotemporelle. La finalité de cet exercice visait à identifier des entités partageant un même savoir technique – ou une conception partagée des notions de forme et d'efficacité. Ces tentatives se sont malheureusement soldées par l'incapacité à établir les limites géographiques et temporelles claires des différentes entités supposées. Nous croyons que cela s'explique par le fait que la morphologie des pointes a été approchée par le biais de son allure générale, de son contour. Or, la différence fonctionnelle entre la base et le fût de la pointe sous-entend des choix et des comportements de remise en forme différents. Finalement, la variabilité morphométrique de la partie distale d'une pointe s'explique par la convergence des processus que sont l'utilisation et le réaffûtage malgré l'impossibilité de les départager sur les témoins archéologiques.

L'analyse morphométrique des pointes trouvées à l'Abri Cellier (Dordogne, France) et entreposées au Logan Museum of Anthropology (Beloit, WI, USA) (Tableau 5.1) a pour but de déterminer si l'intensité de leur utilisation varie en fonction du type de pointe – pointe à base fendue et pointe losangique. Puisque l'utilisation et le réaffûtage modifient la partie distale d'une pointe (Chapitre 4 – section 4.3.3), nous proposons de limiter l'analyse des morphotypes aux formes et aux dimensions de la partie proximale.

Tableau 5.1 : Liste et dimensions des pointes aurignaciennes trouvées à l'Abri Cellier

Artefact_ID	Type	Couche	État	LongueurM	LargeurM	ÉpaisseurM	Rp/d	TCSP	Morph_Prx
LAM: 10338.10	los	A	Complet	87.6	13.9	8.6	0.7151	32.6907	
LAM: 10062.1	los	C	Complet	124.9	24.9	11.8	0.6086	55.1090	
LAM: 10336.2	sbp	A	Complet	87.5	14.1	6.6	0.2678	31.1365	1
LAM: 100177.12	sbp	A	Complet	102.7	17.4	6.6	0.2509	37.2193	1
LAM: 10061.2	sbp	C	Complet	105.5	14.7	6.7	0.2817	32.3098	1
LAM: 10336.3	sbp	A	Complet	136.7	20.9	9.4	0.4205	45.8332	2
LAM: 100177.8	sbp	A	Complet	157.1	27	13.5	0.5793	60.3738	2
LAM: 100177.16	sbp	A	Complet	70.5	15.6	5.6	0.4377	33.1494	3
LAM: 10336.1	sbp	A	Incomplet	82.4	21.2	10.5		47.3155	2
LAM: 10336.4	sbp	A	Incomplet	72.2	14.2	8.3		32.8956	1
LAM: 100177.10	sbp.e	A	Complet	153.8	15.7	8.8	0.2980	35.9961	4
LAM: 10338.1	sbp.e	A	Incomplet	113.4	17.9	8.4		39.5459	4
Unité:				(mm)				(mm)	

Légende (Type):

los: pointe losangique
sbp: pointe à base fendue
sbp.e: ébauche de pointe à base fendue

Légende (Morph_Prx):

1: Ovalaire produite sur le site
2: Ovalaire
3: Triangulaire à base arrondie
4: SO - ébauche

Avant de procéder à l'analyse, il importe d'explicitier une série d'hypothèses sur les transformations morphométriques engendrées par la manufacture et l'utilisation de pointes en bois de cervidé.

- 1) Un site de production de pointes en bois de cervidé devrait offrir des produits et sous-produits de la manufacture des pointes – principalement des ébauches de pointes, des pièces à languettes pour les sites de production de pointes à base fendue (Tartar, White, 2013) de même que des pointes dont le ratio proximo-distal avoisine une valeur de 0,33 (Knecht, 1991).

- 2) Puisque le travail du bois de cervidé est un processus de réduction de la matière première, les largeurs et épaisseurs maximales des ébauches devraient être supérieures ou égales aux mêmes dimensions prises cette fois sur les pointes produites *in situ*.
- 3) Une production de pointe en série (Tartar, White, 2013) suppose la reproduction des notions de forme et d'efficacité qui se traduit par une standardisation morphologique. Il est probable que, dans l'absolu, les dimensions des pointes nouvellement manufacturées varient en fonction des dimensions ou des qualités mécaniques de la matière première. Toutefois, la relation entre les différentes dimensions devrait demeurer plus ou moins constante pour une même tradition technique.
- 4) Le ratio proximo-distal peut être considéré comme un proxy de la transhumance des agents humains sur le territoire. Nous émettons l'hypothèse selon laquelle plus une pointe s'éloigne physiquement de son site de production (dans le temps et/ou dans l'espace), plus la valeur de son ratio proximo-distal augmentera.

Les hypothèses énoncées précédemment ont été testées sur l'assemblage archéologique de l'Abri Cellier. Celui-ci comprend deux ébauches de pointe à base fendue, huit pointes à base fendue et deux pointes losangiques. La Figure 5.1 présente la dispersion des valeurs prises par les largeurs et les épaisseurs maximales des pointes. Ce résultat permet de séparer les pointes ayant probablement été manufacturées *in situ* et peu utilisées de celles susceptibles d'y avoir été simplement abandonnées.

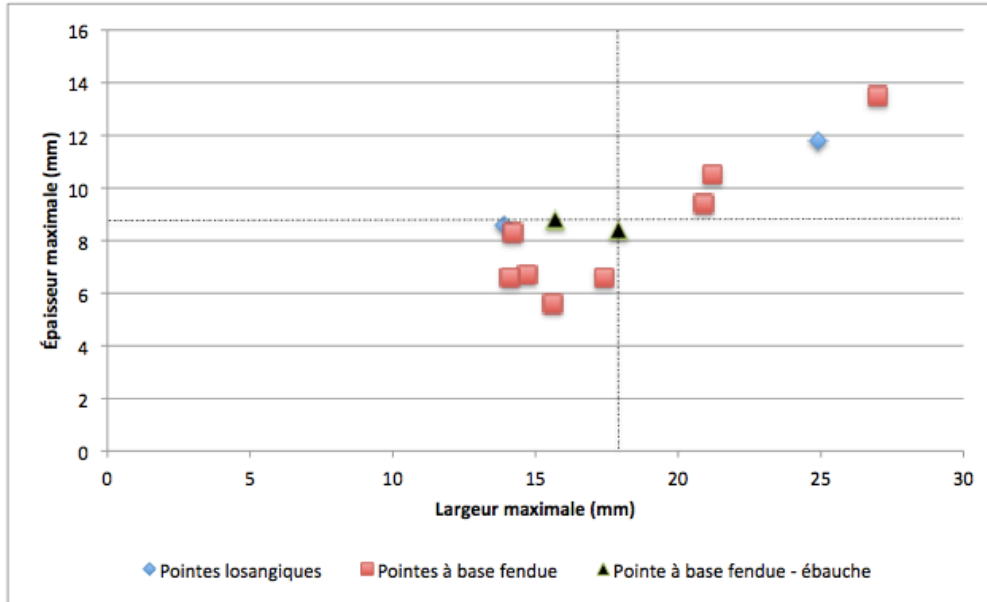


Figure 5.1 : Dispersion des valeurs des largeurs et épaisseurs maximales en fonction du type de pointes aurignaciennes¹.

Lorsqu'on limite l'analyse aux pointes complètes, une distinction nette peut être établie pour la valeur du ratio proximo-distal de ces pointes. La Figure 5.2 montre la relation entre ce ratio et la largeur maximale en fonction du type de pointe. Non seulement les pointes losangiques semblent avoir été abandonnées à un degré d'utilisation plus élevé que les pointes à base fendue, ces dernières s'étalent entre un ratio proximo-distal similaire à l'ébauche complète et des valeurs entre 0,4 et 0,6.

¹ Les spécimens situés dans le 3^e quadrant formé par les droites délimitant les largeurs et épaisseurs maximales des ébauches sont plus susceptibles d'avoir été produits sur le site puisque la production de pointes est un processus de réduction de la matière première.

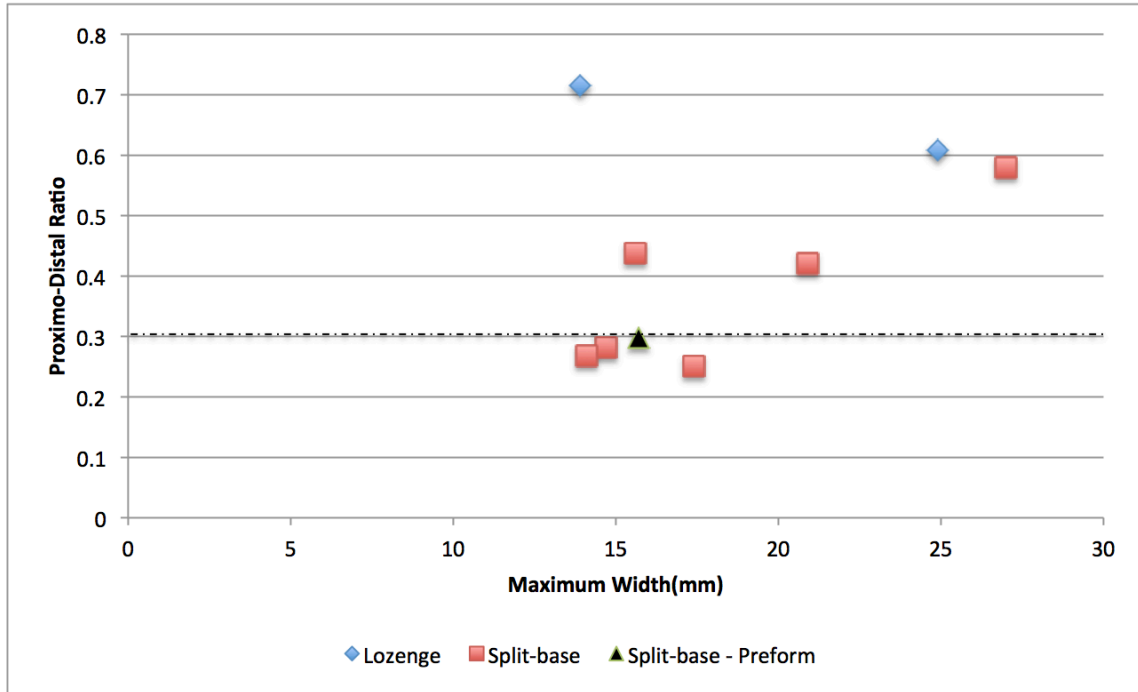


Figure 5.2 : Relation entre le ratio proximo-distal et la largeur maximale en fonction du type de pointes aurignaciennes.

Finalement, la Figure 5.4 présente la dispersion des valeurs du ratio proximo-distal et du TCSP (Sisk, Shea, 2011 - Chapitre 2, section 2.2.4) en fonction de la morphométrie proximale des pointes à base fendue trouvées à l'Abri Cellier. Conformément aux descriptions faites par Hahn (1988b), on distingue deux types de morphologie proximale : (1) ovalaire ($n = 7$; Figure 5.3a) et (2) triangulaire à base arrondie ($n = 1$; Figure 5.3b).



