HAL
open science

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

Alexandre Lefebvre

To cite this version:

Alexandre Lefebvre. Les stratégies d'adaptation des sociétés pyrénéennes entre 19 et 14 ka cal BP : étude biométrique et techno-économique comparée sur l'exploitation du bois de cerf et du bois de renne autour des Pyrénées au Magdalénien moyen et supérieur. Archéologie et Préhistoire. Université de Bordeaux, 2016. Français. NNT : 2016BORD0379 . tel-01501700

HAL Id: tel-01501700

https://theses.hal.science/tel-01501700

Submitted on 4 Apr 2017

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

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

THÈSE

présentée à

L'UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

École doctorale Sciences et Environnements

par

Alexandre LEFEBVRE

(UMR 5199-PACEA, équipe 3 : Milieux, peuplements, modes de vie)

EN VUE DE L'OBTENTION DU GRADE DE

DOCTEUR

SPÉCIALITÉ : Préhistoire

LES STRATÉGIES D'ADAPTATION DES SOCIÉTÉS PYRÉNÉENNES ENTRE 19 ET 14 ka cal BP
Étude biométrique et techno-économique comparée sur l'exploitation du bois de cerf et du bois de renne autour des Pyrénées au Magdalénien moyen et supérieur

Sous la codirection de Jacques Jaubert et Jean-Marc Pétillon

Soutenue le 9 décembre 2016, après avis d'un jury présidé par Sandrine Costamagno et composé de :

Marianne **CHRISTENSEN**, Maître de conférences, HDR, Université de Paris 1	Rapporteur
Sandrine **COSTAMAGNO**, Directrice de Recherche, CNRS, UMR 5608, Toulouse	Examinateur
José Maria **FULLOLA PERICOT**, Professeur à l'Université de Barcelone	Rapporteur
Jacques **JAUBERT**, Professeur des Universités, Université de Bordeaux	Co-directeur
Mathieu **LANGLAIS**, Chargé de Recherche, CNRS, UMR 5199, Bordeaux	Examinateur
Jean-Marc **PÉTILLON**, Chargé de Recherche, CNRS, UMR 5608, Toulouse	Co-directeur
Ina **REICHE**, Directrice de Recherche, CNRS, UMR 8220, Paris VI ; Rathgen research laboratory National Museums in Berlin, Prussian Cultural Heritage Foundation	Examinateur

REMERCIEMENTS

Mes premiers remerciements s'adressent à *Jean-Marc Pétillon* qui a activement participé à ma formation en industrie osseuse ainsi qu'à l'encadrement de mes masters 1 et 2. Qu'il soit ici remercié pour sa patience, ses nombreuses relectures et son soutien. Je m'estime très chanceux d'avoir pu bénéficier de ses conseils et de sa probité intellectuelle. Il a assuré la codirection scientifique de ce travail aux côtés de *Jacques Jaubert* que je remercie pour son écoute, ses conseils précieux et son accompagnement au sein d'un nouveau laboratoire (PACEA) et plus largement d'une nouvelle université.

J'adresse toute ma reconnaissance et ma gratitude envers les autres membres du Jury. À *Marianne Christensen* et *José Maria Fullola Pericot* pour avoir accepté d'être rapporteurs de ce travail, et à *Ina Reiche*, *Sandrine Costamagno* et *Mathieu Langlais* d'avoir accepté de le juger. Je suis très honoré qu'ils aient consenti à siéger dans ce jury.

Je remercie les structures qui m'ont apporté un soutien financier ainsi que l'ensemble de leurs participants : l'ANR Magdatis co-dirigée par *Jean-Marc Pétillon* et *Véronique Laroulandie*, et le réseau transpyrénéen PréhistoPyr. Merci également aux différents services du Pôle Mixte d'Archéologie Préventive de Campagne avec lesquels j'ai cohabité pendant près de trois ans. Merci à *Mathilde Régeard*, chef du service Archéologie au Conseil Départemental de la Dordogne et à l'ensemble de son équipe, pour m'avoir accueilli dans leurs locaux ; merci à *Patrice Buraud*, du Service Régional de l'Archéologie de la région Aquitaine, pour son enthousiasme et sa bonne humeur, et à l'ensemble des personnels de l'Inrap auprès desquels j'ai appris tant de choses. J'ai une pensée particulière pour *Michel Brenet*, *Mila Folgado, Farid Sellami, Laurence Bourguignon* et *Iluminada Ortega* pour leur gentillesse et leurs bons conseils, ça a été un grand bonheur de travailler à leur côté.

Plusieurs personnes doivent être remerciées pour m'avoir accueilli au sein des musées et dépôts de fouille: à commencer par *Catherine Schwab*, conservatrice, et *Marie-Sylvie Larguèze*, assistante de conservation au Musée d'Archéologie Nationale; *Olivier Gaiffe*, conservateur du patrimoine et *Bernard Marty*, assistant ingénieur au Service Régional de l'Archéologie de Midi-Pyrénées ; *Diego Garate Maidagan* au Musée de l'Archéologie de Biscaye ; *Jover Hernando Mercedes* et *Jesús Sesma Sesma* au Musée de Navarre et dans ses réserves ; *Ramon Buxó Capdevila*, directeur du Musée de l'Archéologie de Catalogne et toute son équipe ; *Andrea Ferrer Welsch*, conservatrice du Musée archéologique "Comarcal" de Banyoles. J'en profite pour remercier les directeurs de fouille qui m'ont donné accès aux collections et avec qui j'ai eu l'occasion d'engager de multiples discussions enrichissantes : *Michel Barbaza* ; *Dominique Sacchi* ; *Eduardo Berganza* et *Pilar Utrilla*.

Un grand grand merci à plusieurs personnes qui ont activement participé à la réalisation de ce manuscrit : à *Frédéric Prodéo* pour ses cartes géo-référencées et sa disponibilité, à *Emma Croidieux* pour ses magnifiques illustrations de chapitre, à *Frédéric Santos* pour ses analyses statistiques, à *Éric Andrieux* pour ses références bathymétriques, à *Vincent Simpson* pour avoir sauvé mon ordinateur (et tout ce qu'il contenait) quelques semaines avant le dépôt du manuscrit, à *Brad Gravina* et *Marie-Claire Dawson* pour l'aide à la traduction, à *Marianne Carrière* pour les heures passées à la mise en page et *Philippe*

Castant pour l'intendance. Je remercie également mon père pour ses corrections orthographiques et son soutien sans faille.

Je tiens à remercier également *Catherine Chaussain*, Professeur des Universités et directrice de l'EA 4696 à Paris Descartes ainsi que l'ensemble de son équipe, notamment *Claire Bardet*, pour avoir cru en mon projet et participé à son développement. Je remercie tout particulièrement *Benjamin Salmon* sans qui ce projet n'aurait jamais vu le jour, pour son soutien, son engagement et sa sollicitude, ainsi que l'ensemble de la plateforme d'imagerie 3D : *Dominique Le Denmat*, *Lotfi Slimani*, *Gael Y. Rochefort* et *Jérémy Sadoine*.

Un grand merci également à l'ensemble des personnes qui m'ont fourni du bois de cervidé pour la constitution de la collection de référence, avec au premier chef *Christian Rome* et l'ensemble des membres de l'association des chasseurs de Lasserre, et également à *Jean-Pierre Chadelle* et *Manuel Lorenzo*.

Je n'oublie pas non plus les discussions partagées et les soutiens que m'ont apportés plusieurs membres du laboratoire PACEA : *Véronique Laroulandie*, *Anne Delagnes*, *Francesco d'Errico*, *Jean-Baptiste Mallye*, *Myriam Boudadi-Maligne*, *Jean-Guillaume Bordes*, *David Cochard*, *Sylvain Ducasse*, *Alexandre Michel*, *Jean-François-Caro*, *Isabelle Esqurial*, *Catherine Morel-Chevillet*, *Aurélien Royer*, *Michael Baillet*, *Nicolas Antunes*, *Solène Caux*, *Daniela Rosso*, *Émilie Claud*, *Anthony Sécher*, *Luc Doyon*, *Éric Andrieux*, *Lysianna Ledou*x, *Tiphaine Maurin, Maïté Rivollat, Antony Colombo* ; ainsi que plusieurs doctorants, néo-docteurs, et étudiants de master issus d'autres établissements : *Clément Birouste*, *Delphine Kuntz*, *Benjamin Marquebielle*, *Marianne Deschamps*, *Jessica Lacarrière*, *Aude Chevallier*, *Melvina Baumann*, *Célia Fat Cheung, Aurélien Simonet* et *Emily Hainsworth*.

Bien sûr, un immense merci à l'ensemble de mes proches : à ma mère, à *Marthe* et *Martine Lasserre*, aux amis et camarades : *Zak*, *Elsa*, *François*, *Sophie*, *Benjamin*, *Solène*, *Xavier*, *Marion*, *Leila*, *Max*, *Christophe*, *Mélanie*, et à tous ceux que j'ai pu oublier. Votre présence, votre affection et votre soutien m'ont été essentiels, tout au long de ces années.

Enfin, un merci indéfectible à *Fanny* et *Sacha*, pour leur patience et leur endurance pendant ces quatre années et tout particulièrement dans les derniers mois de rédaction. Je leur dédie ce travail, avec tout mon amour. Merci d'être à mes côtés.

SOMMAIRE

Introduction générale……...…….6

Première Partie : Cadres et méthodes……10

Chapitre 1. Sociétés et milieux à la fin de la dernière glaciation……12
Chapitre 2. Matériel et méthodes classiques…….…..34
Chapitre 3. Apports de l'actualisme à l'étude des sociétés passées....40
Chapitre 4. Une nouvelle méthode non-destructive de distinction des bois de cervidé archéologiques associant microtomographie X et classifieurs SVM……52

Deuxième Partie : L'économie du bois de cervidé autour des Pyrénées au Magdalénien moyen et supérieur……..……72

Chapitre 5. Analyse techno-économique de l'exploitation du bois de cervidé dans l'ensemble 1……...74
Chapitre 6. Analyse techno-économique de l'exploitation du bois de cervidé dans l'ensemble 2…….166
Chapitre 7. Analyse techno-économique de l'exploitation du bois de cervidé dans l'ensemble 3…….218

Troisième Partie : Synthèse……...282

Chapitre 8. Bilan global de l'exploitation du bois de cervidé dans les Pyrénées entre 19-14 ka cal BP…….286
Chapitre 9. Des Magdaléniens "à bois de renne" versus des Magdaléniens "à bois de cerf"…….314

Conclusion générale..…….320

Annexes……..….328

Bibliographie……..……358

Table des matières……..398

Liste des figures……..…404

Liste des tableaux……...…412

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Les interactions homme/environnement sont depuis l'origine de la préhistoire (en tant que discipline) une des principales clés de lecture des populations passées (Bon, 2009). Dans des sociétés paléolithiques où l'acquisition des denrées repose sur une économie de prédation stricte, l'organisation de la subsistance est fonction des ressources et de leur dispersion spatio/temporelle (Binford, 1982). Selon Delpech (1999), l'évolution de la faune et de la biomasse serait d'ailleurs l'un des facteurs interprétatifs les plus discriminants quant à l'évolution (démographique notamment) des sociétés paléolithiques. Si le rôle joué par l'environnement sur la condition des groupes de chasseurs-collecteurs paléolithiques a mis aux prises des perceptions diverses pendant plus d'un siècle (Patou-Mathis, 2011), il nous paraît intéressant de reconsidérer aujourd'hui le poids du déterminisme environnemental sur ces sociétés à travers le concept d'"adaptabilité" des groupes humains. Que l'on songe à l'Aurignacien, dont le territoire s'étend des rives orientales de la Méditérannée aux côtes altlantiques, ou au Magdalénien qui s'est établi depuis la grande plaine germano-polonaise jusqu'à la meseta espagnole, comment comprendre autrement le fait que ces sociétés aient occupé des milieux naturels aussi différents, et ce pendant plusieurs millénaires ? Ce que nous proposons ici n'est finalement pas tant de remettre en cause le déterminisme environnemental, que d'observer au plus près quelles solutions techniques et économiques les sociétés de chasseurs-collecteurs ont mis en œuvre pour faire face à des conditions changeantes. En ce sens, l'amélioration de la définition des cadres radiométriques (datations AMS), environnementaux et culturels (entre autres D'Errico *et al.*, 2006 ; Langlais *et al.*, 2012) ainsi que le développement de nouveaux outils d'investigation [modélisation de niches écologiques (Banks *et al.*, 2008) et écoculturelles notamment (entre autres Banks *et al.*, 2013 ; D'Errico et Banks, 2013 ; Antunes, 2015)] nous procurent l'occasion de repenser ce paradigme.

En ce sens, les sociétés magdaléniennes de la fin de la dernière glaciation (19-14 ka cal BP) dans les Pyrénées offrent un espace de réflexion fertile. Tout d'abord parce que le Magdalénien compte parmi les plus anciennes sociétés de chasseurs-collecteurs européennes dont la résolution des données archéologiques et environnementales est suffisamment précise pour être intégrées dans un cadre radiométrique général (datation carbone 14). Cela permet entre autres l'observation concomitante des interactions entre les changements climatiques, les réponses de l'environnement et les adaptations des groupes humains (Pétillon *et al.*, 2016). Le renouvellement des contextes paléo-environnementaux et chrono-culturels entrepris dans le cadre de l'ANR Magdatis (2011 BSH3 0005) constitue, à ce titre, un référentiel de données actualisé pour la partie nord-ouest des Pyrénées. Ensuite parce que le Tardiglaciaire est le siège de changements environnementaux majeurs [fin du Dernier Maximum Glaciaire (DMG) et déglaciation (HS1 + Bolling)] dont les impacts sont visibles aussi bien sur l'extension des territoires [élévation du niveau de la mer (Fairbanks, 1989 ; Deschamps *et al.*, 2012) et retrait progressif des glaciers (Calvet *et al.*, 2011)] que sur les spectres de faune chassée (Costamagno *et al.*, 2016). En effet, sous l'effet du réchauffement climatique global, les écosystèmes glaciaires vont progressivement se transformer pour laisser place aux biocénoses tempérées. La succession d'épisodes climatiques plus ou moins longs et intenses survenue lors de la déglaciation du massif pyrénéen va alors jouer un rôle primordial sur les aires de distribution et le degré d'adaptation des troupeaux d'ongulés (Delpech et Prat, 1980 ; Delpech 1983 ; 1984 ; 1988 ; 1989 ; 1999 ; 2003).

Ainsi, entre 19 et 14 ka cal BP, **le massif pyrénéen représente une barrière écologique naturelle** (Björk *et al.*, 1998 ; Jalut *et al.*, 1992, 2000 ; Sànchez Goñi, 1996 ; Heinz, 2001) **conditionnant la répartition des cervidés** (Altuna, 1995 ; Costamagno et Mateos Cachorro, 2007). Rare sur le versant sud [à l'exception de l'actuel Pays basque franco-ibérique - (Gómez-Olivencia *et al.*, 2013)], le renne abonde au nord de la chaîne pyrénéenne où il joue un rôle clef dans la subsistance humaine, à tel point qu'on a pu nommer cette époque "l'Âge du Renne" (Lartet, 1861 ; Dupont, 1874 ; Piette 1874 ; Mortillet, 1897 ; Birouste, 2011). Gibier privilégié, le renne fournissait aussi, avec ses bois, une matière première indispensable pour la fabrication de l'équipement (armes et outillage). Le versant sud des Pyrénées était alors également peuplé de chasseurs-collecteurs magdaléniens entretenant des liens étroits avec leurs homologues du versant nord (entre autres Langlais, 2007 ; 2010 ; Fritz *et al.*, 2007 ; Utrilla *et al.*, 2012 ; Sànchez de la Torre, 2015). Ces groupes ibériques chassaient le cerf et utilisaient ses bois pour la fabrication de leur équipement. Or, l'utilisation de ces deux matériaux (le bois de cerf et le bois de renne) requiert des stratégies d'adaptation économiques et techniques différentes : les bois des deux espèces ne sont pas disponibles au même moment et ne présentent pas forcément le même potentiel en termes de matière première.

La question des usages comparés du bois de cervidé autour des Pyrénées est un cas d'étude particulièrement intéressant pour appréhender les interactions hommes préhistoriques-variations du milieu de part et d'autre d'une frontière écologique naturelle.

Pour mener à bien ce projet, l'approche techno-économique s'avère être un outil d'analyse pertinent visant à hiérarchiser les informations techniques, tout en cherchant à comprendre ce qu'elles nous révèlent en termes de comportements. À travers l'étude de l'économie du bois de cervidé, ce sont **les réponses adaptatives des groupes magdaléniens vis-à-vis du milieu** que nous chercherons à percevoir. Que nous apprend la gestion du bois de cervidé sur l'adaptation des groupes magdaléniens ? Peut-on parler de planification des besoins ? Nous insisterons également sur les notions d'adéquation entre besoins et disponibilité des ressources. Nous chercherons à percevoir si au-delà d'un certain seuil de satisfaction des nécessités vitales, il est possible d'identifier de réels choix culturels qui ne soient pas complètement imposés par l'environnement.

Mais pour répondre à ces questions, nous devrons en préambule nous confronter au problème d'identification de la matière première. En effet, si la distinction entre les bois des deux espèces s'opère aisément sur des portions anatomiques plus ou moins complètes, elle devient en revanche bien plus délicate lorsque le matériau est fragmenté ou transformé techniquement par l'Homme (*i.e.* industrie osseuse) ou par l'action de divers agents taphonomiques post-dépositionnels liés à l'enfouissement prolongé des vestiges. Nous verrons qu'en ce sens, la micro-CT s'est révélée être un outil d'analyse non destructif efficace.

Le cheminement du mémoire s'organise en trois parties principales, la première étant consacrée à la définition des données contextuelles et au développement d'une recherche méthodologique sur l'identification taxinomique des bois de cervidé, la deuxième étant dévolue aux analyses et la troisième aux résultats et à la discussion.

La définition des cadres et méthodes (première partie) est un préambule indispensable aux analyses techno-économiques. Dans un premier chapitre, nous présenterons les cadres paléo-environnementaux et chrono-culturels de cette étude, en portant l'accent sur la disponibilité des ressources animales. Cela nous permettra, dans un deuxième chapitre, de définir plus avant les objectifs et le matériel d'étude. Le troisième chapitre sera l'occasion de discuter de l'apport des données actuelles à la reconstitution de l'économie des sociétés passées, avant d'aborder les aspects d'ordre méthodologique, dans un quatrième chapitre, à travers le développement d'une nouvelle méthode d'identification non-destructive des bois de cervidé archéologiques au micro-CT.

Les analyses (deuxième partie) s'appuieront sur une sélection de gisements-clés structurant l'espace Pyrénéen en trois aires géographiques selon un gradient longitudinal : les Pyrénées occidentales, centrales et orientales. Dans l'idée de pister la présence du renne au sud des Pyrénées, deux séries espagnoles bénéficieront d'une identification taxinomique des vestiges au micro-CT.

Enfin, les résultats de l'ensemble des analyses (techno-économiques et biométriques) seront discutés sous l'angle de l'adaptation des sociétés magdaléniennes aux contraintes environnementales.

PARTIE I. CADRES ET MÉTHODES

Chapitre 1. Sociétés et milieux à la fin de la dernière glaciation

1.1. Situation géographique

Les Pyrénées forment, dans le sud de l'Europe, un massif montagneux d'orientation générale est-ouest qui s'étend du golfe du Lyon au golfe de Gascogne sur une longueur de 440 km environ. Elles constituent une limite climatique entre les domaines océanique et méditerranéen. Les plus hauts sommets, qui avoisinent les 3000 m d'altitude, sont situés dans sa partie axiale. Les versants nord et sud sont dissymétriques (fig. 1) : le versant sud est environ deux fois plus étendu que le versant nord où la transition entre la haute montagne et la plaine s'effectue bien plus rapidement. En outre, les deux versants sont soumis à des conditions climatiques différentes : le versant nord bénéficie de l'influence des vents atlantiques qui humidifient et tempèrent le climat alors que la vallée de l'Èbre présente des conditions plus sèches et continentales (Martzluff, 2009 ; Fat Cheung, 2015). Selon Montès et Domingo (2013), ces différences topographiques et climatiques auraient favorisé le peuplement du versant nord à la fin de la dernière glaciation.

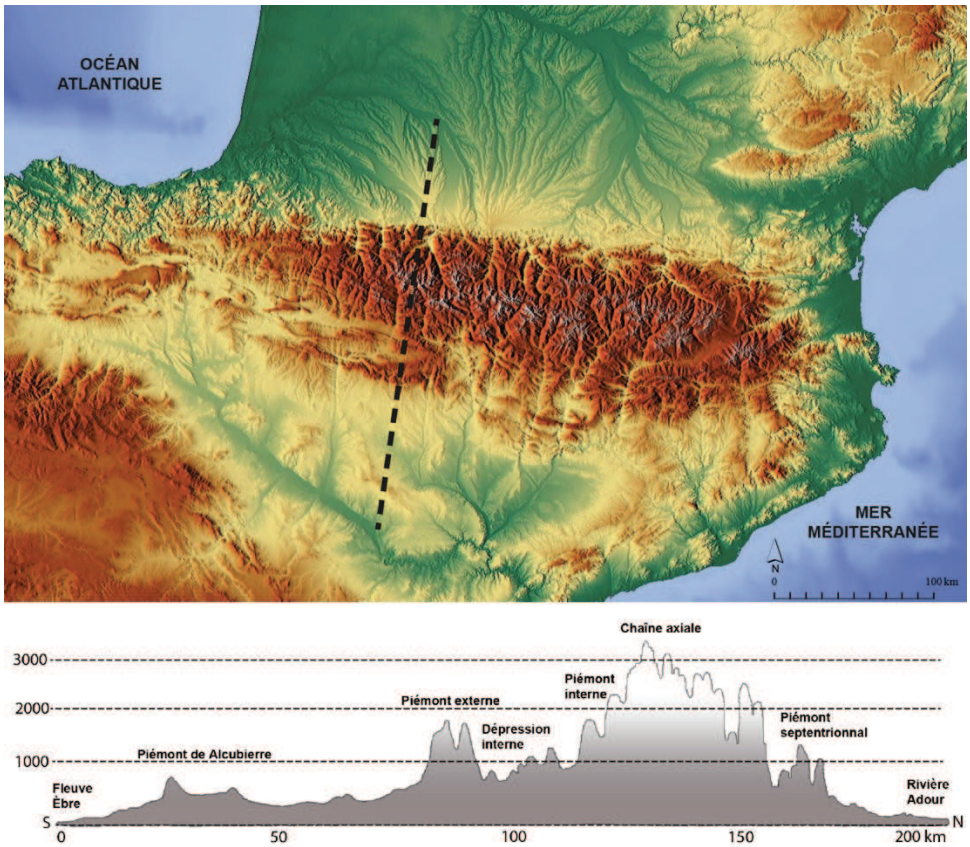


FIGURE 1. PLAN ET COUPE DE LA CHAINE PYRENEENNE.
D'après Montes et Domingo, 2013.

La chaîne est entaillée de vallées profondes et sinueuses d'orientation générale nord-sud (Aspe, Ossau, Aure, Aran et Ariège), seules voies de communication transpyrénéenne avec le monde ibérique (Lacombe, 1998). À chaque extrémité du massif, se trouvent des zones de contournement. À l'ouest, où les paysages sont variés (moyenne montagne en-

taillée de nombreux cours d'eaux), l'altitude des sommets décroit progressivement de 2500 m pour le Pic d'Anie, jusqu'à s'abaisser au niveau de l'océan dans le secteur du Bas Adour et de la côte atlantique. À l'est, en revanche, les zones d'altitude s'interrompent brutalement au niveau du littoral. En conséquence, le paysage est plus contrasté : sur un espace bien plus réduit se rencontrent des reliefs élevés (2921 m pour le Carlit et 2784 m pour le Canigou) et la grande plaine littorale du Roussillon. Selon Jalut et Turu I Michels (2009), le cloisonnement du relief des Pyrénées, l'étroitesse de sa zone axiale et l'altitude modeste de ses plus hauts sommets expliqueraient les différences climatiques est-ouest.

1.2. Contexte climatique

La succession d'épisodes climatiques rapides et parfois intenses qui caractérise la déglaciation des Pyrénées s'apprécie aujourd'hui avec une précision chronologique jusqu'alors inégalée. Les analyses associant des données issues des climatologies continentales, marines et glaciaires, s'accordent à dire que la dernière déglaciation correspond à une période d'instabilité climatique s'étant déroulée dans l'hémisphère nord entre 19-10,7 ka cal BP environ (Barker *et al.*, 2009) (fig. 2). L'étude chimique des scories glaciaires (moraines) dans les Pyrénées orientales confirme l'existence d'un gradient longitudinal quant aux rythmes de déglaciation du massif et de recolonisation des végétations postglaciaires (Delmas *et al.*, 2011).

Du point de vue de la chronologie glaciaire, la fin de la dernière glaciation débute par une phase froide et sèche, le GS-2.1b, qui prolonge le Pléniglaciaire pour se terminer autour de 17,5 ka cal BP environ (Rasmussen *et al.*, 2014). Dans les Pyrénées, la végétation de type steppique (herbacés héliophiles comme les Poacées et les Armoises) reflète encore un paysage ouvert, les arbres étant probablement encore absents des vallées (Jalut et Turu I Michels, 2009). Si à l'ouest de la chaîne les glaciers ont déjà quitté les plus basses vallées depuis plusieurs millénaires (vallées du gave de Pau, du gave d'Ossau, bassin de la Garonne, bassins d'Arudy et de Lourdes), ces derniers maintiennent leur emprise à l'est, notamment dans le bassin de l'Ariège (Delmas *et al.*, 2011).