Figure 5.3 : Types de morphologie proximale pour les pointes à base fendue trouvées à l'Abri Cellier; a) base ovalaire ($n = 7$); b) base triangulaire à base arrondie ($n = 1$)

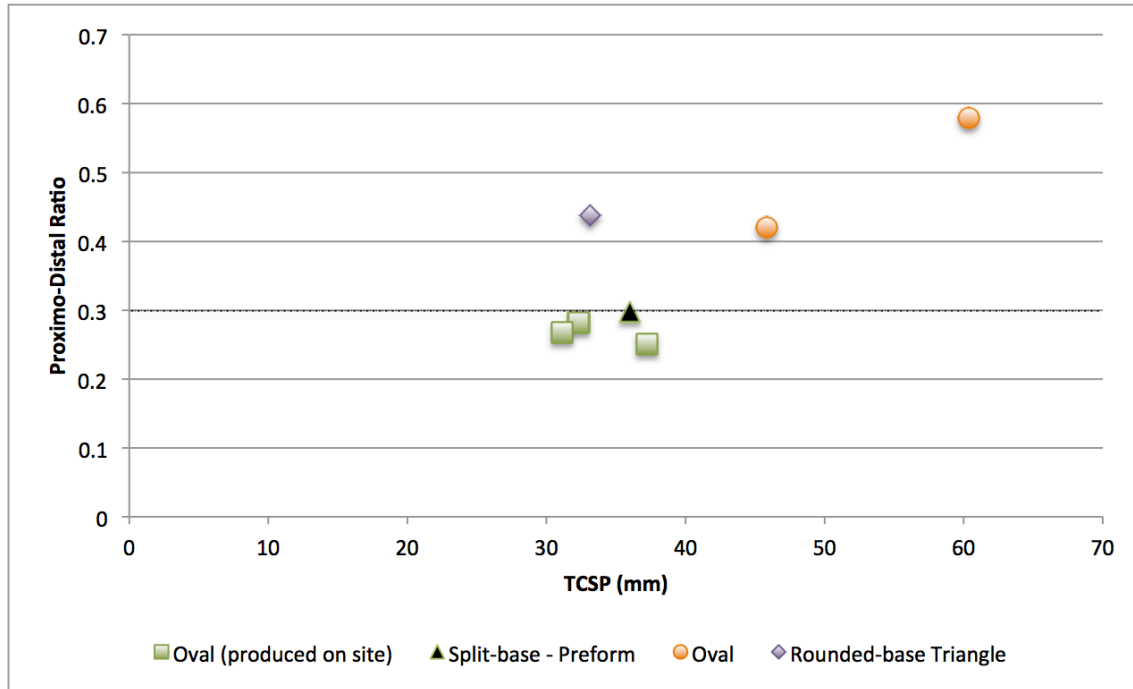


Figure 5.4 : Dispersion des valeurs du ratio proximo-distal et du TCSP en fonction du type de la morphométrie proximale des pointes à base fendue trouvées à l’Abri Cellier.

Bien que limités par la taille de l’échantillon, les résultats montrent une intensité d’utilisation des pointes différente en fonction de leur morphométrie proximale. En plus des deux processus parallèles – l’utilisation et le réaffûtage – ils permettent de proposer un troisième axe de variabilité qui ne peut pas être considéré ici. Toutefois, nous proposons qu’étant donné l’étroite relation de cette partie aux notions de forme et d’efficacité du mécanisme d’emmanchement, la base des pointes traduirait les choix technologiques – par exemple des types d’emmanchement différents – socialement transmis et partagés au sein de groupes ou d’entités culturels. Malgré l’unité relative de l’innovation technologique des pointes à base fendue (Mellars, 2004), les choix des préhistoriques se cachent peut-être derrière la mise en forme de la partie proximale des pointes.

5.4. : Perspectives

L'approche expérimentale couplée aux analyses fonctionnelle et morphométrique permet d'expliquer la variation des formes et des dimensions de la partie distale d'une pointe. Déterminées par la nature de la cible impactée et par la force du tir, les transformations morphométriques dues à son utilisation sont plus variables comparées à celles occasionnées par son réaffûtage. Toutefois, les deux processus ne peuvent être dissociés. Nous proposons donc que le ratio proximo-distal serve d'indice pour apprécier l'intensité combinée de ces deux processus et pour faciliter la comparaison intra- et intersites. Son application dans l'analyse d'un corpus archéologique démontre son potentiel.

Nous avons tenté de proposer une explication logique de la variabilité morphométrique des pointes de projectile aurignaciennes malgré les limitations inhérentes aux différents corpus. Nos résultats appuient l'intuition de Knecht et de Hahn selon laquelle la variabilité morphométrique s'explique en partie par l'utilisation et le réaffûtage des pointes. De plus, nous remettons en question les critères employés pour l'assignation d'une pointe à un morphotype particulier en proposant l'analyse morphométrique centrée sur la partie proximale des pointes.

Les limites de cette recherche se résument (1) par la petite taille des échantillons étudiés – conséquence de la méthode d'échantillonnage choisie que nous avons surpassée, autant que faire se peut, par l'utilisation omniprésente de tests statistiques – (2) par les méthodes de manufacture employées en 1995 qui affectent potentiellement la réponse de la pointe lors de son impact contre la cible et, (3) par l'application du modèle d'analyse à un seul site, l'Abri Cellier. De plus, le modèle d'analyse doit être raffiné à l'aide d'une comparaison intersites afin de connaître avec plus de précision la valeur prise par le ratio proximo-distal d'une pointe nouvellement manufacturée. La reconnaissance de ces différentes limitations nous permettra d'élaborer un projet de recherche doctorale qui combinera l'expérimentation fonctionnelle, l'analyse morphométrique et la comparaison à l'échelle continentale dans le but de mieux cerner la géographie technique des

populations aurignaciennes à l'instar de Vanhaeren et d'Errico dans leur étude sur la culture matérielle symbolique (Vanhaeren, D' Errico, 2006).

Finalement, il sera pertinent de tenter d'appliquer ce modèle à des éléments associés à d'autres entités culturelles; nous pensons entre autre à la technologie magdalénienne en bois de cervidé, de même qu'à des outils produits sur d'autres matériaux tels l'os (au Gravettien et au Solutrén) ou la pierre.

Ouvrages cités

ALBRECHT G., HAHN J., TORKE W.G.

1972 : *Merkmalanalyse von Geschosspitzen des mittleren Junpleistozans in Mittle- und Osteuropa*, Stuttgart, Verlag W. Kohlhammer.

VAN ANDEL T.H.

2002 : « The Climate and Landscape of the Middle Part of the Weichselian Glaciation in Europe: The Stage 3 Project », *Quaternary Research*, 57, 1, p. 2-8.

AVERBOUH A.

2000 : *Technologie de la matière osseuse travaillée et implications palethnologiques: L'exemple des chaînes d'exploitation du bois de Cervidé chez les Magdaléniens des Pyrénées.*, Université de Paris I.

BAMFORTH D.B.

1986 : « Technological efficiency and tool curation », *American Antiquity*, 51, p. 38-50.

BAUMANN M., MAURY S.

2013 : « Ideas no longer written in antler », *Journal of Archaeological Science*, 40, p. 601-614.

DE BEAUNE S.A.

2008 : *L'homme et l'outil: L'invention technique durant la préhistoire*, Paris, CNRS Éditions.

2009 : « Technical invention in the Palaeolithic: What if the explanation comes from the cognitive and neuropsychological sciences? », in DE BEAUNE S.A., COOLIDGE F.L., WYNN T. (DIR.), *Cognitive Archaeology and Human Evolution*, Cambridge, Cambridge University Press.

BELDIMAN C.

2005 : « Bone and antler industry in the Upper Paleolithic of Romania: Projectile points », in LUIK H., CHOYKE A.M., BATEY C.E., LOUGAS L. (DIR.), *From Hooves to Horns, from Mollusc to Mammoth: Manufacture and Use of Bone Artefacts from Prehistoric Times to the Present*, p. 15-32.

BINFORD L.R.

1973 : « Interassemblage variability: The Mousterian and the “functional” argument », in RENFREW C. (DIR.), *The Explanation of Culture Change: Models in Prehistory*, London, Duckworth, p. 227-254.

BINFORD L.R., BINFORD S.R.

1966 : « A preliminary analysis of functional variability in the Mousterian of Levallois Facies. », *American Anthropologist*, 68, p. 238-295.

BLADES B.S.

2010 : *Aurignacian Lithic Economy: Ecological Perspective from Southwestern France*, Kluwer Academic New York, Plenum Press, 202 p.

BLOB R.W., LABARBERA M.

2001 : « Correlates of variation in deer antler stiffness: age, mineral content, intra-antler location, habitat, and phylogeny », *Biological Journal of the Linnean Society*, 74, p. 113-120.

BLOB R.W., SNELGROVE J.M.

2006 : « Antler stiffness in moose (*Alces alces*): Correlated evolution of bone function and material properties? », *Journal of Morphology*, 267, p. 1075-1086.

BOËDA E.

1988 : « Le concept laminaire: Rupture et filiation avec le concept Levallois », in *L'homme de Néandertal, vol. 8: La mutation.*, Liège (coll. Études et Recherches Archéologiques de l'Université de Liège, 35), p. 41-59.

1993 : « Le débitage discoïde et le débitage Levallois récurrent centripède », *Bulletin de la Société préhistorique française*, 90, 6, p. 392-404.

BON F.

2002 : *L'Aurignacien entre Mer et Océan - Réflexion sur l'unité des phases anciennes de l'Aurignacien dans le sud de la France*, Paris I Panthéon-Sorbonne, Société Préhistorique Française.

BON F., TEYSSANDIER N., BORDES J.-G.

2010 : « Chapitre III - La signification culturelle des équipements lithiques », in OTTE M. (DIR.), *Les Aurignaciens*, Paris, Errance, p. 49-72.

BOND G.C., LOTTI R.

1995 : « Iceberg Discharges Into the North Atlantic on Millennial Time Scales During the Last Glaciation », *Science*, 267, p. 1005-1010.

BOOKSTEIN F.L.

1991 : *Morphometric Tools for Landmark Data: Geometry and Biology*, New York, Cambridge University Press.

BORDES F.

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

BOUCHUD J.

1977 : « *Les aiguilles en os: étude comparée des traces laissées par la fabrication et l'usage sur le matériel préhistorique et les objets expérimentaux* », in CAMPS-FABER H. (DIR.), , CNRS, p. 257-267.

BOURDIEU P.

1977 : *Esquisse D'une Théorie de la Pratique*, Cambridge University Press, 260 p.

BRAIN C.K.

1989 : « Evidence for Bone Modification by Early Hominids in Southern Africa », in BONNICHSEN R. (DIR.), *Bone Modification*, Orono, Center for the Study of the First Americans, Institute for Quaternary Studies, University of Maine.

BREUIL H.

1912 : « *Les subdivisions du Paléolithique supérieur et leur signification* », in , p. 165-238.

BROOKS A.S.

1979 : *The significance of variability in Palaeolithic assemblages: an Aurignacian example from southwestern France*, Harvard University.

BURKE A., D'ERRICO F.

2008 : « A Middle Palaeolithic bone tool from Crimea (Ukraine) », *Antiquity*, 82, p. 843-852.

CÁCERES I., ESTEBAN-NADAL M., BENNÀSAR M., FERNÁNDEZ-JALVO Y.

2011 : « Was it the deer or the fox? », *Journal of Archaeological Science*, 38, 10, p. 2767-2774.

CAMPANA D.V.

1987 : « The Manufacture of Bone Tools in the Zagros and the Levant », *MASCA Journal*, 4, p. 110-123.

CHEN P.Y., LIN A.Y.M., LIN Y.S., SEKI Y., STOKES A.G., PEYRAS J., OLEVSKY E.A., MEYERS M.A., MCKITTRICK J.

2008 : « Structure and mechanical properties of selected biological materials », *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 1, p. 208-226.

CHRISTENSEN M.

2004 : « II. Fiche caractères morphologiques, histologiques et mécaniques des matières dures d'origine animale », in RAMSEYER D. (DIR.), *Fiches de la Commission de nomenclature sur l'industrie de l'os préhistorique; Cahier XI: Matières et techniques*, Paris, Éditions Société Préhistorique Française, p. 17-28.

CLARK J.G.D., THOMPSON M.W.

1953 : « The Groove and Splinter Technique of Working Antler in Uper Palaeolithic and Mesolithic Europe. With Special reference to the Material from Star Carr. », *Proceedings of the Prehistoric Society*, 19, p. 148-160.

COLLINS JR. H.B.

1950 : « Excavations at Frobisher Bay, Baffin Island, Northwest Territories », *National Museum of Canada Bulletin*, 118, p. 18-43.

CURREY J.D., LANDETE-CASTILLEJOS T., ESTEVEZ J., CEACERO F., OLGUIN A., GARCIA A., GALLEGRO L.

2009 : « The mechanical properties of red deer antler bone when used in fighting », *Journal of Experimental Biology*, 212, p. 3985-3993.