Le GS-2.1a (*grosso modo* le Dryas ancien de la chronologie continentale) qui lui succède maintient un climat général assez froid de 17,5 à 14,8 ka cal BP environ, au point d'empêcher le développement d'un véritable couvert forestier (Jalut et Turu I Michels, 2009). Les premiers signes marins d'une amélioration des conditions climatiques se font pourtant sentir. La débâcle glaciaire s'enregistre dans l'océan Atlantique nord (Heinrich Stade 1 - HS1) à travers un refroidissement des eaux de surfaces (Sea Surface Temperature - SST) et le dépôt de sédiments transportés par les glaces (Ice-Rafted Deposit - IRD). Les données polliniques suggèrent qu'HS1 se divise dans les Pyrénées (et dans la chaîne cantabrique) en deux stades (Jalut *et al.*, 2010). Le premier correspond à un climat froid et relativement humide toujours caractérisé par une végétation de type steppique dominée par des Armoises et des Poacées [et dans une moindre mesure par des Bruyères (*Calluna*)]. Puis, vers 15,5 ka cal BP environ, l'augmentation des pollens de Pin (*Pinus*) suivi par ceux de Bouleau (*Betula)* et de Genévrier (*Juniperus)* signe une légère hausse des températures associée à une diminution de l'humidité. À l'est de la chaîne pyrénéenne, le glacier est encore présent dans le bassin de Tarascon, et s'étend jusqu'à Ax-les-Thermes, à 700 m d'altitude (Delmas *et al.*, 2011). Pour autant, la présence d'occupations de moyenne altitude [*i.e.* Fontanet (580 m), La Vache (595 m), les Églises (900 m)] dès 16-15 ka cal BP (Magdalénien supérieur ancien) suggère que la zone de piémont est libre des glaces à la fin d'HS1.

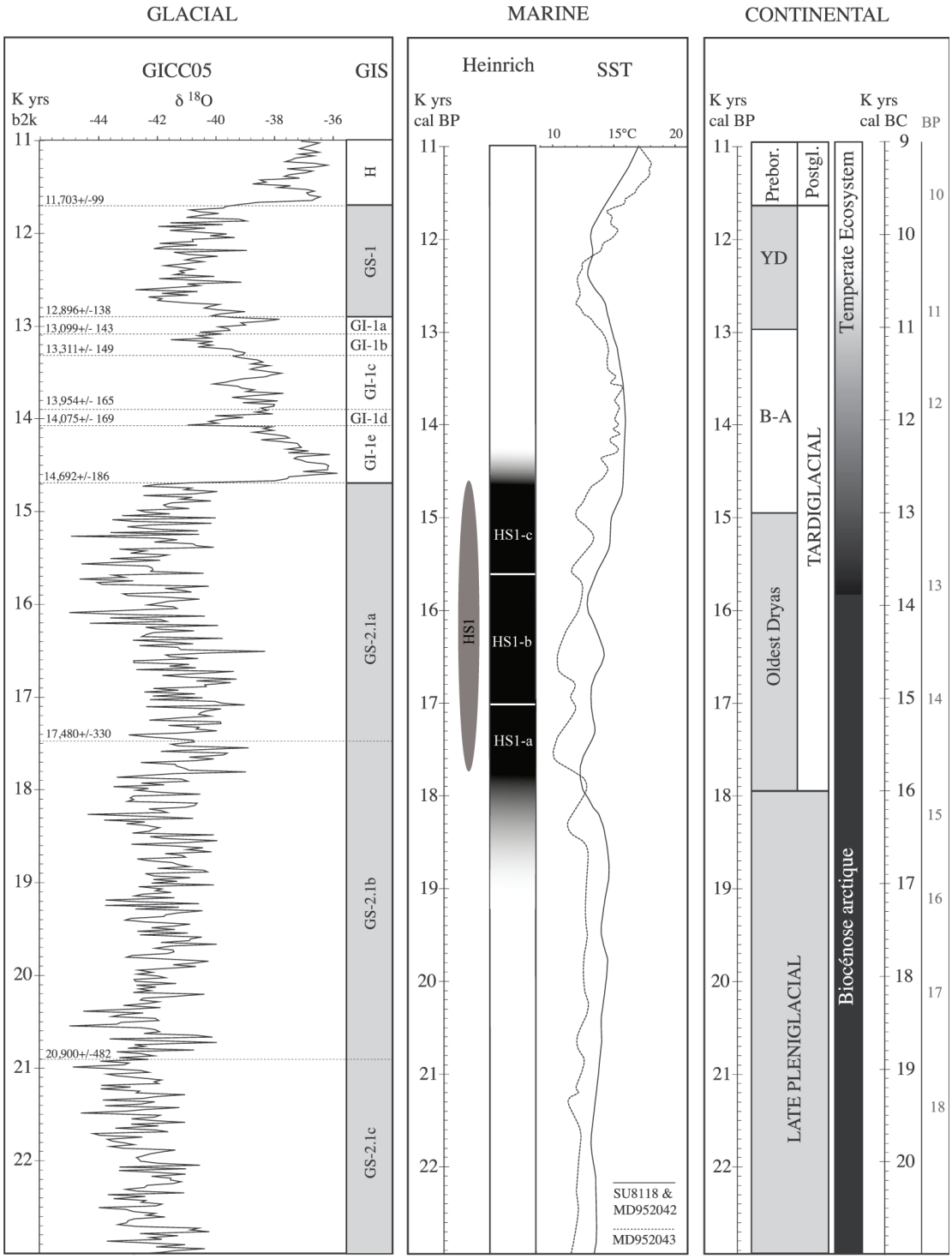


FIGURE 2. CONTEXTE CLIMATIQUE ENTRE 20 ET 11 KA CAL BP.
Selon les données glaciaires de Rasmussen et al., (2014) ; les données marines de Naughton et al., 2016 (pour les limites de HS1 dans la partie occidentale des Pyrénées) et celles de Cacho et al. (2001), Bard (2003) et Cacho (2006) pour la température des eaux de surface (SST). Bølling-Allerød (B-A), Younger Dryas (YD), Holocene (H) (d'après Laroulandie et Langlais in Costamagno et al., 2016, modifié).

Le croisement des enregistrements marins et terrestres [et en particulier l'influence du Sable des Landes qui ferme par le nord les Pyrénées occidentales, (Sitzia, 2014)] permet toutefois de préciser cette chronologie en insistant sur l'influence du régime des vents nord-océaniques sur les niveaux de pluviométrie dans le sud-ouest de la France (Naughton *et al.*, 2009, 2016). Selon ces données, HS1 est perçu comme un évènement climatique complexe qui se décompose régionalement selon deux, voire trois stades, que l'on se situe plus ou moins proche de l'océan Atlantique nord, et plus généralement en une unique phase froide et sèche dans la plupart des terres et en altitude.

L'extrémité occidentale des Pyrénées se trouvant sous l'influence des vents océaniques, HS1 y serait constitué de trois stades successifs (*ibid.*) (fig 2) :

- La première phase d'HS1(a) (17,7-17 ka cal BP) prolonge le GS-2.1b à travers des conditions climatiques extrêmement froides responsables d'une réduction importante des pollens arboricoles comme ceux du Pin (*Pinus*), du Chêne (*Oak-deciduous Quercus*) ou du Genévrier (*Juniperus*). Le milieu reste ouvert comme le suggère la persistance de Bruyères (*Ericaceae* et *Calluna*), mais devient plus humide sous l'augmentation manifeste de la pluviométrie.

- La deuxième phase d'HS1(b) (17-15,6 ka cal BP) se caractérise par une perduration de conditions climatiques générales plutôt froides. L'augmentation des pollens arboricoles, comme le pin (*Pinus*), et dans une moindre mesure d'arbustes et d'arbres pionniers reflète toutefois la présence de zones localement plus chaudes. La diminution des pollens de Bruyères associée à une recrudescence de plantes semi-désertiques indique une diminution progressive de l'humidité confirmée par une baisse des précipitations (aridification).

- La troisième phase d'HS1(c) (15,6-14,6 ka cal BP) est marquée par une augmentation des températures et de l'humidité permettant l'expansion du Pin (*Pinus*). Malgré une légère contraction, les plantes semi-désertiques restent proportionnellement encore importantes.

Après le GS-2, une instabilité climatique s'installe (Rasmussen *et al.*, 2014). Le premier réchauffement enregistré par la chronologie glaciaire est le stade GI-1e [14,7-14ka cal BP (*ibid.*)], contemporain du Bølling (chronologie continentale). Comparable en intensité au réchauffement de l'Holocène (Rensen et Isarin, 2001), les températures estivales passent en moyenne de 11°C à près de 16°C (Millet *et al.*, 2012). Cela s'accompagne à l'est de la chaîne pyrénéenne d'un retrait rapide des glaciers qui ne perdurent désormais plus qu'en altitude, dans les cirques (Delmas *et al.*, 2011). Si le milieu reste encore largement ouvert, certains arbres se développent rapidement comme le Genévrier (*Juniperus*) ou le Bouleau (*Betula*), tandis que les Armoises, les Graminées (*Poaceae*) et les Laîches (*Cyperaceae*) vont progressivement diminuer en lien avec l'intensification des précipitations. Aux vues de ces éléments, la question du peuplement des Pyrénées orientales avant 14.7 ka cal BP doit être posée. En effet, la présence d'occupations de moyenne altitude [i.e., Fontanet (580 m), La Vache (595 m), les Églises (900 m)] entre 16-15 ka cal BP (cf. magdalénien supérieur ancien) suggère que l'emprise des glaciers ne devait déjà plus concerner que les zones de haute montagne (au-dessus de 1000 m) dès la fin d'HS1.

Les derniers glaciers disparaîtront définitivement des Pyrénées orientales (Delmas *et al.*, 2011) lors du stade GI-1c-a entre 14-12,9 ka cal BP (Allerød, en chronologie continentale). C'est à ce moment que le couvert forestier va connaître une densification générale à travers le développement important du Pin (*Pinus*) et dans une moindre mesure du Bouleau (*Betula*) et du Chêne (*Quercus*).

À la date à laquelle nous écrivons, des divergences persistent en fonction des chronologies quant à la rythmicité exacte d'HS1 d'une part, et du réchauffement du GI-1 (Bølling/Allerød) d'autre part. Si du point de vue glaciaire, l'apparition du GI-1e (Bølling) est extrêmement rapide et se poursuit immédiatement par une rechute des températures (Dryas II, GI1d) avant une nouvelle remontée (Rasmussen *et al.*, 2014), les enregistrements marins et terrestres signalent au contraire une augmentation croissante et progressive de la température marine et atmosphérique associée à une intensification des précipitations tout au long de la période (Naughton *et al.*, 2016).

1.3. Cadre chronologique

Malgré quelques variations régionales et certains désaccords terminologiques, notamment autour de la place du Magdalénien inférieur cantabrique[1] (voir Utrilla *et al.*, 2012 ; Langlais, 2013 ; Montes and Domingo, 2013), il est communément admis aujourd'hui que le Magdalénien classique se divise en deux stades : moyen et supérieur (Langlais, 2007 ; 2010 ; Langlais *et al.*, 2012). Le renouvellement du cadre radiométrique entrepris dans le cadre de l'ANR Magdatis à partir de la faune (Costamagno *et al.*, 2016) et de l'industrie osseuse (Pétillon, 2016), couplé à une révision de l'évolution techno-économique des industries lithiques (Langlais *et al.*, 2016) et osseuses (Pétillon, *op. cit.*) autorise désormais un découpage plus précis du Magdalénien classique dans le sud-ouest de la France. À partir d'un modèle bayésien tenant compte des chevauchements liés aux incertitudes des transitions (Barshay-Szmidt *et al.*, 2016), ces auteurs s'accordent pour dire que le Magdalénien classique peut désormais être subdivisé comme suit :

. Le Magdalénien moyen ancien : 19-17,5 ka cal BP
. Le Magdalénien moyen récent : 18-16 ka cal BP
. Le Magdalénien supérieur ancien : 16,5-15 ka cal BP
. Le Magdalénien supérieur récent : 15,5-14 ka cal BP

Afin de disposer des éléments nécessaires pour discuter de la disponibilité de la matière première (bois de cervidé) dans l'espace pyrénéen entre 19-14 ka cal BP, nous allons observer les réponses adaptatives des deux principales espèces de cervidé alors disponibles dans l'environnement face aux variations climatiques. Pour ce faire, nous allons étudier la composition faunique des principaux sites Magdaléniens pyrénéens.

[1] Rappelons que le Magdalénien inférieur cantabrique correspond sur le versant nord des Pyrénées au Magdalénien III de Breuil, soit désormais *grosso modo* au Magdalénien moyen ancien (Utrilla, 1981 ; 2006 ; Langlais, 2013).

1.4. Écologie des cervidés

Nous prendrons pour cadre chronologique le découpage présenté ci-dessus, en restant toutefois au niveau des stades moyen et supérieur du Magdalénien. En effet, les données collectées ici proviennent d'études fauniques très diverses, allant de simples listes peu détaillées, à des analyses archéo-zoologiques complètes. En l'état actuel des données, il serait contre-productif de s'appuyer sur un cadre chronologique trop précis. Signalons qu'afin de s'affranchir d'éventuels problèmes de représentativité, nous avons pris le parti d'écarter les ensembles fauniques jugés trop petits : les séries strictement inférieures à trente vestiges n'ont pas été représentées dans les figures 3 et 5 (i.e., Arlampe I et las Caldas 1, annexe 1).

S'il est difficile de faire la part exacte entre ce qui relève de l'environnement, de choix anthropiques réels, nous partirons de l'*a priori* que le spectre faunique des occupations paléolithiques (en % NRD) reflète *grosso modo* la composition des communautés animales présentes dans l'environnement local des sites (Discamps, 2011 cité dans Costamagno *et al.*, 2016). En ce sens, la zone géographique observée ici nous paraît suffisamment vaste pour espérer voir se dégager des tendances significatives. Notons que pour observer au mieux les dynamiques de peuplement des cervidés, il nous a paru intéressant de décentrer provisoirement notre espace d'étude afin de prendre aussi en considération ce qui se passe plus à l'ouest dans la cordillère cantabrique.

1.4.1. Entre 19-16 ka cal BP

En l'absence de sites (archéologiques/paléontologiques) identifiés au sud de la chaîne pyrénéenne, la distribution des cervidés au sein des archéo-faunes attribuées au Magdalénien moyen suit un gradient longitudinal dont la zone charnière se situe à l'ouest du massif, dans l'actuel Pays basque franco-ibérique (fig. 3).

Les sites archéologiques localisés à l'est du Pays basque présentent des spectres de cervidés dominés par le renne [le cerf n'excède alors jamais plus de 8 % du spectre d'ongulé (Costamagno *et al.*, 2016)], tandis que ceux localisés à l'ouest sont strictement dominés par le cerf. Afin de pondérer les biais liés à la sélection anthropique des espèces, le site paléontologique de Kiputz IX (Guipuscoa) fournit des données écologiques précieuses quant à la distribution naturelle des ongulés dans cette zone charnière. Avec 647 restes de rennes retrouvés dans la couche D (annexe 1, partie A) (Castaños *et al.*, 2006 ; 2014 ; Castaños, 2014), correspondant à l'ensemble des parties squelettiques d'une dizaine d'individus (NMI = 9), le renne représente 20 % du spectre d'ongulé. Le cerf avec un NMI à peu près égal (NMI = 10), représente quant à lui 37,5 % de l'assemblage.

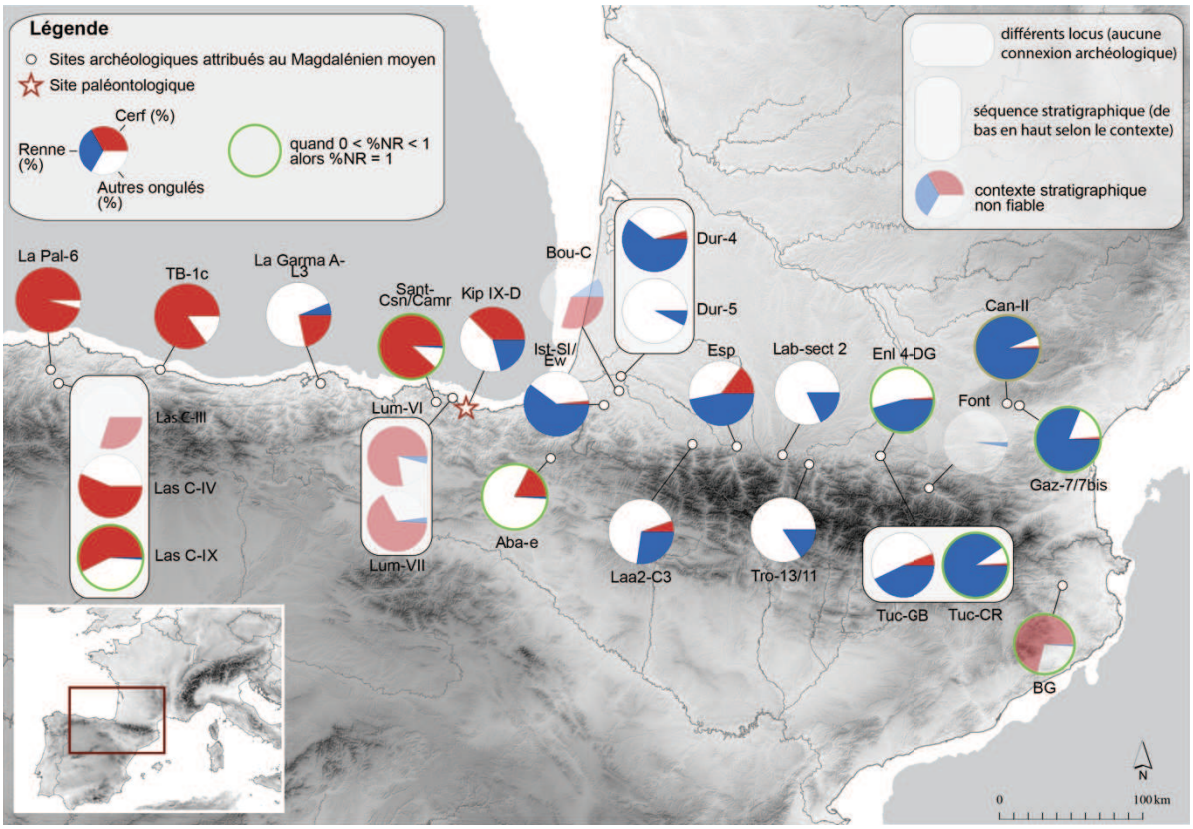


FIGURE 3. REPARTITION GEOGRAPHIQUE DES EFFECTIFS DE CERF ET DE RENNE (EN % NRD) AU SEIN DES ASSEMBLAGES FAUNIQUES D'ONGULES DES SITES ARCHEOLOGIQUES ET PALEONTOLOGIQUES DATES ENTRE 19-16 KA CAL BP AUTOUR DES PYRENEES ET LE NORD DE LA PENINSULE IBERIQUE.
Afin de permettre la lecture des données, les effectifs inférieurs à 1 % ont été ramenés à 1 % (marges prises sur "Autres ongulés") (pour plus de détails voir annexe 1).

Mais si la partie occidentale de la chaîne pyrénéenne constitue bien la zone de contact entre les territoires des deux cervidés à l'échelle du sud-ouest de l'Europe, qu'en est-il de leurs niches écologiques respectives ? Cette répartition reflète-t-elle pour autant l'existence de deux niches écologiques attenantes dont le point de rencontre serait aussi le Pays basque ? Les travaux de Banks *et al.* (2008) sur la modélisation des niches écologiques des deux cervidés au LGM (Late Glacial Maximum) dans le sud-ouest de l'Europe apportent sur cette question un élément de discussion en affirmant que la répartition des deux espèces reflète bien la contraction de leurs niches écologiques respectives[1] (voir projections fig. 4). S'il est pour l'heure impossible de statuer sur la question pour le Tardiglaciaire [notamment en raison de l'absence de modèle climatique fiable pour le GI-1e (Langlais, *com. pers.*)], l'hypothèse d'une conservation des niches écologiques des deux espèces ne paraît pas complètement incongrue aux vues de ces éléments. Espérons qu'à l'avenir l'établissement d'un modèle climatique fiable pour le GI-1e permettra de transposer ces questions au Tardiglaiciare. En fonction de sa précision, il sera alors l'occasion de tester l'hypothèse d'une fluctuation saisonnière des niches écologiques des deux espèces.

[1] Précisons que le modèle climatique utilisé par les auteurs pour le LGM se base sur les données atmosphériques de Berger (1978) et Raynaud et *al.* (1993), les données glaciaires de Peltier (2004) (modèle ICE-5G), et les données marines du GLAMAP (Paul et Schäfer-Neth, 2003 ; Sarnthein *et al.* 2003).

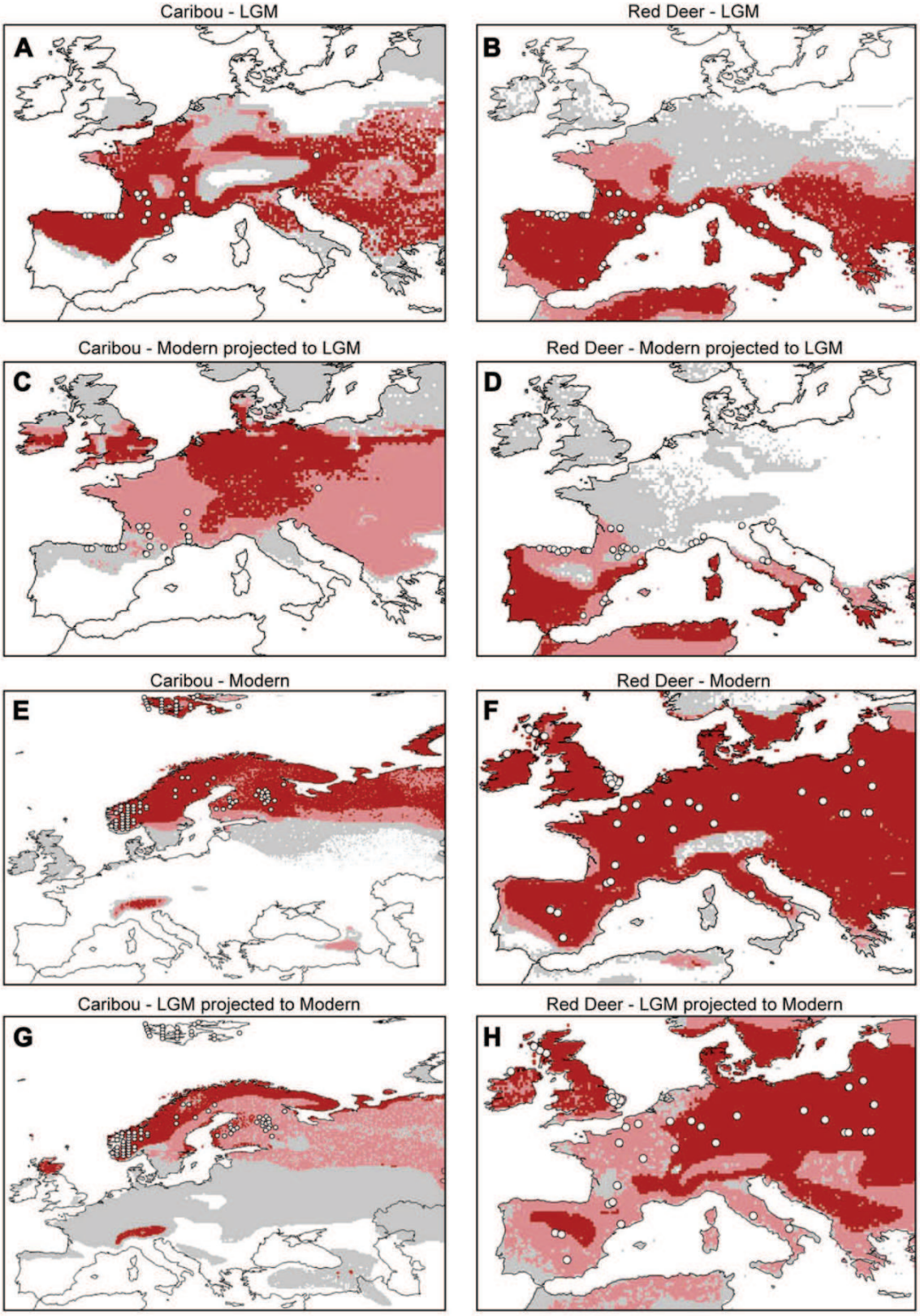


FIGURE 4. PREDICTIONS DES NICHES ECOLOGIQUES DE RENNE ET DE CERF ENTRE LE LGM ET L'ACTUEL. Tiré de Banks et al., 2008. Pour chaque modèle, plus le pixel est rouge et plus la probabilité de retrouver l'une des niches sur un territoire est grande.

Ainsi, dans ce contexte, il n'est donc pas étonnant de voir le renne présent dans la partie orientale des Cantabres (Gómez-Olivencia *et al.*, 2013), où ses effectifs varient de moins de 1 % (NRD ongulés) à Santimamine-Csn/Camr et Abauntz-e, à près de 20 % à La Garma-A (fig. 3 ; annexe 1). Signalons, en outre, la présence isolée de certains restes de cerf (i.e., Enlène IV, Canecaude I-II, Gazel 7/8, Tuc d'Audoubert-CR) et de renne (i.e., Las Caldas IX) localisés en dehors des niches écologiques supposées des deux espèces. Leur statut particulier (surtout pour le renne) pourrait refléter des contacts intergroupes (cf. chapitre 1.7.).

Du point de vue plus général des ongulés, si le renne est le premier ongulé exploité sur le versant nord, signalons que sur les sites de Laa2-C3 (Pétillon *et al.*, 2015) et de Labastide (Clot, 1982) c'est le cheval qui domine les assemblages, tandis que le bouquetin est majoritaire dans les niveaux 13-11 de Troubat (Costamagno *et al.*, 2016), et dans le niveau C4 de Laa2 (Pétillon *et al.*, 2015). Sur le versant sud, le cerf est le premier ongulé chassé : il est présent sur tous les sites et majoritaire dans les deux tiers (fig. 3). Malgré tout, il est devancé par le chamois à Abauntz-e (Altuna *et al.*, 2002) et par le cheval à La Garma-A (Arias Cabal *et al.*, 2005).

1.4.2. Entre 16,5-14 ka cal BP

Le nombre de sites archéologiques (attribués au Magdalénien supérieur) est nettement plus important que pour la période précédente incluant cette fois-ci des territoires situés strictement au sud du massif. En effet, les sites de Chaves (Huesca), d'El Parco[1] (Lérida) et de la Bora Gran d'En Carrères (Gérone) documentent désormais des occupations situées dans les parties centre-orientales des Pyrénées. Le fait que ces sites affichent peu, voire dans certain cas aucun reste de renne (alors que le cerf y est toujours représenté), infirme ici l'hypothèse d'une répartition des cervidés uniquement structurée selon un gradient longitudinal (fig. 5). Pour autant, le Pays basque franco-ibérique tient encore une fois le rôle de corridor entre une péninsule où les cerfs dominent l'ensemble des spectres d'ongulés et le reste du continent où la situation est désormais plus contrastée.