DART R.

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

DAVIES W.

2001 : « A Very Model of a Modern Human Industry: New Perspectives on the Origins and Spread of the Aurignacian in Europe », *Proceedings of the Prehistoric Society*, 67, p. 195-217.

2007 : « Chapter 22 - Re-evaluating the Aurignacian as an Expression of Modern Human Mobility and Dispersal », in MELLARS P., BOYLE K., BAR-YOSEF O., STRINGER C.B. (DIR.), *Rethinking the Human Revolution: New Behavioural and Biological Perspective on the Origin and Dispersal of Modern Humans*, Cambridge, McDonald Institute for Archaeological Research monographs.

DELAGNES A., MEIGNEN L.

2006 : « Diversity of Lithic Production Systems During the Middle Paleolithic in France », in HOVERS E., KUHN S.L. (DIR.), *Transitions Before the Transition*, Springer US (coll. Interdisciplinary Contributions To Archaeology), p. 85-107.

DELPORTE H., MONS L.

1988 : « 0. Fiche générale », in *Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique; Cahier I. Sagaies*, Aix-en-Provence, Publications de l'Université de Provence, p. 1-9.

DIDON L.

1911 : « L'abri Blanchard des Roches (comune de Sergeac). Gisement Aurignacien Moyen », *Bulletin de la Société Historique et Archéologique du Périgord*, 87.

DJINDJIAN F.

2002 : « Cinquante années de recherches sur les débuts de l'Aurignacien en Europe occidentale », *Espacio, Tiempo y Forma, Serie I, Prehistoria y Arqueología*, 15, p. 17-38.

2010 : « Chapitre I - La chronologie », in OTTE M. (DIR.), *Les Aurignaciens*, Paris, Errance, p. 17-32.

2012 : « Is the MP-EUP transition also an economic and social revolution? », *Quaternary International*, 259, p. 72-77.

DJINDJIAN F., KOZLOWSKI J.K., BAZILE F.

2003 : « Europe during the early Upper Paleolithic (40 000-30 000 BP): a synthesis », in ZILHAO J., D'ERRICO F. (DIR.), *The Chronology of the Aurignacian and of the Transitional Technocomplexes: Dating, Stratigraphies, Cultural Implications; Proceedings of Symposium 6.1 of the XIVth Congress of the UISPP (University of Liège, Belgium, September 2-8, 2001)*, Lisboa, Instituto Português de Arqueologia, p. 29-48.

DOBRES M.

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

DOBRES M.-A., HOFFMAN C.R.

1994 : « Social Agency and the Dynamics of Prehistoric Technology », *Journal of Archaeological Method and Theory*, 1, p. 211-258.

EERKENS J.W.

2000 : « Practice Makes Within 5% of Perfect: Visual Perception, Motor Skill, and Memory in Artifact Variation », *Current Anthropology*, 41, p. 663-668.

EERKENS J.W., BETTINGER R.L.

2001 : « Techniques for assessing standardization in artifact assemblages: Can we scale material variability? », *American Antiquity*, 66, p. 493-504.

EERKENS J.W., LIPO C.P.

2005 : « Cultural transmission, copying errors, and the generation of variation in material culture and the archaeological record », *Journal of Anthropological Archaeology*, 24, p. 316-334.

ELLIS C.J.

1997 : « Factors influencing the use of stone projectile tips - An ethnographic perspective », in *Projectile Technology*.

D'ERRICO F., BACKWELL L.

2003 : « Possible Evidence of Bone Tool Shaping by Swartkrans Early Hominids », *Journal of Archaeological Science*, 30, p. 1559-1576.

D'ERRICO F., BORGIA V., RONCHITELLI A.

2012 : « Uluzzian bone technology and its implications for the origin of behavioural modernity », *Quaternary International*, 259, p. 59-71.

D'ERRICO F., JULIEN M., LIOLIOS D., VANHAEREN M., BAFFIER D.

2003 : « Many awls in our argument. Bone tool manufacture and use in the Châtelperronian and Aurignacian levels of the Grotte du Renne at Arcy-sur-Cure », in ZILHAO J., D'ERRICO F. (DIR.), *The Chronology of the Aurignacian and of the Transitional Technocomplexes: Dating, Stratigraphies, Cultural Implications; Proceedings of Symposium 6.1 of the XIVth Congress of the UISPP (University of Liège, Belgium, September 2-8, 2001)*, Lisboa, Instituto Português de Arqueologia, p. 247-270.

D'ERRICO F., STRINGER C.B.

2011 : « Evolution, revolution or saltation scenario for the emergence of modern cultures? », *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 366, 1567, p. 1060-1069.

D'ERRICO F., VANHAEREN M., BARTON N., BOUZOUGGAR A., MIENIS H., RICHTER D., HUBLIN J.-J., MCPHERRON S.P., LOZOUET P.

2009 : « Additional evidence on the use of personal ornaments in the Middle Paleolithic of North Africa », *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106, 38, p. 16051-16056.

FERNÁNDEZ M.H., VRBA E.S.

2005 : « A complete estimate of the phylogenetic relationships in Ruminantia: a dated species-level supertree of the extant ruminants », *Biological Reviews*, 80, 2, p. 269-302.

FONTANA L.

2012 : *L'Homme et le Renne*, Paris, CNRS (coll. Le passé recomposé).

GIBBONS A.

2011 : « Who Were the Denisovans? », *Science*, 333, 6046, p. 1084-1087.

GOMEZ S., GARCIA A.J., LUNA S., KIERDORF U., KIERDORF H., GALLEGU L., LANDETE-CASTILLEJOS T.

2013 : « Labeling studies on cortical bone formation in the antlers of red deer (*Cervus elaphus*) », *Bone*, 52, 1, p. 506-515.

GOUTAS N.

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

GUTHRIE R.D.

1983 : « Osseous projectile points: Biological considerations affecting raw material selection and design among Paleolithic and Paleoindian peoples », in CLUTTON-BROCK J., GRIGSON C. (DIR.), *Animals and Archaeology*, Oxford, British Archaeological Reports.

HAESAERTS P., TEYSSANDIER N.

2003 : « The early Upper Palaeolithic occupations of Willendorf II (Lower Austria): a contribution to the chronostratigraphic and cultural context of the beginning of the Upper Paleolithic in Central Europe », in ZILHAO J., D'ERRICO F. (DIR.), *The Chronology of the Aurignacian and of the Transitional Technocomplexes: Dating, Stratigraphies, Cultural Implications; Proceedings of Symposium 6.1 of the XIVth Congress of the UISPP (University of Liège, Belgium, September 2-8, 2001)* (coll. Trabalhos de arqueologia, 33), p. 133-152.

HAHN J.

1988a : « 1. Fiche Sagaie à base simple de tradition aurignacienne », in *Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique; Cahier I. Sagaies*, Aix-en-Provence, Publications de l'Université de Provence, p. 1-17.

1988b : « 2. Fiche Sagaie à base fendue », in *Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique; Cahier I. Sagaies*, Aix, Pu, p. 1-21.

HENN B.M., GIGNOUX C.R., JOBIN M., GRANKA J.M., MACPHERSON J.M., KIDD J.M., RODRÍGUEZ-BOTIGUÉ L., RAMACHANDRAN S., HON L., BRISBIN A., LIN A.A., UNDERHILL P.A., COMAS D., KIDD K.K., NORMAN P.J., PARHAM P., BUSTAMANTE C.D., MOUNTAIN J.L., FELDMAN M.W.

2011 : « Hunter-gatherer genomic diversity suggests a southern African origin for modern humans », *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108, 13, p. 5154-5162.

HENRI-MARTIN L.

1931 : *La station Aurignacienne de La Quina*, Angoulême, Impr. Ouvrière.

HENSHILWOOD C.S., MAREAN C.W.

2003 : « The Origin of Modern Human Behavior: Critique of the Models and Their Test Implications », *Current Anthropology*, 44, 5, p. 627-651.

HIGHAM T.

2011 : « European Middle and Upper Palaeolithic radiocarbon dates are often older than they look: problems with previous dates and some remedies », *Antiquity*, 85, p. 235-249.

- HIGHAM T., JACOBI R., BASELL L., BRONK RAMSEY C., CHIOTTI L., NESPOULET R.
2011 : « Precision dating of the Palaeolithic: A new radiocarbon chronology for the Abri Pataud (France), a key Aurignacian sequence », *Journal of Human Evolution*, 61, p. 549-563.
- HORUSITZKY Z.F.
2008 : « Reconstructions of organic Aurignacian points from the Dzerava skala cave (Palfy-barlang), Slovakia », *Anthropologie*, 112, p. 201-246.
- HUBLIN J.-J.
2012 : « The earliest modern human colonization of Europe », *PNAS*, 109, p. 13471-13472.
- HUNTLEY B., ALFANO M.J. O., ALLEN J.R.M., POLLARD D., TZEDAKIS P.C., DE BEAULIEU J.-L., GRÜGER E., WATTS B.
2003 : « European vegetation during Marine Oxygen Isotope Stage-3 », *Quaternary Research*, 59, p. 195-212.
- INGOLD T.
2002 : *The Perception of the Environment: Essays on livelihood, dwelling and skill*, London, Routledge (coll. Taylor & Francis Group), xiv, 465 p.
- JULIEN M.
1982 : « Les harpons magdaléniens », *Gallia Préhistorique*, XVII(supplément).
- JULIEN M., BAFFIER D., LIOLIOS D.
2002 : « L'outillage en matières dures animales », in SCHMIDER B. (DIR.), *L'Aurignacien de la grotte du Renne: Les fouilles d'André Leroi-Gourhan à Arcy-sur-Cure (Yonne)*, Paris, CNRS, p. 215-250.
- KLEIN R.G.
2009 : *The Human Career (3rd ed.)*, Chicago, University of Chicago Press.
- KNECHT H.
1989 : « Design Variability in Aurignacian Bone and Antler Projectile Technologies: Split Base Points », 54th Annual Meeting of the SAA: Culture Change and Variability in Upper Palaeolithic.
1991 : *Technological innovation and design during the Early Upper Paleolithic : a study of organic projectile technologies*, New York University.

1994 : « *The Use of Bone and Antler as Raw Materials during the Early Upper Paleolithic* », Annual Meeting of the Palaeoanthropology Society.

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

KOZLOWSKI J.K.

2005 : « La notion du territoire dans le Paléolithique », in VIALOU D., RENAULT-MISKOVSKY J., PATOU-MATHIS M. (DIR.), *Comportements des hommes du Paléolithique moyen et supérieur en Europe: territoires et milieux*, Liège, ERAULT 111, p. 101-106.

KOZLOWSKI J.K., OTTE M.

2000 : « The Formation of the Aurignacian in Europe », *Journal of Anthropological Research*, 56, p. 513-534.

KRAUSS S., WAGERMAIER W., ESTEVEZ J.A., CURREY J.D., FRATZL P.

2011 : « Tubular frameworks guiding orderly bone formation in the antler of the red deer (*Cervus elaphus*) », *Journal of Structural Biology*, 175, p. 457-464.

KUHN S.

2004 : « Evolutionary perspectives on technology and technological change », *World Archaeology*, 36, 4, p. 561-570.

KUHN S.L.

1995 : « Chapter 2: Technology, Foraging, and Land Use: A Strategic Approach », in *Mousterian Lithic Technology: An Ecological Perspective*, Princeton, Princeton University Press, p. 18-37.

2013 : « Questions of Complexity and Scale in Explanations for Cultural Transitions in the Pleistocene: A Case Study from the Early Upper Paleolithic », *Journal of Archaeological Method and Theory*, 20, 2, p. 194-211.

KULIN R.M., CHEN P.-Y., JIANG F., MCKITTRICK J., VECCHIO K.S.

2010 : « Dynamic Fracture Resilience of Elk Antler: Biomimetic Inspiration for Improved Crashworthiness », *Journal of the Minerals, Metals and Materials Society*, 62, p. 41-46.

KULIN R.M., CHEN P.-Y., JIANG F., VECCHIO K.S.

2011 : « A study of the dynamic compressive behavior of Elk antler », *Materials Science & Engineering C-Materials for Biological Applications*, 31, p. 1030-1041.

LANDETE-CASTILLEJOS T., CURREY J.D., CEACERO F., GARCIA A.J., GALLEGO L., GOMEZ S.

2012 : « Does nutrition affect bone porosity and mineral tissue distribution in deer antlers? The relationship between histology, mechanical properties and mineral composition », *Bone*, 50, p. 245-254.

LANDETE-CASTILLEJOS T., CURREY J.D., ESTEVEZ J.A., FIERRO Y., CALATAYUD A., CEACERO F., GARCIA A.J., GALLEGO L.

2010 : « Do drastic weather effects on diet influence changes in chemical composition, mechanical properties and structure in deer antlers? », *Bone*, 47, p. 815-825.

LANDETE-CASTILLEJOS T., CURREY J.D., ESTEVEZ J.A., GASPAR-LOPEZ E., GARCIA A., GALLEGO L.

2007 : « Influence of physiological effort of growth and chemical composition on antler bone mechanical properties », *Bone*, 41, p. 794-803.

LAPLACE G.

1966 : *Recherches sur l'origine et l'évolution des complexes leptolithiques*, Paris, de Boccard.

LEMOINE G.M., DARWENT C.

1998 : « The Walrus and the Carpenter: Late Dorset Ivory Working in the High Arctic », *Journal of Archaeological Science*, 25, p. 73-83.

LEMONNIER P.

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

LEROI-GOURHAN A.

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

1971 [1943] : *L'homme et la matière*, Paris, Albin Michel.

1973 [1945] : *Milieu et technique*, Paris, Albin Michel.

LEROY-PROST C.

1975 : « L'industrie osseuse aurignacienne. Essai régional de classification, Poitou, Charentes, Périgord », *Gallia Préhistoire*, 18, p. 65-156.

1979 : « L'industrie osseuse aurignacienne. Essai régional de classification, Poitou, Charentes, Périgord (suite) », *Gallia Préhistoire*, 22, p. 205-370.

LI C., HARRIS A.J., SUTTIE J.M.

2001 : « Tissue interactions and antlerogenesis: New findings revealed by a xenograft approach », *Journal of Experimental Zoology*, 290, 1, p. 18-30.

LIOLIOS D.

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

2006 : « Reflections on the role of bone tools in the definition of the Early Aurignacian », in BAR-YOSEF O., ZILHAO J. (DIR.), , Instituto Portugues de Arqueologia, p. 37-51.

2010 : « Chapitre VII - Les instruments osseux », in OTTE M. (DIR.), *Les Aurignaciens*, Paris, Errance, p. 17-32.

MACGREGOR A.

1984 : *Bone, Antler, Ivory and Horn: Technology of Skeletal Materials Since the Roman Period*, Ashmolean Museum, 258 p.

MARDIA K.V., DRYDEN I.L.

1989 : « Shape Distribution for Landmark Data », *Advances in Applied Probability*, 21, p. 742-755.

MATEOS C., ALARCOS S., CARRANZA J., SANCHEZ-PRIETO C.B., VALENCIA J.

2008 : « Fluctuating asymmetry of red deer antlers negatively relates to individual condition and proximity to prime age », *Animal Behaviour*, 75, p. 1629-1640.

MAUSS M.

1936 : « Les techniques du corps », *Journal de Psychologie*, XXXII.

MAXWELL M.S.

1985 : *Prehistory of the Eastern Arctic*, Orlando, 327 p.

MCDONALD C.G., DEMARAIS S., CAMPBELL T.A., JANSSEN H.F., ALLEN V.G., KELLEY A.M.

2005 : « Physical and chemical characteristics of antlers and antler breakage in white-tailed deer », *Southwestern Naturalist*, 50, p. 356-362.

MCGHEE R.

1977 : « Ivory for the Sea Woman: The Symbolic Attributes of a Prehistoric Technology », *Canadian Journal of Archaeology*, 1, p. 141-149.

MCGHEE R., TUCK J.A.

1976 : « Un-Dating the Canadian Arctic », *Memoirs of the Society for American Archaeology*, p. 6-14.

MCPHERRON S.P.

2003 : « Technological and Typological Variability in the Bifaces from Tabun Cave, Israel », in SORESSI M., DIBBLE H.L. (DIR.), *Multiple Approaches to the Study of Bifacial Technologies*, Philadelphia, University of Pennsylvania Museum of Archaeology and Anthropology, p. 55-76.

MELDGAARD J.

1977 : « Prehistoric Cultures in Greenland. Discontinuities in a Marginal Area », in KYLSTRA H.P., LIEFFERINK L.H. (DIR.), , p. 19-52.

MELLARS P.

1996 : « Chapter 10: The Significance of Industrial Variability », in *The Neanderthal Legacy: An Archaeological Perspective from Western Europe*, Princeton, Princeton University Press, p. 315-355.

2004 : « Neanderthals and the modern human colonization of Europe », *Nature*, 432, p. 461-465.

2011 : « Palaeoanthropology: The earliest modern humans in Europe », *Nature*, 479, p. 483-485.

MENDOZA-NAZAR P., DAVID MENDOZA-MARTINEZ G., HERRERA-HARO J., RUIZ-SESMA B., BARCENA-GAMA R., TARANGO-ARAMBULA L.

2012 : « Effect of ruminally protected methionine on body weight gain and growth of antlers in red deer (*Cervus elaphus*) in the humid tropics », *Tropical Animal Health and Production*, 44, p. 681-684.

MOREAU L.

2011 : « La fin de l'Aurignacien et le début du Gravettien en Europe centrale: continuité ou rupture? Étude comparative des ensembles lithiques de Breitenbach (Sachsen-Anhalt, D) et Geißenklösterle (AH 1) Bade-Wurtemberg, D). », *Notae Praehistoricae*, 31, p. 21-29.

NELSON M.C.

1997 : « Projectile points: Form, function, and design », in KNECHT H. (DIR.), *Projectile Technology*, New York, Plenum Press, p. 371-384.

NESBITT P.H.

1928 : *A Study of the Aurignacian Site La Ruth (France)*, Master of Arts - Dissertation, University of Chicago, 67 p.

NEWCOMER M.

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

NEWMAN K., MOORE M.W.

2013 : « Ballistically anomalous stone projectile points in Australia », *Journal of Archaeological Science*, 40, 6, p. 2614-2620.

NORMAND C., BEAUNE S.A. DE, COSTAMAGNO S., DIOT M.-F., HENRY-GAMBIER D., GOUTAS N., LAROULANDIE V., LENOBLE A., O'FARRELL M., RENDU W., GARAIZAR J.R., SCHWAB C., VINAGRE A.T., TEXIER P.-J., WHITE R.

2007 : « Nouvelles données sur la séquence aurignacienne de la grotte d'Isturitz (communes d'Isturitz et de Saint-Martin-d'Arberoue. Pyrénées-Atlantiques) », *Un siècle de construction du discours scientifique en Préhistoire, vol. III « ...Aux conceptions d'aujourd'hui », Actes du Congrès Préhistorique de France, XXVIe session, Congrès du Centenaire, 21-25 septembre 2004, Avignon.*, p. 277-293.

NUZHNYI D.

1998 : « The Preliminary Results of Experiments with Aurignacian Split-Based Points Production, Hafting and Usage », *Préhistoire Européenne*, 13, p. 117-132.

ODAR B.

2011 : « Archers at Potočka zijalka? », *ARHEOLOŠKI VESTNIK*, 62, p. 443-456.

ODELL G.H.

1996 : « Economizing behavior and the concept of “curation” », in ODELL G.H. (DIR.), *Stone Tools: Theoretical Insights into Human Prehistory*, New York, Plenum Press, p. 51-80.

ODELL G.H., COWAN F.

1986 : « Experiments with Spears and Arrows on Animal Targets », *Journal of Field Archaeology*, 13, p. 195-212.

OLSEN S.

1979 : « A Study of Bone Artifacts from Grasshopper Pueblo, Az P:14:1 », *The Kiva*, 44, p. 341-373.

1980 : « Bone Artifacts from Kininshba Reuin: Their Manufacture and Use », *The Kiva*, 46, p. 39-67.

PALMA DI CESNOLA A.

2006 : « L’Aurignacien et le Gravettien ancien de la grotte Paglicci au Mont Gargano », *L’Anthropologie*, 110, 3, p. 355-370.

PARK R.W., STENTON D.R.

1998 : *Ancient Harpoon Heads of Nunavut: An Illustrated Guide*, Ottawa, Parks Canada.

PATHAK N., PATTANAIK A., PATRA R., ARORA B..

2001 : « Mineral composition of antlers of three deer species reared in captivity », *Small Ruminant Research*, 42, 1, p. 61-65.

PELEGRIN J., KARLIN C., BODU P.

1988 : « “Chaînes opératoires” : un outil pour le préhistorien », *Technologie préhistorique*, 25, p. 55-62.

PEREIRA T., BENEDETTI M.M.

s. d. : « A model for raw material management as a response to local and global environmental constraints », *Quaternary International*.

PÉTILLON J.-M.

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

PEYRONY D.

1928 : « Pièces à languette de l'Aurignacien moyen », *Anthropologie et Archéologie*, p. 439-441.

1933 : « Les Industries "aurignaciennes" dans le bassin de la Vézère », *Bulletin de la Société préhistorique de France*, 30, p. 543-559.

1934 : « La Ferrassie », *Préhistoire*, 3, p. 1-92.

RANDI E., MUCCI N., PIERPAOLI M., DOUZERY E.

1998 : « New phylogenetic perspectives on the Cervidae (Artiodactyla) are provided by the mitochondrial cytochrome b gene », *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 265, 1398, p. 793-801.

ROLLAND N., DIBBLE H.L.

1990 : « A New Synthesis of Middle Paleolithic Variability », *American Antiquity*, 55, p. 480-499.

RONDEAU M.F.

1996 : « When is an Elko? », in ODELL G.H. (DIR.), *Stone Tools: Theoretical Insights into Human Prehistory*, New York, Plenum Press.

SCHERRER B.

2007 : *Biostatistique (2e éd.)*, Montréal, Gaëtan Morin Éditeur, 816 p.

SEMENOV S.A.

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

SHAH S.R., DESJARDINS J.D., BLOB R.W.

2008 : « Antler stiffness in caribou (*Rangifer tarandus*): Testing variation in bone material properties between males and females », *Zoology*, 111, p. 476-482.

SHEA J.J.

2006 : « The origins of lithic projectile point technology: evidence from Africa, the Levant, and Europe », *Journal of Archaeological Science*, 22, p. 823-846.

SHEA J.J., DAVIS S., BROWN K.

2001 : « Experimental Tests of Middle Palaeolithic Spear Points Using a Calibrated Crossbow », *Journal of Archaeological Science*, 28, p. 807-816.

SHOTT M.J.

1989 : « Diversity, organization and behavior in the material record: An ethnographic examination », *Current Anthropology*, 30, p. 283-301.

1997 : « Stones and Shafts Redux: The Metric Discrimination of Chipped-Stone Dart and Arrow Points », *American Antiquity*, 62, p. 86-101.

SHOTT M.J., SILLITOE P.

2005 : « Use life and curation in New Guinea experimental used flakes », *Journal of Archaeological Science*, 32, p. 653-663.

SISK M.L., SHEA J.J.

2011 : « The African Origin of Complex Projectile Technology: An Analysis Using Tip Cross-Sectional Area and Perimeter », *International Journal of Evolutionary Biology*, 2011, p. 8.

SOARES P., ACHILLI A., SEMINO O., DAVIES W., MACAULAY V., BANDELT H.-J., TORRONI A., RICHARDS M.B.

2010 : « The Archaeogenetics of Europe », *Current Biology*, 20, p. R174-R183.

DE SONNEVILLE-BORDES D.

1960 : *Le Paléolithique supérieur en Périgord*, Bordeaux, Delmas.

SPIER R.F.G.

1970 : *From the hand of man: primitive and preindustrial technologies*, Boston, Houghton Mifflin Company, 159 p.