Sur le versant sud de la chaîne, si le cerf reste le premier gibier chassé (Costamagno et Mateos, 2007), il est néanmoins devancé par le bouquetin à el Parco-II (Tejero et Fullola, 2008), Erralla-III (Altuna et Mariezkurena, 1985), Ekain-VI (Barandiarán et Altuna, 1977) et el Horno-II (Costamagno et Fano, 2006) ; par le cheval à Abauntz-2r (Altuna *et al.*, 2002) ; et par l'isard à Chaves-2 (Yravedra, 2001). À l'instar de la période précédente, la présence du renne est signalée dans la partie orientale des Cantabres (Gómez-Olivencia *et al.*, 2013) : Zatoya-IIb, Santimamine-VI, Morín-2 (< 1 %), Erralla-III (1.5 %), Ekain VI (1,8 %), Urtiaga-D (2,2 %) et Santa Catalina-III (10,8 %) (fig. 5 ; annexe 2). Au même moment, dans la partie centre-orientale du massif, une exploitation accrue du lapin est documentée sur les sites d'El Parco-2 (Mangado Lach *et al.*, 2002) et de la Bora Gran (Nadal *et al.*, 1997).

[1] Signalons que de récentes datations de la base du niveau II [13255 ± 50 BP et 13475 ± 50 BP (OxA 29336)] pourraient indiquer la présence d'occupations attribuées au Magdalénien moyen récent (Mangado *et al.*, 2014).

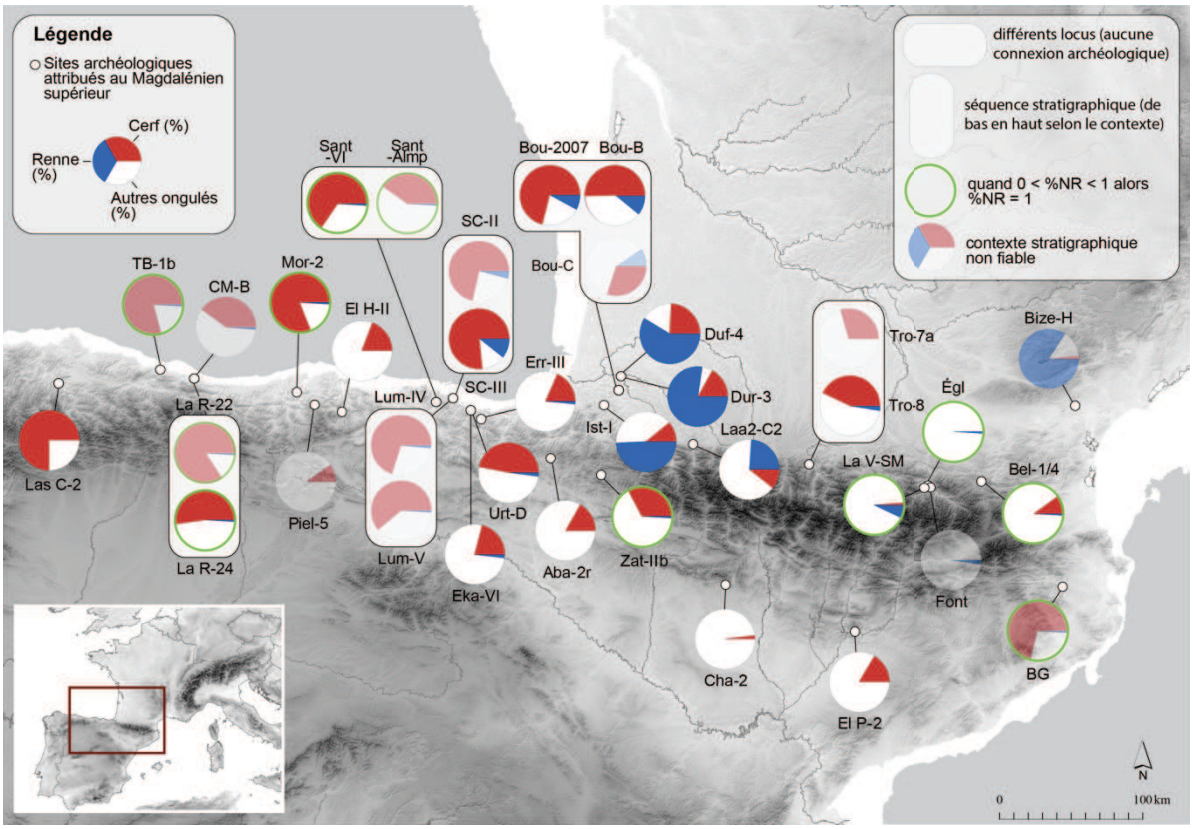


FIGURE 5. REPARTITION GEOGRAPHIQUE DES EFFECTIFS DE CERF ET DE RENNE (EN % NRD) AU SEIN DES ASSEMBLAGES FAUNIQUES D'ONGULES DES SITES ARCHEOLOGIQUES DATES ENTRE 16,5-14 KA CAL BP AUTOUR DES PYRENEES ET LE NORD DE LA PENINSULE IBERIQUE.
Afin de permettre la lecture des données, les effectifs inférieurs à 1 % ont été ramenés à 1 % (marges prises sur "Autres ongulés") (pour plus de détails voir annexe 2).

Sur le versant nord de la chaîne, des disparités apparaissent entre les parties occidentale et orientale du massif. À l'ouest, à l'exception des sites de Laa2-C2 et du Bourrouilla (US-2007 et niveau B), respectivement dominés par le cheval et le cerf, le renne est à nouveau l'ongulé le plus représenté dans les spectres fauniques [i.e., Isturitz-I, Dufaure-4, Duruthy-3 (Langlais *et al.*, 2012)]. Dans la partie centre-orientale de la chaîne, en revanche, les gibiers de montagne prennent une importance nouvelle (Chevallier, 2015)[1] : le renne apparaît délaissé au profit du cerf et du bouquetin à Troubat, et du bouquetin aux Églises, à la Vache-SM, et à Belvis-1/4. Signalons qu'en parallèle, la petite faune (i.e., lagopèdes, chocards, ichtyofaune, …) connaît une exploitation accrue dans le massif (Le Gall, 1999 ; 2003 ; Laroulandie, 2003 ; Costamagno et Laroulandie, 2004 ; Costamagno *et al.*, 2008).

Du point de vue strict des spectres de cervidés, le renne reste légèrement majoritaire sur l'ensemble du versant nord (fig. 5). Les seuls sites où il est dépassé par le cerf sont : le Bourrouilla où ce dernier représente 65 % du spectre d'ongulé dans le niveau B et 75 % dans l'US-2007, Troubat où il représente 29 % du spectre d'ongulé dans le niveau 7 (alors qu'aucun reste de renne n'est attesté) et 43 % dans le niveau 8 (contre 2,7 % pour

[1] Idée qui va de pair avec celle d'une multiplication des occupations pyrénéennes situées au-dessus de 500m d'altitude à partir du Magdalénien supérieur (Chevallier, 2015).

le renne), et Belvis où il représente 10 % de l'assemblage dans les niveaux 1-4 (contre moins de 1 % pour le renne) (fig. 5 ; annexe 2).

Plusieurs composantes (voire hypothèses) qui ne sont pas forcément exclusives peuvent être évoquées pour expliquer la distribution des troupeaux dans les reliefs contrastés du piémont septentrional :

. La première est celle de disponibilité saisonnière des gibiers. Le cerf semble avoir été chassé durant le GS-2.1a essentiellement en été et en automne, ce qui pourrait suggérer qu'il fréquentait la région surtout au cours de la bonne saison, notamment à l'est de la chaîne (Chevallier, 2015). Le Renne paraît quant à lui avoir été acquis plutôt au cours de la mauvaise saison en plaine (Dufaure, Duruthy, Canecaude et Gazel) et au cours de la bonne saison plus en altitude (Isturitz, La Vache) (Chevallier, 2015). L'hypothèse de migrations altitudinales saisonnières des troupeaux de renne a en outre été évoquée (Delpech, 1983) pour expliquer, par exemple, la sous-représentation de l'animal dans des sites de basse altitude (± 50 m), comme celui de Bourrouilla, lors d'occupations estivales [i.e., US-2007 (Costamagno, 2006)]. À La Vache - SM (595 m d'altitude), où les données de saisonnalité documentent, entre autres, des occupations automnales, il a été proposé que la présence du renne reflète un abattage des troupeaux en migration entre leurs pâturages d'été en altitude et leur territoire d'hiver en plaine (Pailhaugue, 1998). Cas de figure qui pourrait avoir concerné deux autres occupations de moyenne altitude, à savoir les niveaux 10-8 de Troubat (Chevallier, 2015) et le site des Églises (Delpech et Le Gall, 1983) où les données saisonnières indiquent des occupations automnales. Le seul exemple où cette hypothèse ne se confirme pas est le site de Belvis (Aude). La sous-représentation du renne dans les niveaux 1/4 ne peut être imputée à des migrations estivales de l'animal dans la mesure où le site, localisé à 960 m d'altitude, ne livre que des occupations de bonne saison (Fontana, 1998 ; Pailhaugue, 1996). Selon ce modèle, le renne devrait alors y être majoritaire.

. La deuxième composante est celle de la position du site par rapport à la niche écologique de l'animal. Ne peut-on pas imaginer par exemple que Belvis se situe à la marge (sud-est) de la niche écologique du renne (fig. 5) ? En ce sens, il ne serait pas totalement incongru que l'animal y soit peu représenté. En effet, Belvis est le site d'altitude nord - pyrénéen ayant livré du renne situé le plus à l'est et au sud du massif (fig. 5). Les sites de Bize et de la Bora Gran étant tous deux respectivement dominés par le renne et le cerf, il paraît légitime de se demander si l'extrémité orientale du massif ne tiendrait pas aussi un rôle de corridor entre des ensembles dominés par le renne au nord et par le cerf au sud. En l'absence de jalons entre Belvis et, les sites de la Montagne noire au nord (Bize, Canecaude, Gazel), et ceux de la Catalogne Ibérique au sud (Bora Gran, Parco), il est toutefois impossible de confirmer cette hypothèse.

. La troisième composante (qui est en partie discordante avec la première) concerne le biotope général des paysages de moyenne altitude dans lesquels sont implantés les sites. La sous-représentation des rennes (voire dans certain cas leur quasi absence) à Belvis, Troubat, La Vache ou les Églises pourrait aussi être liée au fait que ces paysages de moyenne altitude sont dans l'ensemble plus "escarpés" que les paysages de plaine, et donc moins propices à l'établissement de l'animal (Langlais, *com. pers.*).

Enfin, comme pour la période précédente, des restes isolés de renne retrouvés en dehors de la niche écologique supposée de l'animal (i.e., La Riera-22/24, Tito Bustillo-1b, le Morín-2, la Bora Gran) pourraient attester d'éventuels contacts intergroupes (cf. 1.7.).

En définitive, ce bilan rapide confirme le fait que la répartition des cervidés est conditionnée par la chaîne pyrénéenne et les différents biotopes la constituant (Costamagno et Mateos, 2007). Tout porte à croire qu'à l'échelle du sud-ouest de l'Europe, les niches écologiques du cerf [qui était plus ou moins cantonnée à la péninsule Ibérique à la fin de la dernière glaciation (Meiri *et al.*, 2013 ; Chevallier, 2015)] et du renne se rencontrent dans la partie occidentale du massif entre 19-16 ka cal BP, avant que cette zone de contact ne remonte plus au nord entre 16,5-14 ka cal BP sous l'effet du réchauffement climatique global (Meiri *et al.*, *op. cit.*). Cette hypothèse expliquerait en partie pourquoi les tableaux de chasse d'ongulés se diversifient au Magdalénien supérieur sur le versant nord des Pyrénées (*ibid.*). Notons en complément, qu'à partir de cette période il est possible que l'extrémité orientale du massif soit considérée comme étant la marge sud-orientale de la niche écologique du renne, à l'image de la quasi absence de l'animal du spectre faunique de Belvis (fig. 5).

À une échelle plus locale, on ne peut négliger non seulement l'impact du relief plus ou moins accidenté sur la répartition des gibiers, mais aussi celui des déplacements saisonniers des troupeaux au fil de l'année. L'image d'une complémentarité saisonnière des troupeaux de renne et de cerf sur le versant nord des Pyrénées semble se dessiner selon laquelle le renne aurait été majoritairement exploité en plaine à la mauvaise saison, et en altitude à la bonne saison aux côtés du cerf et du bouquetin (Chevallier, *op. cit.*). Si dans les franges occidentale et orientale des Pyrénées (probablement moins hermétiques que la partie axiale du massif) ce schéma semble devoir néanmoins être nuancé par la présence d'indices de chasses au cerf pendant la mauvaise saison (Bize-niveau H, Bourrouilla-ensemble B et Dufaure-niveau 4), il semblerait que sur la façade atlantique le cerf ne constitue qu'un gibier de substitution, en l'absence des rennes notamment (Costamagno *et al.*, 2016)

Maintenant que nous disposons d'une image plus précise de la disponibilité des gibiers sur le territoire pyrénéen, voyons comment les Magdaléniens des deux versants ont exploité les bois des deux espèces.