STORDEUR-YEDID D.

1978 : « Proposition de classement des objets en os selon le degré de transformation imposé à la matière première », *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 75, p. 20-23.

1979 : « Les aiguilles à chas au Paléolithique », *Gallia Préhistorique*, XIII(supplément).

1980 : *Harpons Paléo-Eskimaux de la région d'Iglouluk*, Paris, Éditions ADPF (coll. Recherche sur les grandes civilisations: Cahier No. 2), 107 p.

SZMIDT C.C., BROU L., JACCOTTEY L.

2010a : « Direct radiocarbon (AMS) dating of split-based points from the (Proto)Aurignacian of Trou de la Mère Clochette, Northeastern France. Implications for the characterization of the Aurignacian and the timing of technical innovations in Europe », *Journal of Archaeological Science*, 37, p. 3320-3337.

SZMIDT C.C., NORMAND C., BURR G.S., HODGINS G.W.L., LAMOTTA S.

2010b : « AMS 14C dating the Protoaurignacian/Early Aurignacian of Isturitz, France. Implications for Neanderthal-modern human interaction and the timing of technical and cultural innovations in Europe », *Journal of Archaeological Science*, 37, p. 758-768.

TALAMO S., SORESSI M., ROUSSEL M., RICHARDS M., HUBLIN J.-J.

2012 : « A radiocarbon chronology for the complete Middle to Upper Palaeolithic transitional sequence of Les Cottés (France) », *Journal of Archaeological Science*, 39, p. 175-183.

TARTAR É.

2009 : *De l'os à l'outil: caractérisation technique, économique et sociale de l'utilisation de l'os à l'Aurignacien ancien. Étude de trois sites: l'Abri Castanet (secteur nord et sud), Brassempony (Grotte des Hyènes et Abri Dubalen) et Gatzarria*, Paris I - Panthéon-Sorbonne.

TARTAR É., TEYSSANDIER N., BON F., LIOLIOS D.

2006 : « Équipement de chasse, équipement domestique: une distinction efficace? Réflexion sur la notion d'investissement technique dans les industries aurignaciennes », in ASTRUC L., BON F., LÉA V., MILCENT P.-Y., PHILIBERT S. (DIR.), , p. 107-117.

TARTAR É., WHITE R.

2013 : « The manufacture of Aurignacian split-based points: an experimental challenge », *Journal of Archaeological Science*.

TEJERO CACERES J.M.

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

TEJERO J.M., CHRISTENSEN M., BODU P.

2012 : « Red Deer Antler Technology and Early Modern Humans in Southeast Europe: An Experimental Study », *Journal of Archaeological Science*, 39, p. 332-346.

TEYSSANDIER N.

2000 : « L'industrie lithique aurignacienne du secteur II de Barbas (Creysse, Dordogne) : Analyse technique et implications archéologiques », in GUILLOMET-MALMASSARI E.B. ET V. (DIR.), *Des comportements techniques dans la préhistoire*, Nanterre, France (coll. Ateliers, 20), p. 29-59.

2005 : « Les débuts de l'Aurignacien en Europe. Discussion à partir des sites de Geissenklösterle, Willendorf II, Krems-Hundssteig et Bacho Kiro », *Bulletin de la Société préhistorique française*, 102, 1, p. 211-216.

2007a : « En route vers l'Ouest? Les débuts de l'Aurignacien en Europe centrale et dans les Balkans. », *Les chemins de l'art Aurignacien en Europe / Das Aurignacien und die Anfänge der kunst in Europa*, p. 117-130.

2007b : « L'émergence du Paléolithique supérieur en Europe : mutations culturelles et rythmes d'évolution », *PALEO. Revue d'archéologie préhistorique*, 19, p. 367-389.

2008 : « Revolution or evolution: the emergence of the Upper Paleolithic in Europe », *World Archaeology*, 40, 4, p. 493-519.

TEYSSANDIER N., LIOLIOS D.

2003 : « Defining the earliest Aurignacian in the Swabian Alp : the relevance of the technological study of the Geißenklösterle (Baden-Württemberg, Germany) lithic and organic productions », in *The chronology of the Aurignacian and of the transitional technocomplexes. Dating, stratigraphies, cultural implications.*, p. 179-196.

2008 : « Le concept d'Aurignacien : entre rupture préhistorique et obstacle épistémologique », *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 105, 4, p. 737-747.

THOMAS D.H.

1978 : « Arrowheads and Atlatl Darts: How the Stones Got the Shaft », *American Antiquity*, 43, p. 461-472.

TSANOVA T., ZWYNS N., EIZENBERG L., TEYSSANDIER N., LE BRUN-RICALENS F., OTTE M.

2012 : « Le plus petit dénominateur commun : réflexion sur la variabilité des ensembles lamellaires du Paléolithique supérieur ancien d'Eurasie. Un bilan autour des exemples de Kozarnika (Est des Balkans) et Yafteh (Zagros central) », *L'Anthropologie*, 116, 4, p. 469-509.

VANHAEREN M., D'ERRICO F.

2006 : « Aurignacian ethno-linguistic geography of Europe revealed by personal ornaments », *Journal of Archaeological Science*, 33, p. 1105-1128.

VERCOUTÈRE C., PATOU-MATHIS M.

2010 : « Chapitre VIII - L'animal comme ressource alimentaire... pas seulement », in OTTE M. (DIR.), *Les Aurignaciens*, Paris, Errance, p. 17-32.

VERNA C., DUJARDIN V., TRINKAUS E.

2012 : « The Early Aurignacian human remains from La Quina-Aval (France) », *Journal of Human Evolution*, 62, p. 605-617.

WEINSTOCK J.

2000 : *Late Pleistocene Reindeer Populations in Middle and Western Europe: An Osteometrical Study of Rangifer Tarandus*, Mo Vince Verlag, 307 p.

WHITE R., KNECHT H.

1992 : « The Abri Cellier (or La Ruth [sic]), Commune de Tursac (Dordogne): Results of the 1927 Beloit College Excavations », in WHITE R., BREITBORDE L.B. (DIR.), *French Paleolithic Collections in the Logan Museum of Anthropology*, Beloit, Museums of Beloit College (coll. Logan Museum Bulletin, 2), p. 39-96.

WHITE R., MENSAN R., BOURRILLON R., CRETIN C., HIGHAM T.F.G., CLARK A.E., SISK M.L., TARTAR E., GARDÈRE P., GOLDBERG P., PELEGRIN J., VALLADAS H., TISNÉRAT-LABORDE N., SANOIT J. DE, CHAMBELLAN D., CHIOTTI L.

2012 : « Context and dating of Aurignacian vulvar representations from Abri Castanet, France », *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109, 22, p. 8450-8455.

Annexe 1

MAÎTRISE : Expérimentation, technologie en bois de cervidé travaillé
Université de Montréal – McGill University

Responsable : Luc Doyon; Direction expérimentale : Prof. Michael Bisson; Direction du mémoire: Prof. Ariane Burke

# fiche	Titre expérimentation	Date expérimentation
_____	_____	_____
_____	_____	_____

MATIÈRE TRAVAILLÉE

Type	Espèce	Localisation anatomique	Âge individu	État de la matière
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____

RÉALISATION DE L'EXPÉRIMENTATION

Opérations réalisées	Outils utilisés	Durée
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

RÉSULTATS OBTENUS

Surfaces _____

Déchets _____

Annexe 2

Section 2.2.3.3 : Ratio d'élongation et d'aplanissement des pointes aurignaciennes mises au jour en France et en Belgique (source des données : Knecht, 1991)

Pointe_Type	Site	MLong	MLarg	MÉpai	Pte_ID_Knecht	RApla	RÉlon
sbp	Abri Blanchard	45	11.9	4.1	2	0.34453782	0.09111111
sbp	Abri Blanchard	93	8	5	18	0.625	0.05376344
sbp	Abri Blanchard	49	10.3	4.7	23	0.45631068	0.09591837
sbp	Abri Blanchard	94	15.4	6.5	25	0.42207792	0.06914894
sbp	Abri Blanchard	67	17.6	4.7	27	0.26704545	0.07014925
sbp	Abri Blanchard	135	22	9.1	37	0.41363636	0.06740741
sbp	Abri Blanchard	76	18.6	6.3	39	0.33870968	0.08289474
sbp	Abri Blanchard	71	14	6.8	41	0.48571429	0.09577465
sbp	Abri Blanchard	82	11.3	5.6	48	0.49557522	0.06829268
sbp	Abri Blanchard	99	13.9	5.9	49	0.42446043	0.05959596
los	Abri Castanet	105	16.5	8.5	468	0.51515152	0.08095238
sbp	Abri Castanet	122	16.4	6.5	52	0.39634146	0.05327869
sbp	Abri Castanet	71	11	5.3	55	0.48181818	0.07464789
sbp	Abri Castanet	96	10.5	6.5	60	0.61904762	0.06770833
sbp	Abri Castanet	87	13	6.3	68	0.48461538	0.07241379
sbp	Abri Castanet	113	14.1	6.1	71	0.43262411	0.0539823
sbp	Abri Castanet	68	11.9	5.3	76	0.44537815	0.07794118
sbp	Abri Castanet	63	11.1	4.8	77	0.43243243	0.07619048
sbp	Abri Castanet	56	11.2	4.2	80	0.375	0.075
sbp	Abri Castanet	112	15.7	5.7	82	0.36305732	0.05089286
sbp	Abri Castanet	105	10.9	5.8	84	0.53211009	0.0552381
sbp	Abri Castanet	88	17.5	6.6	85	0.37714286	0.075
sbp	Abri Castanet	96	16.1	6.8	88	0.42236025	0.07083333
sbp	Abri Castanet	137	31.3	9.4	97	0.30031949	0.06861314
sbp	Abri Castanet	150	16.7	5.8	100	0.34730539	0.03866667
sbp	Abri Castanet	94	17.6	5.6	101	0.31818182	0.05957447
sbp	Abri Castanet	68	13.5	4.9	102	0.36296296	0.07205882
sbp	Abri Castanet	70	11.6	6.6	103	0.56896552	0.09428571
sbp	Abri Cellier	70	15.9	5.9	121	0.37106918	0.08428571
sbp	Abri Cellier	76	18	6.2	131	0.34444444	0.08157895
spn	Abri Cellier	77	8.8	6.6	518	0.75	0.08571429
sbp	Abri du Poisson	137	12.3	7.1	140	0.57723577	0.05182482
sbp	Abri du Poisson	79	23.7	7.4	141	0.31223629	0.09367089
sbp	Abri du Poisson	169	22.2	10.7	143	0.48198198	0.06331361
sbp	Abri du Poisson	100	19.8	5.7	147	0.28787879	0.057
sbp	Abri du Poisson	104	18.9	7.7	148	0.40740741	0.07403846
los	Goyet	145	21.5	11.6	481	0.53953488	0.08
spn	Goyet	100	6.9	5.2	520	0.75362319	0.052
spn	Goyet	77	11.8	10.8	521	0.91525424	0.14025974
spn	Goyet	83	9.7	6	522	0.6185567	0.07228916
los	Grotte Walou	84	14.4	5.8	483	0.40277778	0.06904762
los	Grotte Walou	115	15.1	4.9	484	0.32450331	0.0426087
los	Grotte XVI	139	17	7.1	471	0.41764706	0.05107914
los	Grotte XVI	127	19.3	8.4	472	0.43523316	0.06614173
sbp	Isturitz	83	16.1	5.1	217	0.31677019	0.06144578
sbp	Isturitz	65	12	4.2	223	0.35	0.06461538
sbp	Isturitz	96	14.1	6	229	0.42553191	0.0625
sbp	Isturitz	62	10.4	5.1	231	0.49038462	0.08225806

Pointe_Type	Site	MLong	MLarg	MÉpai	Pte_ID_Knecht	RApla	RÉlon
sbp	Isturitz	82	14	6.3	236	0.45	0.07682927
sbp	Isturitz	106	15.7	7.9	239	0.50318471	0.0745283
sbp	Isturitz	68	15.6	6.6	246	0.42307692	0.09705882
sbp	Isturitz	71	13	6.8	247	0.52307692	0.09577465
sbp	Isturitz	82	11.6	6.4	250	0.55172414	0.07804878
sbp	Isturitz	48	13.9	5.9	257	0.42446043	0.12291667
sbp	Isturitz	120	10.7	4.4	258	0.41121495	0.03666667
sbp	Isturitz	72	12.9	4.7	262	0.36434109	0.06527778
sbp	Isturitz	73	17	5.5	263	0.32352941	0.07534247
sbp	Isturitz	82	13.8	6.8	264	0.49275362	0.08292683
sbp	Isturitz	66	10.6	5.7	265	0.53773585	0.08636364
sbp	Isturitz	46	11.7	4.4	270	0.37606838	0.09565217
sbp	Isturitz	84	10.4	6.5	271	0.625	0.07738095
sbp	Isturitz	103	14.8	6.9	273	0.46621622	0.06699029
sbp	Isturitz	44	7.6	3.6	274	0.47368421	0.08181818
sbp	Isturitz	77	13.6	6.4	275	0.47058824	0.08311688
sbp	Isturitz	118	13.1	6	276	0.45801527	0.05084746
sbp	Isturitz	95	10.4	5.4	278	0.51923077	0.05684211
sbp	Isturitz	79	9.7	5	279	0.51546392	0.06329114
los	La Ferrassie	99	9.7	6.5	384	0.67010309	0.06565657
los	La Ferrassie	106	23.8	9.7	387	0.40756303	0.09150943
los	La Ferrassie	148	16.5	8.3	391	0.5030303	0.05608108
los	La Ferrassie	69	9.3	5.2	393	0.55913978	0.07536232
los	La Ferrassie	107	14.4	6.6	397	0.45833333	0.06168224
los	La Ferrassie	133	15.7	7.9	438	0.50318471	0.0593985
los	La Ferrassie	95	15.2	7.7	440	0.50657895	0.08105263
los	La Ferrassie	182	15.9	5.8	450	0.36477987	0.03186813
los	La Ferrassie	169	15.6	7.4	452	0.47435897	0.04378698
los	La Ferrassie	164	19.3	6.2	457	0.32124352	0.03780488
los	La Ferrassie	219	25.4	10.2	458	0.4015748	0.04657534
los	La Ferrassie	178	17	10.5	459	0.61764706	0.05898876
los	La Ferrassie	147	17.2	8.9	460	0.51744186	0.06054422
los	La Ferrassie	147	15.9	7.9	462	0.49685535	0.0537415
sbp	La Ferrassie	82	12.7	6.4	172	0.50393701	0.07804878
sbp	La Ferrassie	60	9.1	5.6	174	0.61538462	0.09333333
spn	La Ferrassie	122	9.1	7.7	489	0.84615385	0.06311475
spn	La Ferrassie	94	9	6.7	493	0.74444444	0.0712766
spn	La Ferrassie	96	9.3	4.8	494	0.51612903	0.05
spn	La Ferrassie	118	14.8	7.2	501	0.48648649	0.06101695
spn	La Ferrassie	95	9.7	6.6	506	0.68041237	0.06947368
spn	La Ferrassie	121	10.3	7.6	507	0.73786408	0.06280992
spn	La Ferrassie	104	13	9.9	508	0.76153846	0.09519231
spn	La Ferrassie	153	9.8	4.6	509	0.46938776	0.03006536
spn	La Ferrassie	65	10.3	5.6	515	0.54368932	0.08615385
sbp	La Quina	104	12	8.1	187	0.675	0.07788462
sbp	Laussel	127	22.5	9.2	161	0.40888889	0.07244094
sbp	St-Jean-de-Verges	101	17.1	9.3	286	0.54385965	0.09207921
sbp	St-Jean-de-Verges	148	21.8	8.8	288	0.40366972	0.05945946

Pointe_Type	Site	MLong	MLarg	MÉpai	Pte_ID_Knecht	RApla	RÉlon
sbp	St-Jean-de-Verges	100	14.8	10.3	289	0.69594595	0.103
sbp	St-Jean-de-Verges	86	14.7	6.3	290	0.42857143	0.07325581
sbp	St-Jean-de-Verges	103	15.6	7.2	301	0.46153846	0.06990291
sbp	St-Jean-de-Verges	102	16.7	8.5	302	0.50898204	0.08333333
sbp	St-Jean-de-Verges	58	13.4	7	313	0.52238806	0.12068966
sbp	St-Jean-de-Verges	58	12.5	5.9	314	0.472	0.10172414
sbp	St-Jean-de-Verges	46	14.4	5.5	317	0.38194444	0.11956522
sbp	Tarte	103	11.7	4.9	322	0.41880342	0.04757282
sbp	Tarte	178	18.9	6.7	323	0.35449735	0.03764045
sbp	Tarte	82	13	5.5	327	0.42307692	0.06707317
sbp	Tarte	55	13.4	6	338	0.44776119	0.10909091
spn	Trou Magrite	94	7.8	4.2	523	0.53846154	0.04468085

Légende

Pointe_Type	Type de pointe	
	sbp	Pointe à base fendue
	los	Pointe losangique
	spn	Pointe biconique
Site	Site de provenance	
MLong	Longueur maximale (mm)	
MLarg	Largeur maximale (mm)	
MÉpai	Épaisseur maximale (mm)	
Pte_ID_Knecht	Numéro d'identificateur (Knecht, 1991)	
RApla	Ratio d'aplanissement	
RÉlon	Ratio d'élongation	

Section 2.2.4 : Valeur du TCSP pour les pointes de projectile aurignaciennes (source des données : Knecht, 1991 et observations personnelles) de même que pour les sagaies et flèches d'origine ethnologique et archéologique (sources des données : Thomas, 1978 et Shott, 1997)

Pointe_Type	Provenance	MLarg	MÉpais	TCSP	Pointe_ID	Source
sbp	Abri Blanchard	8	5	18.86796226	18	Knecht 1991
sbp	Abri Blanchard	10.3	4.7	22.64332131	23	Knecht 1991
sbp	Abri Blanchard	11.3	5.6	25.22300537	48	Knecht 1991
sbp	Abri Blanchard	11.9	4.1	25.17300141	2	Knecht 1991
sbp	Abri Blanchard	13.9	5.9	30.20066224	49	Knecht 1991
sbp	Abri Blanchard	14	6.8	31.12812233	41	Knecht 1991
sbp	Abri Blanchard	15.4	6.5	33.43112322	25	Knecht 1991
sbp	Abri Blanchard	17.6	4.7	36.43350107	27	Knecht 1991
sbp	Abri Blanchard	18.6	6.3	39.27594684	39	Knecht 1991
sbp	Abri Blanchard	22	9.1	47.61554368	37	Knecht 1991
sbp	Abri Castanet	10.5	6.5	24.69817807	60	Knecht 1991
sbp	Abri Castanet	10.9	5.8	24.69412886	84	Knecht 1991
sbp	Abri Castanet	11	5.3	24.42048321	55	Knecht 1991
sbp	Abri Castanet	11.1	4.8	24.18677324	77	Knecht 1991
sbp	Abri Castanet	11.2	4.2	23.92321049	80	Knecht 1991
sbp	Abri Castanet	11.6	6.6	26.69232099	103	Knecht 1991
sbp	Abri Castanet	11.9	5.3	26.05379051	76	Knecht 1991
sbp	Abri Castanet	13	6.3	28.89221348	68	Knecht 1991
sbp	Abri Castanet	13.5	4.9	28.72350953	102	Knecht 1991
sbp	Abri Castanet	14.1	6.1	30.72588485	71	Knecht 1991
sbp	Abri Castanet	15.7	5.7	33.40538879	82	Knecht 1991
sbp	Abri Castanet	16.1	6.8	34.95425582	88	Knecht 1991
sbp	Abri Castanet	16.4	6.5	35.28229018	52	Knecht 1991
sbp	Abri Castanet	16.7	5.8	35.35703607	100	Knecht 1991
sbp	Abri Castanet	17.5	6.6	37.40641656	85	Knecht 1991
sbp	Abri Castanet	17.6	5.6	36.93886842	101	Knecht 1991
sbp	Abri Castanet	31.3	9.4	65.36206851	97	Knecht 1991
sbp	Abri Cellier	14.1	6.6	31.13647379	LMA: 10336.2	obs. pers.
sbp	Abri Cellier	14.7	6.7	32.30975085	LMA: 10061.2	obs. pers.
sbp	Abri Cellier	15.6	5.6	33.14935897	LMA: 100177.16	obs. pers.
sbp	Abri Cellier	17.4	6.6	37.21934981	LMA: 100177.12	obs. pers.
sbp	Abri Cellier	20.9	9.4	45.83317576	LMA: 10336.3	obs. pers.
sbp	Abri Cellier	27	13.5	60.37383539	LMA: 100177.8	obs. pers.
los	Abri Cellier	13.9	8.6	32.69067145	LMA: 10338.10	obs. pers.
los	Abri Cellier	24.9	11.8	55.10898293	LMA: 10062.1	obs. pers.
spn	Abri Cellier	8.8	6.6	22	518	Knecht 1991
sbp	Abri du Poisson	12.3	7.1	28.40422504	140	Knecht 1991
sbp	Abri du Poisson	18.9	7.7	40.81666326	148	Knecht 1991
sbp	Abri du Poisson	19.8	5.7	41.2082516	147	Knecht 1991
sbp	Abri du Poisson	22.2	10.7	49.28813245	143	Knecht 1991
sbp	Abri du Poisson	23.7	7.4	49.65682229	141	Knecht 1991
sbp	Isturitz	7.6	3.6	16.81903683	274	Knecht 1991
sbp	Isturitz	9.7	5	21.82567296	279	Knecht 1991
sbp	Isturitz	10.4	5.1	23.16635491	231	Knecht 1991
sbp	Isturitz	10.4	5.4	23.43672332	278	Knecht 1991
sbp	Isturitz	10.4	6.5	24.52835094	271	Knecht 1991
sbp	Isturitz	10.6	5.7	24.07072911	265	Knecht 1991
sbp	Isturitz	10.7	4.4	23.13871215	258	Knecht 1991
sbp	Isturitz	11.6	6.4	26.49679226	250	Knecht 1991
sbp	Isturitz	11.7	4.4	25	270	Knecht 1991
sbp	Isturitz	12	4.2	25.42754412	223	Knecht 1991