1.5. L'industrie sur bois de cervidé

1.5.1. État de l'art

Depuis le début des années 2000, les études techno-économiques portant sur les industries osseuses du Magdalénien de la région pyrénéenne se sont multipliées. Le versant nord de la chaîne a connu un intérêt croissant à travers l'étude de séries attribuées au Magdalénien moyen [Enlène, salle du Fond (Averbouh, 2000 ; Averbouh *et al.*, 1999) ; Gazel, couche 7/7bis/plj (Pétillon, à paraître)], au Magdalénien supérieur [la Vache (Averbouh, 2000), Isturitz, couche I/F1 (Pétillon, 2006)] ou encore vis-à-vis de séries issues de mélanges entre ces deux stades [Aurensan (Baumann, 2006-2007) ; Saint-Michel à Arudy (Pujol, 2008, 2009)].

Le versant sud, quant à lui, a connu un déficit de travaux à mettre en lien d'une part avec les conditions de la recherche en Espagne et, d'autre part, avec un déficit effectif de séries dans les Pyrénées centre-orientales. Seuls deux sites ayant livré de l'industrie osseuse ont fait l'objet de fouilles récentes : celui du Parco (Alòs de Balaguer, Lérida), qui a livré un ensemble attribué au Magdalénien supérieur [niveau II - (Bergadà *et al.*, 1999 ; Tejero et Fullola, 2008 ; Tejero *et al.*, 2009 ; Mangado *et al.*, 2014)] et le site de Santimamiñe (Kortezubi, Biscaye), dont la reprise de fouille est venue compléter des séries attribuées aux stades moyen/supérieur du Magdalénien (Gonzáles Sainz, 2011). Signalons par ailleurs l'existence de travaux récents portant sur les séries d'industrie osseuse de la grotte des Cendres (située en dehors de notre espace d'étude) attribuées au Magdalénien supérieur (Borao, 2012).

1.5.2. Répartition cerf/renne dans l'industrie sur bois de cervidé

Sur le versant nord des Pyrénées, Pétillon (2016), dans une synthèse récente, détaille l'évolution de l'exploitation du bois de cervidé entre 19-14 ka cal BP. Il apparaît que l'exploitation du bois de cervidé tout au long de la période concerne majoritairement la production de baguettes (supports plats) en bois de renne par rainurage longitudinal multiple dont l'objectif final est principalement la confection de pointes de projectile. À l'exception des assemblages dominés par des pointes bivalves dans lesquels la matière première majoritaire est le bois de renne de petit et moyen module plutôt collecté au printemps [Enlène (Averbouh, 2005) ; Gazel (Pétillon, à paraître)], **le bois de renne reste la matière première prioritairement recherchée pendant toute la période d'étude à travers des spécimens calibrés de gros module essentiellement issus de collectes pendant la mauvaise saison (bois de chute)** (Pétillon, 2016). Signalons également la présence de bases en arceau sur de nombreux sites du versant nord des Pyrénées centre-orientales (i.e., Harregi, Saint-Michel, Isturitz, Bédeilhac, Mas d'Azil, Gourdan, Espalungue, Espélugues, Harpons) à la transition entre le MMr/MSa (Pétillon, 2006 ; *op. cit.*). Ces déchets de débitage singuliers soulèvent la question d'éventuels transports d'éléments de perche A2[1] de gros module sur le territoire pyrénéen, et à plus forte raison dans les Cantabres où cette matière première est marginale (*ibid.*).

[1] Nous considérons que la perche A2 est la partie de la perche A située entre l'andouiller de glace et la chevillure (cf. fig. 13).

Si la présence de productions en bois de cerf est attestée plutôt à travers la collecte de spécimen de gros module au printemps, ces dernières restent néanmoins marginales (tab. 1).

TABLEAU 1. PROPORTION DU CERF (EN %) AU SEIN DES INDUSTRIES SUR BOIS DE CERVIDE MAGDALENIENNES DANS LE SUD-OUEST DE LA FRANCE.

		% Cerf (NRcerf/Nrtotal)	Référence
Magdalénien moyen	**Castelmoron**	**2,1** (1/48)	Bidart *et al.*, 2001, p. 34
	Gazel-7/7bis/plj	**3,4** (22/645)	Pétillon, à paraître
Magdalénien supérieur	**La Vache**-SM	**5**	Averbouh, 2000, p. 229
	La Salpêtrière (collection Cazalis de Fondouce)	**8** (4/50)	Rémy, 2007, p. 26
	Montastruc-4	**1,2** (3/251)	Lefebvre, 2010
Magdalénien moyen/supérieur	**Saint-Michel d'Arudy**	**2,3** (4/171)	Pujol, 2009, p. 41
	Aurensan	**6-7**	Baumann, 2006-2007

Au Magdalénien moyen, l'industrie sur bois de cerf correspond à 2,1 % de l'industrie sur bois de cervidé sur le site de Castelmoron, et à 3.4 % dans les niveaux 7/7bis/plj de Gazel (7 déchets sur 84 et 15 produits sur 561). À Enlène, où aucune donnée chiffrée n'est disponible, le nombre de vestiges en bois de cerf se rapporterait à l'exploitation d'un seul bois (Averbouh, 2000, p. 210).

Au Magdalénien supérieur, l'industrie sur bois de cerf représente près de 5 % de l'industrie sur bois de cervidé à la Vache-SM, 8 % à la Salpêtrière et 1,2 % à dans le niveau 4 de l'abri Montastruc (Bruniquel, Tarn et Garonne).

Enfin, dans des séries attestant d'un mélange entre les stades moyen et supérieur du Magdalénien, le cerf est représenté dans l'industrie sur bois de cervidé à Saint-Michel d'Arudy avec **2,3** % des effectifs, et à Aurensan où il représente entre **6-7 %** de l'ensemble des déchets de débitage sur bois de cervidé.

Sur l'ensemble de la période d'étude, l'exploitation du bois de cerf est orientée essentiellement vers l'utilisation des andouillers/épois comme supports d'outils intermédiaires de gros calibre (Pétillon, à paraître). Des exemplaires ont été retrouvés dans le Magdalénien supérieur de la Vache (Averbouh, 2000, p. 225), dans celui du Maz d'Azil (Provenzano, 1998, fig. 2, n° 2) ou d'Isturitz (Sgard, 1998 citée dans Pétillon, 2006, p. 39) ; et dans le Magdalénien moyen d'Isturitz (par exemple Provenzano, 1998, fig. 1, n°1) ou de Gazel (Pétillon, à paraître). Le bois de cerf est parfois utilisé pour la production de baguettes destinées à la confection de pointes de projectile [signalons un exemple d'ébauche de pointe bi-barbelée retrouvée à l'abri Montastruc (Lefebvre, 2010, p. 91)] et plus généralement de baguettes demi-rondes. Dans une synthèse à paraître, Pétillon évoque la présence de baguettes demi-rondes en bois de cerf dans le Magdalénien moyen de Gazel (N = 9), ainsi "*qu'une pièce possible à Isturitz et une autre à Enlène (Feruglio, 1987, pl. 18, n° 3 et pl. 25, n° 1) ; au Magdalénien supérieur, une pièce à la Vache (Feruglio, 2003) ; et trois pièces dans le Magdalénien de Lespugue (Pétillon, obs. pers. : un objet inédit de*

la grotte de la Vierge et deux objets de la grotte des Bœufs, dont un figuré in Saint-Périer, 1912, fig. 4, n° 15)" (Pétillon, *op. cit.*). Concernant les modalités de débitage mises en œuvre, à Gazel, les deux déchets identifiés témoignent de l'extraction d'au moins deux baguettes par rainurage longitudinal multiple. Dans l'un des cas, les baguettes extraites depuis les faces latérale et mésiale du merrain A mesuraient près de 180 mm de long. En revanche, à Saint-Michel d'Arudy, le seul déchet de débitage sur bois de cerf identifié documente une extraction unique de baguette depuis la face postérieure du merrain A par double rainurage longitudinal (Pujol, 2009, p. 30).

Sur le versant sud des Pyrénées, les données techno-économiques sont encore très lacunaires. Au niveau de l'extrémité occidentale du massif, bien que la région abrite l'essentiel des sites magdaléniens ayant livré de l'industrie osseuse (fig. 3 et 5), les seules données techno-économiques disponibles concernent les niveaux Csn-Camr de Santimamiñe, attribués au Magdalénien moyen ancien ["Magdalénien inférieur cantabrique" (López Quintana et Guenaga Lizasu, 2011)]. Sur les six bases de bois de cerf présentes dans ces niveaux [quatre bois de chute de gros module et deux bois de massacre - (Castaños et Castaños, 2011)], une seule présente les stigmates d'un débitage, à savoir une extraction unique de large baguette par double rainurage longitudinal depuis la face postérieure du merrain A1[1] (incluant la meule) (Gonzáles Sainz, 2011) (fig. 6).

FIGURE 6. DECHET DE DEBITAGE DE BAGUETTE SUR PARTIE BASILAIRE DE BOIS DE CERF DE GROS MODULE.
(154 x. 128 x 58 mm), Bois de chute, Santimamiñe, Csn-Camr (tiré de Gonzáles Sainz, 2011).

[1] Nous considérons que le merrain A1 est la partie du merrain A localisée entre la meule et le sur-andouiller (cf. fig. 13).

Pour le reste, le peu de données disponibles pour la partie centre-orientale de la chaîne pyrénéenne est ici moins le fait d'un manque d'étude que d'une réelle carence archéologique (Tejero, 2003/2004). Une fois exclus les sites magdaléniens ayant livré moins de cinq vestiges d'industrie osseuse [i.e., Forcas I (Utrilla et Mazo, 1997) ; Molí del Salt (Vaquero, 2004 ; Vaquero *et al.*, 2005) ; Legunova (Montes, 2005)], seuls les niveaux II de Chaves (Casbas, Huesca) et d'El Parco (Alòs de Balaguer, Lérida), ainsi que la grotte de la Bora Gran d'en Carrères (Serinya, Gérone) pour l'extrémité orientale du massif, peuvent être pris en considération. Il apparaît que l'exploitation du bois de cervidé sur ces trois sites concerne principalement la production de baguettes en bois de cerf (supports plats) par double rainurage longitudinal dont l'objectif final est essentiellement la confection de pointes de projectile (Tejero, 2003/2004). Il est en revanche impossible de documenter plus avant les modalités de débitage mises en œuvre pour l'extraction des baguettes (extraction unique ou multiple) et celles d'acquisition des bois sur les sites (bois de massacre ou bois de chute), dans la mesure où aucun déchet de débitage de grande dimension n'a pour l'heure été identifié (*ibid.*).

En l'état actuel des connaissances, les seules mentions de bois de renne utilisés à des fins techniques dans le Magdalénien ibérique concernent :

- une base de bois de chute "*que presenta incisiones y un corte profundo en la vara, cerca del arranque del candil basal*" (Altuna *et al.*, 2002, p. 15) (qui présente des incisions ainsi qu'une coupure profonde au départ de l'andouiller basal), issue du niveau 2r de la grotte d'Abauntz (Magdalénien supérieur) (pièce qui n'a par ailleurs jamais fait l'objet d'une illustration).

- un éventuel fragment d'épois d'empaumure retrouvée dans le niveau L3 de la grotte de la Garma (Arias *et al.*, 2005). En partie raclé, il porte de manière symétrique sur chaque face de son fût un même décor géométrique (fig. 7) (le diagnostic taxinomique de cette pièce est difficile à confirmer seulement à partir de photos).

- un possible fragment d'andouiller de glace inédit [identifié sur photo dans Garate (2012, p. 164)] issu du niveau VI de Lumentxa (fig. 8). Il se pourrait que l'une des faces de la pièce porte une représentation figurative d'auroch (Garate, *com. pers.*).

- un bois de renne portant des traces de rainurage (Adán Álvarez, 1997, p. 72) dans les niveaux III-IV attribués au Magdalénien moyen ancien (Gómez-Olivencia *et al.*, 2013).

FIGURE 7. FRAGMENT D'EPOIS DE BOIS DE CERVIDE DECORE (BOIS DE RENNE ?), LA GARMA, L3, MAGDALENIEN MOYEN.
Tiré d'Arias *et al.*, 2005.

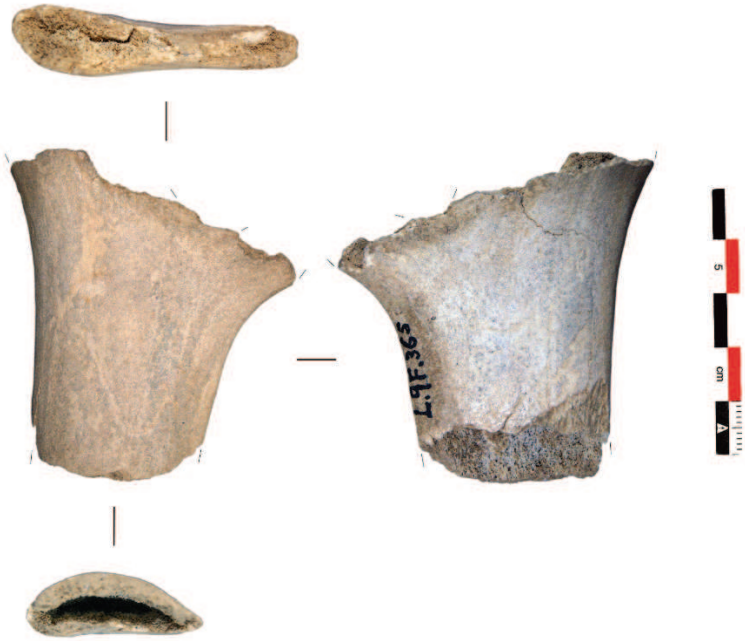


FIGURE 8. POSSIBLE FRAGMENT D'ANDOUILLER DE GLACE DE BOIS DE RENNE, LUMENTXA-VI, MAGDALENIEN MOYEN ANCIEN ?
Photos D. Garate.