Pointe_Type	Provenance	MLarg	MÉpais	TCSP	Pointe_ID	Source
sbp	Isturitz	12.9	4.7	27.45906044	262	Knecht 1991
sbp	Isturitz	13	6.8	29.3421199	247	Knecht 1991
sbp	Isturitz	13.1	6	28.81735588	276	Knecht 1991
sbp	Isturitz	13.6	6.4	30.06127076	275	Knecht 1991
sbp	Isturitz	13.8	6.8	30.76881538	264	Knecht 1991
sbp	Isturitz	13.9	5.9	30.20066224	257	Knecht 1991
sbp	Isturitz	14	6.3	30.70439708	236	Knecht 1991
sbp	Isturitz	14.1	6	30.64702269	229	Knecht 1991
sbp	Isturitz	14.8	6.9	32.6588426	273	Knecht 1991
sbp	Isturitz	15.6	6.6	33.87742611	246	Knecht 1991
sbp	Isturitz	15.7	7.9	35.1511024	239	Knecht 1991
sbp	Isturitz	16.1	5.1	33.77691519	217	Knecht 1991
sbp	Isturitz	17	5.5	35.73513677	263	Knecht 1991
los	La Ferrassie	9.3	5.2	21.31009151	393	Knecht 1991
los	La Ferrassie	9.7	6.5	23.35294414	384	Knecht 1991
los	La Ferrassie	14.4	6.6	31.68090908	397	Knecht 1991
los	La Ferrassie	15.2	7.7	34.07814549	440	Knecht 1991
los	La Ferrassie	15.6	7.4	34.53230372	452	Knecht 1991
los	La Ferrassie	15.7	7.9	35.1511024	438	Knecht 1991
los	La Ferrassie	15.9	5.8	33.84966765	450	Knecht 1991
los	La Ferrassie	15.9	7.9	35.50887213	462	Knecht 1991
los	La Ferrassie	16.5	8.3	36.93995127	391	Knecht 1991
los	La Ferrassie	17	10.5	39.96248241	459	Knecht 1991
los	La Ferrassie	17.2	8.9	38.73241536	460	Knecht 1991
los	La Ferrassie	19.3	6.2	40.54281687	457	Knecht 1991
los	La Ferrassie	23.8	9.7	51.4015564	387	Knecht 1991
los	La Ferrassie	25.4	10.2	54.74303609	458	Knecht 1991
spn	La Ferrassie	9	6.7	22.4401426	493	Knecht 1991
spn	La Ferrassie	9.1	7.7	23.84114091	489	Knecht 1991
spn	La Ferrassie	9.3	4.8	20.93131625	494	Knecht 1991
spn	La Ferrassie	9.7	6.6	23.46486736	506	Knecht 1991
spn	La Ferrassie	9.8	4.6	21.65178976	509	Knecht 1991
spn	La Ferrassie	10.3	5.6	23.4478144	515	Knecht 1991
spn	La Ferrassie	10.3	7.6	25.60078124	507	Knecht 1991
spn	La Ferrassie	13	9.9	32.68088126	508	Knecht 1991
spn	La Ferrassie	14.8	7.2	32.91686498	501	Knecht 1991
sbp	St-Jean-de-Verges	12.5	5.9	27.64489103	314	Knecht 1991
sbp	St-Jean-de-Verges	13.4	7	30.2364019	313	Knecht 1991
sbp	St-Jean-de-Verges	14.4	5.5	30.82920693	317	Knecht 1991
sbp	St-Jean-de-Verges	14.7	6.3	31.98624704	290	Knecht 1991
sbp	St-Jean-de-Verges	14.8	10.3	36.06272314	289	Knecht 1991
sbp	St-Jean-de-Verges	15.6	7.2	34.36277055	301	Knecht 1991
sbp	St-Jean-de-Verges	16.7	8.5	37.47745989	302	Knecht 1991
sbp	St-Jean-de-Verges	17.1	9.3	38.93070767	286	Knecht 1991
sbp	St-Jean-de-Verges	21.8	8.8	47.01829431	288	Knecht 1991
sbp	Tarte	11.7	4.9	25.36927275	322	Knecht 1991
sbp	Tarte	13	5.5	28.23118843	327	Knecht 1991
sbp	Tarte	13.4	6	29.36392344	338	Knecht 1991
sbp	Tarte	18.9	6.7	40.10486255	323	Knecht 1991
Flèche (ethno)		16.5	3.6	33.77632307	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		16	4.1	33.03392196	-	Thomas, 1978; Table 1

Pointe_Type	Provenance	MLarg	MÉpais	TCSP	Pointe_ID	Source
Flèche (ethno)		15.4	3.6	31.63036516	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		12.6	3.8	26.3210942	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		17.6	4.2	36.18839593	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		19.6	5.2	40.55613394	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		17.5	4.5	36.138622	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		17.9	4.2	36.77227216	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		13.3	4.2	27.89480238	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		14.6	3	29.81006541	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		14.9	4.4	31.07217405	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		28.5	9.8	60.27569991	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		12.8	3.1	26.34008352	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		12.4	2.2	25.18729839	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		12.2	2.3	24.82982078	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		12.5	2.9	25.66398254	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		11.8	2.7	24.20991532	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		11.6	2.7	23.82015953	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		12.5	2.8	25.61952381	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		29.3	8.2	60.85162282	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		16.2	4.2	33.47118163	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		18.1	3.7	36.94861296	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		11.2	2.5	22.95125269	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		16.4	4.7	34.12037514	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		10.8	1.8	21.89794511	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		14.2	4.2	29.61621178	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		13.8	3.3	28.37816062	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		9.6	2.3	19.74335331	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		15.4	4	31.82200497	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		10.6	3.2	22.14497686	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		11.6	4.1	24.60650321	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		12.2	4.4	25.93838854	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		12.8	3.5	26.53978146	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		9.9	2.7	20.52315765	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		11	2.5	22.56102835	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		11.7	3.5	24.42457779	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		9.2	2.6	19.12066944	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		32.4	9	67.25355009	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		12.5	4	26.2488095	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		13.5	3.7	27.99571396	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		13.5	5	28.7923601	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		12.6	5	27.11162112	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		12.3	4.1	25.93067681	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		13.1	4.4	27.63837911	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		13.4	5	28.60489469	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		14.3	4.3	29.86502972	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		13.2	5.5	28.6	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		13.2	4.7	28.02356152	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		14.2	5.8	30.67767918	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		12	4.4	25.56247249	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		12.8	4.8	27.34081199	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		12.6	4.4	26.69232099	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		24.1	4.8	49.14671912	-	Thomas, 1978; Table 1

Pointe_Type	Provenance	MLarg	MÉpais	TCSP	Pointe_ID	Source
Flèche (ethno)		19.3	3.1	39.09475668	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		20.4	7	43.13513649	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		13.4	5.4	28.89429009	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		13	4.6	27.57970268	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		12.6	5.7	27.65863337	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		14.5	5.1	30.74150289	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		12.2	3.6	25.44012579	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		10.3	5.3	23.16721822	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		20.9	3.7	42.44997055	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		22.4	4.1	45.54426418	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		18.4	4.3	37.79153344	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		18	6.3	38.14131618	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		18.9	2.8	38.21256338	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		24	3.4	48.47927392	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		20	3	40.44749683	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		17.9	4.6	36.96322497	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		16.6	4.8	34.56009259	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		14.4	4.6	30.23375597	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		11.7	3.2	24.25943116	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		12.8	4.2	26.94290259	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		12.7	4.7	27.08357436	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		12.1	3	24.93270944	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		15.1	6	32.49676907	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		13.3	3.8	27.66441758	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		11.7	3.6	24.48264692	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		11	3.8	23.27573844	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		12.1	3.7	25.30612574	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		12.9	4.2	27.13300573	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		18.5	4.2	37.94153397	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		14.6	5.3	31.06444913	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		19.2	5.4	39.88984833	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		17.6	3.2	35.77708764	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		16.8	5.6	35.41750979	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		17.1	4.5	35.36438887	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		16.9	6.1	35.93438465	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		21	3	42.42640687	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		18.9	4.3	38.76596445	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		17.5	4.3	36.04108766	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		17	4.6	35.22271994	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		18.8	3.5	38.24604555	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		12	2.1	24.36472861	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		9.4	1.7	19.10497317	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		18.2	3.5	37.06696643	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		15.9	4.9	33.27581704	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		14.6	4.3	30.44010512	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		15	4.8	31.4985714	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		15.5	3.4	31.7370446	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		14.2	4.1	29.56010825	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		13.5	4.6	28.52437554	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		11.2	3.5	23.46827646	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		12.5	3.1	25.75732905	-	Thomas, 1978; Table 1

Pointe_Type	Provenance	MLarg	MÉpais	TCSP	Pointe_ID	Source
Flèche (ethno)		13.7	3.7	28.38168423	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		13.4	3.8	27.85677655	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		13.2	6.1	29.08264087	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		16.9	3.9	34.68832657	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		17.6	3.2	35.77708764	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		16.8	3.3	34.24207938	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		16.6	5.4	34.91246196	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		13.8	2.8	28.16238626	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		15.2	2.9	30.94834406	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		10.7	4.4	23.13871215	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		17.7	5	36.78532316	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		13.6	3.2	27.94279871	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		12.2	2.4	24.86764967	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (ethno)		16.4	3.7	33.62439591	-	Thomas, 1978; Table 1
Flèche (archéo)		10.8	2.7	22.26477038	-	Thomas, 1978; Table 2
Flèche (archéo)		11.1	2.8	22.89541439	-	Thomas, 1978; Table 2
Flèche (archéo)		11.8	2.7	24.20991532	-	Thomas, 1978; Table 2
Flèche (archéo)		9.7	2.7	20.13752716	-	Thomas, 1978; Table 2
Flèche (archéo)		11.3	2.3	23.0633909	-	Thomas, 1978; Table 2
Flèche (archéo)		12.3	2.8	25.22934799	-	Thomas, 1978; Table 2
Flèche (archéo)		10.2	2.4	20.95709904	-	Thomas, 1978; Table 2
Flèche (archéo)		13	2.9	26.63906905	-	Thomas, 1978; Table 2
Flèche (archéo)		12.6	2.7	25.77207791	-	Thomas, 1978; Table 2
Flèche (archéo)		11.5	3.4	23.98416144	-	Thomas, 1978; Table 2
Flèche (archéo)		10.4	2.7	21.48953234	-	Thomas, 1978; Table 2
Flèche (archéo)		11.2	2.8	23.0893915	-	Thomas, 1978; Table 2
Flèche (archéo)		10.8	3	22.41785003	-	Thomas, 1978; Table 2
Flèche (archéo)		11.7	3.2	24.25943116	-	Thomas, 1978; Table 2
Sagaie (archéo)		19.7	3.3	39.94896745	-	Thomas, 1978; Table 3
Sagaie (archéo)		25	4.8	50.91325957	-	Thomas, 1978; Table 3
Sagaie (archéo)		19.4	4.4	39.78542447	-	Thomas, 1978; Table 3
Sagaie (archéo)		15.4	3.1	31.41782933	-	Thomas, 1978; Table 3
Sagaie (archéo)		26.2	7.2	54.34261679	-	Thomas, 1978; Table 3
Sagaie (archéo)		19	6.7	40.29342378	-	Thomas, 1978; Table 3
Sagaie (archéo)		29.2	4.7	59.15166946	-	Thomas, 1978; Table 3
Sagaie (archéo)		29.6	4.1	59.76520727	-	Thomas, 1978; Table 3
Sagaie (archéo)		25	4.2	50.70069033	-	Thomas, 1978; Table 3
Sagaie (archéo)		20.3	6	42.33627286	-	Thomas, 1978; Table 3
Sagaie (archéo)		17.4	3.4	35.45814434	-	Shott, 1997; Table 1
Sagaie (archéo)		24.2	7.2	50.49673257	-	Shott, 1997; Table 1
Sagaie (archéo)		20.1	6.4	42.18862406	-	Shott, 1997; Table 1
Sagaie (archéo)		14	2.9	28.59440505	-	Shott, 1997; Table 1
Sagaie (archéo)		20.5	4.3	41.89224272	-	Shott, 1997; Table 1
Sagaie (archéo)		22.6	4.2	45.97390564	-	Shott, 1997; Table 1
Sagaie (archéo)		20	4.2	40.87248463	-	Shott, 1997; Table 1
Sagaie (archéo)		20.2	4	41.18446309	-	Shott, 1997; Table 1
Sagaie (archéo)		20.3	4.9	41.76601489	-	Shott, 1997; Table 1
Sagaie (archéo)		20.5	4.6	42.01951927	-	Shott, 1997; Table 1
Sagaie (archéo)		24.9	4.5	50.60671892	-	Shott, 1997; Table 1
Sagaie (archéo)		20.4	4.8	41.91419807	-	Shott, 1997; Table 1
Sagaie (archéo)		23.7	5.2	48.52751797	-	Shott, 1997; Table 1