1.6. Les Pyrénées, frontière culturelle ?

Comme nous l'avons vu précédemment, les Pyrénées occidentales sont largement perméables vis-à-vis de la circulation des troupeaux de cervidé au Tardiglaciare. Mais qu'en est-il des déplacements humains ? Afin d'estimer au plus près la taille des territoires culturels et les principaux axes de communication transpyrénéens, l'étude de la circulation des matières premières et de certains objets singuliers livre des informations précieuses.

Le franchissement des Pyrénées par l'extrémité occidentale du massif est attesté autant par la circulation de matières premières lithiques (Corchón *et al.*, 2006 ; Tarriño *et al.*, 2015) et la distribution de pièces d'industrie osseuse [pour le MMa : pointes de Lussac-Angles (Pétillon, 2016) ; pour le MMr : contours découpés (Fritz *et al.*, 2007 ; Sauvet *et al.*, 2014), propulseurs de type 2a (Cattelain et Pétillon, 2015), pointes à base fourchue (Pétillon, 2006) et pointes mono-barbelées (Pétillon, 2016)], que par celle de productions artistiques et symboliques [signes claviformes, représentations de caprinés vus de face et plus généralement d'éléments de parure (Fritz *et al.*, 2007 ; Corchón *et al.*, 2012 ; Rivero *et al.*, 2014 ; Sauvet *et al.*, 2014)]. Ce constat n'a rien d'étonnant au regard de la répartition géographique des sites archéologiques entre 19-14 ka cal BP (fig. 3 et 5). D'après Utrilla et Mazo (1996b), les principales voies de franchissement situées à l'ouest de la chaîne pyrénéenne correspondraient à la traversée des cols de Belate (fig. 9, voie 2) et au prolongement de la vallée de la Nive puis de l'Arga (fig. 9, voie 3), auxquelles il faut ajouter la voie littorale en partie immergée aujourd'hui (fig. 9, voie 1).

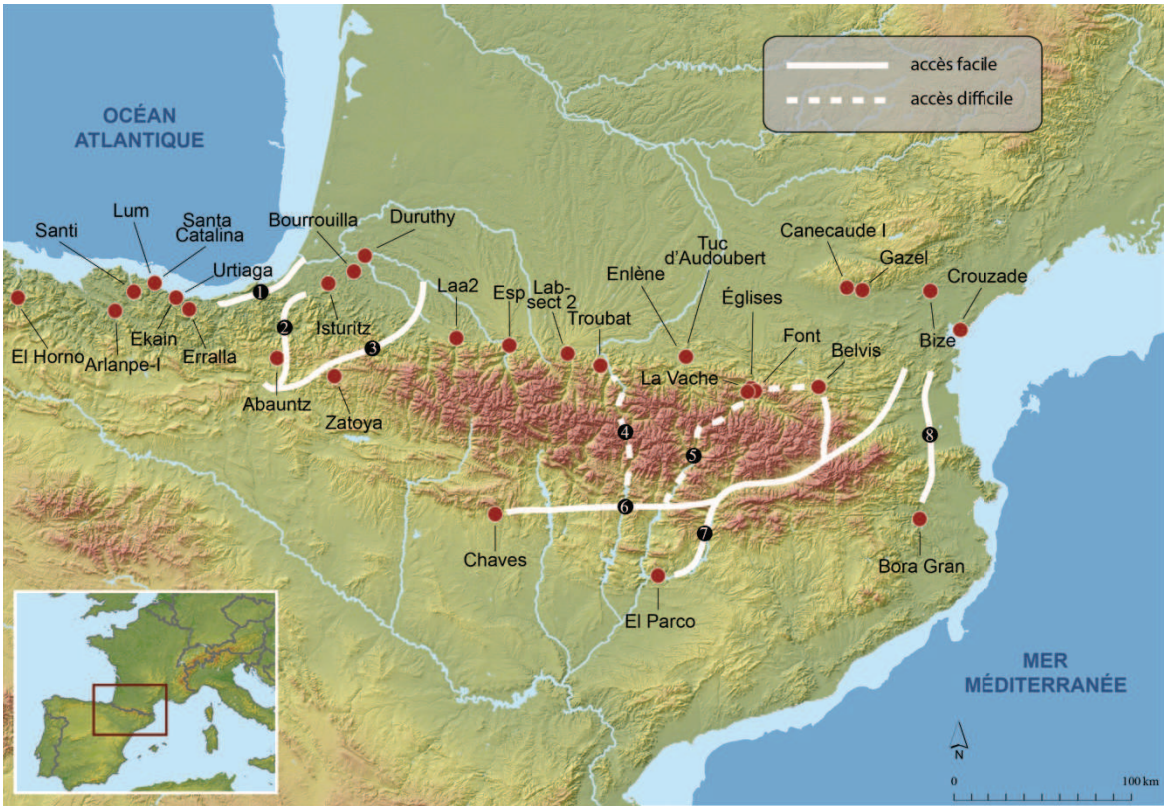


FIGURE 9. LES PRINCIPALES VOIES DE FRANCHISSEMENT TRANSPYRENEEN AU MAGDALENIEN.
D'après Utrilla et Mazo, 1996b, Bails et Fullola, 2003 ; Sánchez de la Torre, 2015.

La figure 9 signale aussi l'existence d'une zone de franchissement plus facile située à l'est de la chaîne et mise au jour notamment suite à la découverte du gisement de plein air de Montlleò (La Cerdanya, Lleida) (Baills et Fullola, 2003 ; Langlais et Mangado, 2007). Il s'agit de l'axe Têt-Segre qui suit le cours du Segre via Puigcerdá et qui donne accès à Chaves par Seu d'Urgel (fig. 9, voie 6) et à el Parco en prolongeant le Segre (fig. 9, voie 7). Plus à l'ouest, il est possible, mais certes plus difficile, de traverser le massif via le col de Puymaurens depuis les sites ariégeois (fig. 9, voie 5).

Cette carte soulève aussi la question du contournement du massif via le littoral catalan (fig. 9, voie 8). En effet, en l'absence de jalons identifiés sur le versant sud entre les extrémités occidentale et orientale de la chaîne témoignant de la présence du renne dans le bassin de l'Èbre (fig. 5), comment expliquer autrement que par une origine nord-pyrénéenne la présence de restes de renne [i.e. deux fragments de bois, un élément post-cranial, un astragale et une 3ème phalange (Nadal *et al.*,1997 ; Soler, 1999)] sur le site de la Bora Gran (Canal et Carbonell, 1989 ; Nadal *et al.*, *op. cit.* ; Fullola *et al.*, 2006) ? En dépit du fait qu'il manque encore des jalons au nord du site permettant de relier clairement ce dernier aux sites ariégeois (Fontanet, Les Églises, la Vache) ou à ceux de la Montagne Noire (Gazel, Bize, Canecaude), au moins trois voies d'accès littorales qui ne présentent aucune difficulté majeure [via le col du Perthus (297 m d'altitude), le col des Balistres (165 m d'altitude) ou directement par le bord de mer lui-même] peuvent être envisagées pour la traversée des Albères (Baills et Fullola, 2003).

En outre, signalons que les travaux de Banks *et al.* (2008) sur la modélisation des niches écologiques du cerf et du renne au LGM corroborent indirectement cette hypothèse : que la niche écologique du renne actuel soit projetée vers le LGM ou inversement, à aucun moment la Catalogne ibérique n'apparaît être une zone refuge pour l'animal (fig. 4). En partant de l'*a priori* que la niche écologique du renne en Europe occidentale connaît son extension géographique méridionale maximale au LGM, il paraît alors peu probable que le renne ait occupé cette zone littorale au Tardiglaciaire, alors même que le climat est en cours d'amélioration et que les populations de renne remontent progressivement vers des territoires plus septentrionaux (Costamagno *et al.*, 2016). D'autant plus que l'ensemble des datations absolues réalisées sur renne entre 16-15 ka cal BP dans les Pyrénées, confirme qu'au moment de l'occupation du site de la Bora Gran par les Magdaléniens (cf. chapitre x), le renne commence à quitter l'est du massif (*ibid.*).

Les études sur la répartition de certaines armatures lithiques (lamelles scalènes ou denticulées tronquées) et sur la circulation des matières premières siliceuses complètent ce schéma, d'une part à travers la confirmation d'une zone de communication située à l'extrémité orientale du massif [à l'image notamment de la composition lithologique de l'industrie lithique de la Bora Gran (Langlais, 2007, p. 347) et plus généralement : Sacchi, 1974 ; Soler *et al.*, 1990 ; Tarriño, 2001 ; Langlais et Sacchi, 2006 ; Langlais, 2007 ; 2016 ; Fullola *et al.*, 2012 ; Sánchez de la Torre, 2015] et, d'autre part, à travers la découverte récente de zones de franchissement transpyrénéennes situées en plein cœur de la chaîne. En effet, les travaux de Sánchez de la Torre (*op. cit.*) sur la pétro-archéologie du silex proposent l'existence de voies de franchissement transpyrénéennes nord/sud (certes difficile d'accès) situées en plein cœur des Pyrénées centre-orientales (i.e., Port de Venasque, fig. 9, voie 4) au Magdalénien moyen récent [d'après la présence de matières premières d'origine ibérique sur le site de Laa2 (Pétillon *et al.*, 2015 ; Sánchez de la Torre, *op. cit.*)] et au Magdalénien supérieur [d'après la présence sur les sites de Belvis,

du Parco de matières premières siliceuses d'origine transpyrénéenne (Sánchez de la Torre, *op. cit.*)].

En définitive, il semblerait que l'implantation des hommes sur le territoire Pyrénées suive dans les grandes lignes celle des troupeaux de cervidé. Il n'y a rien d'étonnant à cela dans la mesure où la subsistance des sociétés magdaléniennes se base sur une économie de prédation dans laquelle la capture des cervidés tient une place déterminante. Néanmoins, la présence de quelques rares vestiges localisés en dehors des niches écologiques supposées des deux espèces laisse envisager des circulations de matériel à plus grande distance.

1.7. Économie comparée du cerf et du renne sur les deux versants des Pyrénées

Pour le versant nord de la chaîne, bien que le renne soit majoritaire sur la plupart des gisements et que sa présence soit, semble-t-il, continue dans les plaines pendant la mauvaise saison, il est intéressant d'observer qu'aucun abattage en masse de cervidé n'est attesté (Costamagno et Mateos, 2007 ; Chevallier, 2012). Les sites dominés par d'autres herbivores et en particulier le cerf, témoigneraient quant à eux d'une disponibilité différente en gibiers, qui pourrait s'expliquer par des variations saisonnières (Dachary *et al.*, 2008). Dans l'ensemble, l'économie de ces ressources animales n'apparaît pas particulièrement planifiée (Chevallier, *op. cit.*). Les pratiques sont variées d'un bout à l'autre de la chaîne, les Magdaléniens ayant globalement plutôt tiré parti de la présence continue du renne à faible altitude pendant la mauvaise saison et de l'exploitation de biotopes diversifiés liés à la proximité du relief et à la diversification des gibiers à la fin de la période d'étude. Dans l'ensemble, les chasses non spécialisées aux dépens de hardes de femelles pour le cerf, auxquelles on peut ajouter des juvéniles pour le renne, apparaissent les plus fréquentes (*ibid.*).

Pour le versant sud de la chaîne, l'économie de subsistance est fondée sur l'exploitation de deux gibiers principaux, l'un plutôt montagnard, le bouquetin, l'autre plus ubiquiste, le cerf. L'exploitation de ce cervidé ne semble pas impliquer un seul type de chasse, mais plutôt une grande variabilité de stratégies (Castaños, 2014). Si à Urtiaga (Altuna, 1972) et à La Riera (Altuna, 1986), les spectres fauniques s'équilibrent autour de la capture d'individus immatures et adultes, la sélection des individus est orientée vers la capture des jeunes à Ekain (Altuna et Marizkurrena, 1984), et vers celle des adultes à Tito Bustillo (Altuna, 1976), Rascaño (Altuna, 1981), La Paloma (Castaños, 1980), Cueto de la Mina (Castaños, 1982) et Santimamiñe (Castaños, 1984). Quant à l'exploitation du renne, sa part dans les spectres de faune en fait une ressource minoritaire. Dans le pays-basque espagnol, son exploitation se fait aux dépens de hardes familiales à Santa Catalina-III (Castaños, 2014), site ibérique ayant livré le plus grand nombre de restes en contexte archéologique [NRD(niveau 3) = 445 ; NMI(niveau 3) = 16]. La présence isolée d'éléments anatomiques singuliers [éléments de bas de pattes (Abauntz-e, Lumentxa-IV/VII, Erralla-III, La Riera-24, Cueto de la Mina-B Bora Gran), incisives sciées (Las Caldas IX, Lumentxa V/VI/VII, Morín-2, la Riera-24), et bois (annexes 1 et 2)] retrouvés en dehors de la niche écologique supposée de l'animal témoigne d'un traitement particulier du renne [respectivement : une récupération de la peau pour l'habillement et l'habitat, une utilisation des dents notamment comme élément de parure à Santa Catalina (Berganza et Arribas, 2010) ou à las Caldas (Corchón *et al.*, 2012), et l'utilisation des bois pour l'industrie] impliquant

une circulation d'éléments à grande distance. Si dans les Cantabres l'importation de cette matière première a pu avoir pour origine les deux versants des Pyrénées occidentales, l'absence du renne sur l'ensemble du bassin de l'Èbre (fig. 3 et 5) nous conduit à envisager une origine nord-pyrénéenne du matériau pour la Catalogne ibérique.