Pointe_Type	Provenance	MLarg	MÉpais	TCSP	Pointe_ID	Source
Sagaie (archéo)		16.2	5.4	34.15259873	-	Shott, 1997; Table 1
Sagaie (archéo)		18	5	37.36308338	-	Shott, 1997; Table 1
Sagaie (archéo)		24	5.2	49.11374553	-	Shott, 1997; Table 1
Sagaie (archéo)		27.5	4.8	55.83153231	-	Shott, 1997; Table 1
Sagaie (archéo)		24.6	5.7	50.50346523	-	Shott, 1997; Table 1
Sagaie (archéo)		17.4	4.6	35.99555528	-	Shott, 1997; Table 1
Sagaie (archéo)		23.4	5.4	48.02999063	-	Shott, 1997; Table 1
Sagaie (archéo)		23.1	5.1	47.31257761	-	Shott, 1997; Table 1
Sagaie (archéo)		27.4	4	55.38086312	-	Shott, 1997; Table 1
Sagaie (archéo)		28	5.5	57.07013229	-	Shott, 1997; Table 1
Sagaie (archéo)		30	5.8	61.11104646	-	Shott, 1997; Table 1
Sagaie (archéo)		27.5	5.1	55.93782262	-	Shott, 1997; Table 1
Sagaie (archéo)		32	5.8	65.04275517	-	Shott, 1997; Table 1
Sagaie (archéo)		28.4	5	57.67356413	-	Shott, 1997; Table 1
Sagaie (archéo)		29.7	5.5	60.40993296	-	Shott, 1997; Table 1
Sagaie (archéo)		22.5	5.5	46.32493929	-	Shott, 1997; Table 1
Sagaie (archéo)		24.6	6	50.64227483	-	Shott, 1997; Table 1

Légende

Pointe_Type	Type de pointe	
	sbp	Pointe à base fendue
	los	Pointe losangique
	spn	Pointe biconique
	Flèche (ethno)	Flèche provenant de contexte ethnologique
	Flèche (archéo)	Flèche provenant de contexte archéologique
	Sagaie (archéo)	Sagaie provenant de contexte archéologique
Provenance	Site de mise au jour	
MLarg	Largeur maximale (mm)	
MÉpais	Épaisseur maximale (mm)	
TCSP	Périmètre de la section en coupe (mm)	
Pointe_ID	Numéro identificateur de la pointe	
Source	Source des données	

Section 4.2.1 : Données relatives à l'échantillon de 79 pointes comprises dans le corpus expérimental de 1995

Pointe_ID	Dam_Type_ID	Pointe_Type	Kg	Tissu	Nb_tirs
1	3	sbp	29	dur	1
2	3	los	29	dur	1
4	2	los	32	dur	1
5	3	los	25	dur	1
7	4	spn	25	dur	4
10	1	spn	25	mou	5
12	3	los	32	dur	1
14	4	spn	29	dur	2
17	3	sbp	32	dur	2
18	4	spn	29	dur	1
20	1	spn	25	mou	2
22	3	spn	25	dur	1
23	3	los	32	dur	1
24	3	los	25	dur	1
28	3	spn	29	dur	1
34	4	spn	32	dur	2
35	3	spn	25	dur	1
41	1	los	25	dur	3
44	3	los	29	dur	1
48	2	sbp	32	mou	2
49	1	los	29	mou	2
50	4	sbp	25	dur	2
54	2	sbp	32	dur	1
58	3	los	32	dur	1
60	1	sbp	25	mou	2
63	2	spn	29	dur	1
64	4	spn	25	dur	1
65	3	spn	29	dur	2
67	1	sbp	25	mou	2
68	3	spn	29	dur	1
69	1	spn	25	mou	2
70	1	sbp	25	mou	2
72	2	los	29	dur	1
73	2	los	25	dur	1
74	1	los	25	dur	1
75	3	los	29	dur	1
76	3	los	32	dur	1
80	3	sbp	29	dur	2
81	1	sbp	32	dur	1

Pointe_ID	Dam_Type_ID	Pointe_Type	Kg	Tissu	Nb_tirs
84	2	sbp	25	dur	1
86	3	los	25	dur	2
91	3	sbp	32	mou	2
92	1	sbp	25	mou	3
93	3	sbp	29	dur	1
94	4	sbp	32	dur	1
96	2	sbp	29	mou	1
97	1	spn	25	dur	5
98	1	sbp	25	dur	3
99	3	sbp	29	dur	1
100	2	los	29	dur	5
102	3	los	29	dur	1
104	4	spn	29	dur	1
106	2	spn	29	dur	2
107	2	spn	25	dur	1
108	2	spn	32	mou	2
109	4	spn	29	dur	1
110	2	spn	32	dur	1
114	1	sbp	25	dur	4
115	4	sbp	32	dur	2
116	1	spn	25	dur	1
118	3	los	32	dur	1
119	3	spn	25	mou	5
121	3	los	25	dur	1
128	3	sbp	25	dur	1
130	3	los	29	dur	1
131	2	sbp	29	dur	1
132	2	sbp	32	mou	3
135	2	spn	29	mou	5
137	4	spn	32	dur	1
138	1	sbp	32	mou	2
143	1	sbp	25	mou	1
144	1	sbp	29	mou	1
147	2	los	25	dur	1
150	2	los	29	dur	1

Pointe_ID	Dam_Type_ID	Pointe_Type	Kg	Tissu	Nb_tirs
151	1	los	25	mou	2
162	3	spn	29	dur	1
163	3	sbp	25	dur	3
165	2	sbp	32	dur	1
166	1	sbp	25	dur	3

Légende

Pointe_ID	Numéro de la pointe	
Dam_Type_ID	Numéro de l'état du fût	
	1	Intact
	2	Écrasement et aplanissement
	3	Éclatement en languette écrasée
	4	Éclatement en dent de scie
Pointe_Type	Type de pointe	
	sbp	Pointe à base fendue
	los	Pointe losangique
	spn	Pointe biconique
Kg	Force du tir (en kg)	
Tissu	Tissu pénétré	
Nb_tirs	Nombre de tirs effectués	

Section 4.2.2 : Données relatives au sous-échantillon de 35 pointes provenant du corpus expérimental de 1995

Pointe_ID	Pointe_Type	Dam_Type_ID	MLong1	MLong2	%_Perte_Mlong	Mlarg	Mépai	Rélong	Raplan
5	los	3	115.415	106.8	7.46%	16.16	7.015	0.060780661	0.434096535
23	los	3	166.7	156.9	5.88%	22.71	10.88	0.065266947	0.479084104
41	los	1	151.01	150.7	0.21%	26.05	11.04	0.073107741	0.423800384
44	los	3	166.5	160.7	3.48%	22.005	10.315	0.061951952	0.468757101
49	los	1	208.4	208.4	0.00%	24.525	10.61	0.050911708	0.432619776
73	los	2	83.225	82.5	0.87%	16.01	8.53	0.102493241	0.532792005
74	los	1	152.58	152.5	0.05%	22.075	9.77	0.064031983	0.442582106
76	los	3	126.685	112.3	11.35%	17.065	8.67	0.068437463	0.508057427
100	los	2	147.025	144.6	1.65%	21.205	9.07	0.061690189	0.427729309
118	los	3	102.02	96.3	5.61%	19.67	8.575	0.084052147	0.43594306
121	los	3	150.445	139.3	7.41%	18.425	9.15	0.060819569	0.49660787
150	los	2	125.68	124.8	0.70%	18.245	8.875	0.07061585	0.48643464
17	sbp	3	73.155	67.3	8.00%	14.085	7.045	0.096302372	0.500177494
48	sbp	2	60.01	60	0.02%	21.745	9.26	0.154307615	0.425845022
50	sbp	4	110.28	95.5	13.40%	17.75	10.96	0.099383388	0.617464789
54	sbp	2	82.945	82.3	0.78%	18.835	9.46	0.11405148	0.502256437
80	sbp	3	66.555	64.7	2.79%	15.725	7.68	0.115393284	0.488394277
81	sbp	1	82.54	82.2	0.41%	20.375	7.41	0.089774655	0.363680982
92	sbp	1	78.035	78	0.04%	11.905	6.935	0.088870379	0.582528349
98	sbp	1	74.885	74.6	0.38%	15.76	8.035	0.107297857	0.509835025
99	sbp	3	118.2	112.5	4.82%	17.035	7.875	0.066624365	0.462283534
113	sbp	3	94.175	92.3	1.99%	14.18	7.945	0.084364216	0.560296192
114	sbp	1	54.165	54.1	0.12%	13.035	7.085	0.130804025	0.543536632
166	sbp	1	66.075	65.9	0.26%	13.415	6.15	0.09307605	0.458442042
28	spn	3	99.74	96.2	3.55%	11.29	7.905	0.079256066	0.700177148
34	spn	4	137.405	125.9	8.37%	10.605	7.835	0.057021215	0.738802452
35	spn	3	153.6	145	5.60%	12.84	8.605	0.056022135	0.67017134
63	spn	2	103.035	102.3	0.71%	10.835	6.47	0.062794196	0.597138902
65	spn	3	101.635	98.3	3.28%	9.645	6.24	0.061396173	0.646967341
69	spn	1	137.345	137.3	0.03%	9.285	6.95	0.050602497	0.748519117
97	spn	1	107.55	107.5	0.05%	11.305	8.815	0.081961878	0.779743476
104	spn	4	99.29	92.1	7.24%	10.45	8.91	0.089737134	0.852631579
106	spn	2	72.375	71.4	1.35%	8.845	5.52	0.07626943	0.624081402
110	spn	2	82.45	81	1.76%	7.88	6.2	0.075197089	0.78680203
162	spn	3	143.52	140.6	2.03%	12.01	9.565	0.066645764	0.79641965

Légende

Pointe_ID	Numéro de la pointe	
Pointe_Type	Type de pointe	
	sbp	Pointe à base fendue
	los	Pointe losangique
	spn	Pointe biconique
Dam_Type_ID	Numéro de l'état du fût	
	1	Intacte
	2	Écrasement et aplanissement
	3	Éclatement à languette écrasée
	4	Éclatement en dents de scie
MLong1	Longueur maximale avant l'utilisation	
MLong2	Longueur maximale après l'utilisation	
%_Perte_Mlong	Pourcentage de perte de longueur maximale après utilisation	
Mlarg	Largeur maximale	
Mépai	Épaisseur maximale	
Rélong	Ratio d'élongation	
Raplan	Ratio d'aplanissement	

Section 4.2.2 : Données relatives au sous-échantillon de 15 pointes provenant du corpus expérimental de 1995

Pointe_ID	Pointe_Type	Dam_Type_ID	Seq_Tech	Rg_Réaffût	MLong2	MLarg	MÉpai	MLong3	%_Perte_Mlong
17	sbp	3	1	4	67.3	14.085	7.045	61.15556148	9.13%
23	los	3	2	15	156.9	22.71	10.88	147.6825339	5.87%
28	spn	3	2	8	96.2	11.29	7.905	89.25254098	7.22%
35	spn	3	2	13	145	12.84	8.605	137.29105	5.32%
50	sbp	4	2	7	95.5	17.75	10.96	87.94101456	7.92%
73	los	2	2	5	82.5	16.01	8.53	75.34270205	8.68%
76	los	3	2	10	112.3	17.065	8.67	103.9542973	7.43%
80	sbp	3	1	1	64.7	15.725	7.68	52.82226336	18.36%
99	sbp	3	2	9	112.5	17.035	7.875	106.2856115	5.52%
100	los	2	2	14	144.6	21.205	9.07	137.0154593	5.25%
106	spn	2	1	2	71.4	8.845	5.52	64.8039274	9.24%
110	spn	2	1	3	81	7.88	6.2	73.57872869	9.16%
113	sbp	3	2	6	92.3	14.18	7.945	85.44183084	7.43%
150	los	2	2	11	124.8	18.245	8.875	114.8621176	7.96%
162	spn	3	2	12	140.6	12.01	9.565	133.9437839	4.73%

Légende

Pointe_ID	Numéro identificateur de la pointe	
Pointe_Type	Type de pointe	
	sbp	Pointe à base fendue
	los	Pointe losangique
	spn	Pointe biconique
Dam_Type_ID	Numéro identificateur du type de dommage	
	2	Écrasement et aplanissement
	3	Éclatement à languette écrasée
	4	Éclatement en dents de scie
Seq_Tech	Séquence technique employée	
	1	Râclage suivi d'abrasion
	2	Abrasion suivie de râclage
Rg_Réaffût	Rang du réaffûtage	
MLong2	Longueur maximale après utilisation (mm)	
MLarg	Largeur maximale (mm)	
MÉpai	Épaisseur maximale (mm)	
MLong3	Longueur maximale après réaffûtage (mm)	
%_Perte_Mlong	Pourcentage de perte de longueur maximale	