1.8. Le cerf et le renne dans l'art préhistorique

Ce chapitre pourrait constituer un mémoire à lui seul. Le lecteur comprendra vite que nous avons pris le parti de concentrer notre travail sur la gestion technique et économique des ressources animales (bois de cervidé), et non sur la portée symbolique des relations homme/animal. Il nous arrivera tout de même de mobiliser ponctuellement les données issues de l'art dans la mesure où elles contribuent à la définition des territoires culturels (Sauvet et Wlodarczyk, 1995) et plus généralement à la reconstitution des modes de vies des populations passées.

En termes de fréquence d'apparition dans l'**art pariétal**, les deux cervidés se talonnent (*ibid.*) : avec 7,3 % des effectifs, le cerf se classe au 7ème rang des sujets les plus représentés, tandis que le renne est 8ème (3,7 %). Les deux cervidés se retrouvent donc loin derrière le couple cheval-boviné, largement majoritaire quel que soit l'espace géographique concerné, ainsi que derrière les représentations de biche (4ème rang avec 7,3 % des effectifs) dont l'essentiel des occurrences sont localisées dans les Cantabres (Leroi-Gourhan, 1965). Du point de vue de l'**art mobilier**, les seules données disponibles proviennent de Leroi-Gourhan *(op. cit.*) et mériteraient très certainement d'être actualisées. Le renne figure à la deuxième place des thèmes les plus représentés dans le sud-ouest de l'Europe (l'Espagne cantabrique est ici intégrée) avec 14 % des effectifs, alors que la biche (3,7 %) et le cerf (2,8 %) se retrouvent respectivement au 10ème et 12ème rang[1]. Précisons que le renne est dans l'ensemble quasiment absent de l'art Ibérique : sa présence y est seulement rapportée sous la forme de représentations mobilières à la Viña et las Caldas - niveau IX (Sauvet *et al.*, 2008 ; Corchón *et al.*, 2015) et de représentations pariétales à Tito Bustillo (représentations bi-chromes) (Sauvet *et al., op. cit.*), Llonín (Fortea *et al.*, 2004), Covaciella (Fortea, 2007) et Atxurra.

Certes ce rapide inventaire ne permet pas de cerner la portée symbolique des deux cervidés (qui plus cette dernière a pu évoluer avec le temps), mais, il permet au moins d'affirmer l'importance symbolique de la biche au Magdalénien moyen/supérieur dans l'art pariétal cantabrique, et celle du renne dans l'art mobilier extra-ibérique.

[1] À titre indicatif, les trois thèmes principalement représentés dans l'art mobilier de l'ouest de l'Europe sont : le cheval (16,3 %), suivi du renne (14 %) et du bison (9,2 %).

Chapitre 2. Matériel et méthodes classiques

2.1. Rappel des objectifs

Maintenant que l'image d'un Magdalénien pyrénéen se dessine plus nettement, l'étude comparée de l'exploitation du bois de cerf et du bois de renne nous conduit à formuler plusieurs objectifs d'étude :

. Existe-t-il une correspondance entre la nature des ressources animales disponibles dans l'environnement et la matière première utilisée pour l'équipement ? Ce qui revient à se demander si l'exploitation des deux matériaux est complètement déterminée par l'environnement ou alors s'il est possible de mettre en évidence des choix anthropiques délibérés. On verra notamment quel type de ressource est exploité par les groupes Magdaléniens lorsque le renne est absent du versant nord du massif.

. Que se passe-t-il dans les marges des territoires d'approvisionnement de chaque matière première ? Peut-on mettre en évidence le transport de bois de renne sur le territoire Ibérique depuis le versant nord des Pyrénées ?

. Quels impacts techniques et économiques la différence d'espèce a-t-elle sur l'exploitation des bois de cervidé (constitution des équipements, contraintes liées à la matière, solutions techniques différentes, planification des besoins, …) ? Rappelons que les deux espèces ne perdent pas leur bois au même moment de l'année et que leurs bois ne présentent pas forcément le même potentiel en termes de matière première.

. Existe-t-il une différence diachronique en termes d'exploitation du bois de cervidé entre des comportements que l'on pourrait attribuer aux groupes du Magdalénien moyen et d'autres que l'on pourrait attribuer aux groupes du Magdalénien supérieur ?

2.2. Choix du matériel d'étude

À l'image des travaux de Clottes (1989) sur le Magdalénien nord-pyrénéen, il nous paraît nécessaire de compartimenter notre espace d'étude selon un gradient longitudinal en trois zones géographiques distinctes (fig. 10 et 11). Cette structuration de l'espace pyrénéen tient compte des différences signalées dans la distribution des cervidés au sein des archéo-faunes, *a fortiori* de celle des principaux sites magdaléniens, mais aussi de la topographie générale de la chaîne pyrénéenne. Au sein de chaque ensemble, plusieurs séries clefs d'industrie sur bois de cervidé feront l'objet d'une étude techno-économique complète. Signalons que la majorité des sites qui seront étudiés ont livré des séries issues de fouilles récentes tamisées, non-triées et dont les vestiges furent coordonnés dans l'espace pour certains. La comparaison des données issues de l'industrie osseuse avec celles provenant du registre faunique permettra dans certains cas d'argumenter les choix liés à la sélection de la matière première en regard de la disponibilité saisonnière des gibiers, voire même de l'âge et/ou du sexe des individus (ex : Isturitz-SI/Eω).

Afin de documenter plus avant l'exploitation du bois de renne sur les marges de son territoire d'approvisionnement, nous porterons une attention particulière à l'identification taxinomique au micro-CT de deux séries situées chacune à une extrémité du massif (Santa Catalina-NIII et la Bora Gran).

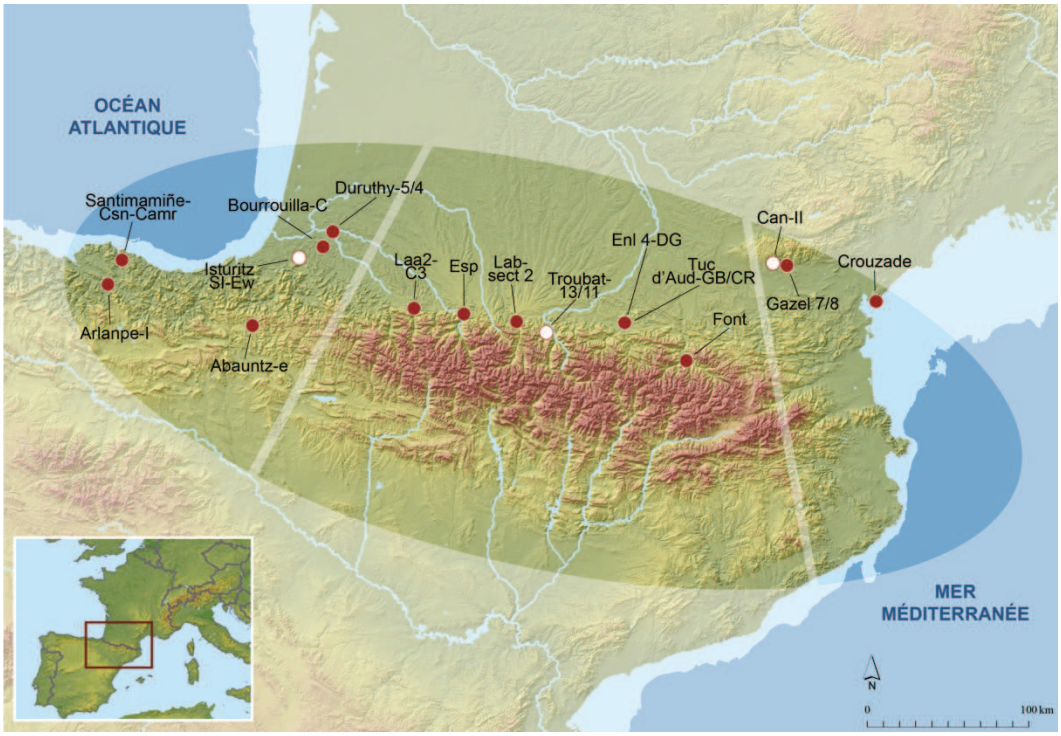


FIGURE 10. PRINCIPAUX SITES ARCHEOLOGIQUES ATTRIBUES AU MAGDALENIEN MOYEN AUTOUR DES PYRENEES.

Ne sont représentés que les sites ayant livré plus de 10 vestiges d'industrie osseuse. En blanc apparaissent les sites étudiés dans le cadre de cette étude.

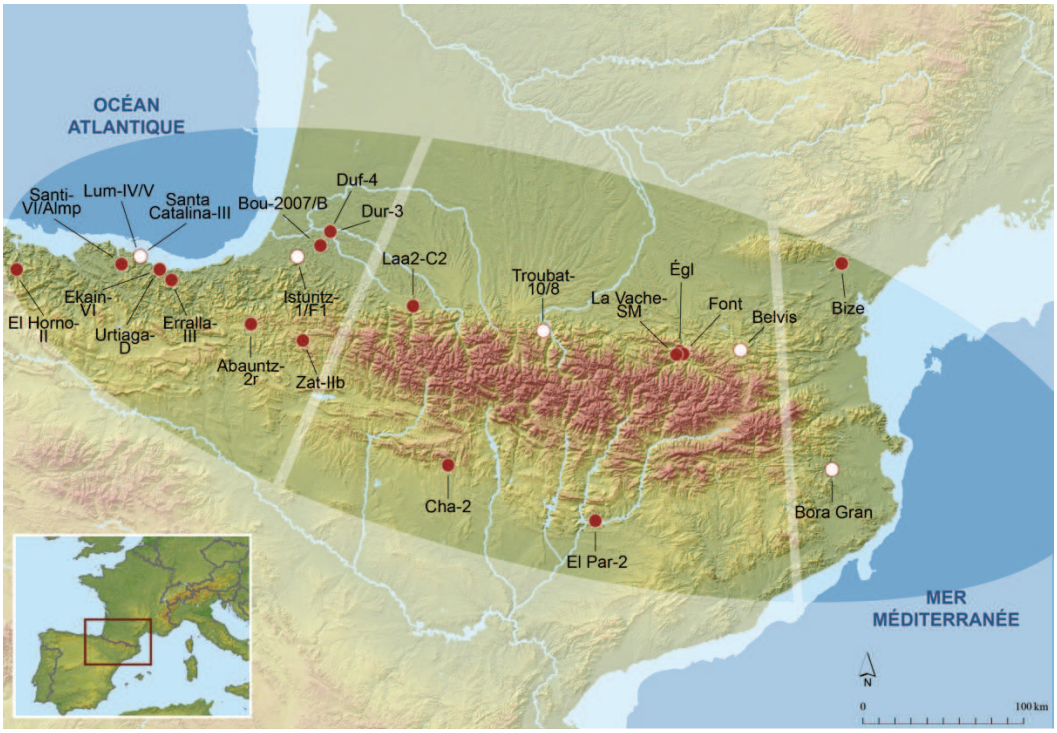


FIGURE 11. PRINCIPAUX SITES ARCHEOLOGIQUES ATTRIBUES AU MAGDALENIEN SUPERIEUR AUTOUR DES PYRENEES.

Ne sont représentés que les sites ayant livré plus de 10 vestiges d'industrie osseuse. En blanc apparaissent les sites étudiés dans le cadre de cette étude.

Ensemble 1- les Pyrénées occidentales

Le premier ensemble correspond à l'extrémité occidentale du massif. Il regroupe l'essentiel des sites de la période d'étude (tab. 2), soit, pour le versant sud, les provinces de Biscaye, de Guipuscoa, de Navarre, ainsi que l'extrémité orientale de la province de Cantabrie. Pour le versant nord, il comprend le sud du département des Landes ainsi que la partie occidentale des Pyrénées-Atlantiques. Au sein de cet ensemble 1, le niveau III de la grotte de Santa Catalina, et les niveaux I/F1 et SI/Eω (MM) de la grotte d'Isturitz (Pyrénées-Atlantiques) seront étudiés.

Ensemble 2- les Pyrénées centrales

Le deuxième ensemble correspond à la partie centrale de la chaîne. Il est constitué pour le versant sud des provinces de Huesca et de Llerida, et pour le versant nord des départements des Hautes-Pyrénées, de la Haute-Garonne, de l'Ariège, de l'extrémité orientale du département des Pyrénées-Atlantiques et de la marge occidentale du département de l'Aude (tab. 2). Parmi les sites figurant dans cet ensemble 2, nous mènerons l'étude de trois séries situées sur le versant nord, soit les niveaux 13-11 et 10-8 de Troubat, ainsi que les niveaux 1-4 de Belvis. Pour le versant sud, nous avons considéré que les effectifs d'industrie en bois de cervidé des sites de Chaves-2 (Utrilla, 1992 ; 1997 ; Utrilla y Mazo, 1996) et d'el Parco-2 (Tejero, 2004 ; 2005 ; Tejero y Fullola, 2007), avec respectivement N = 28 et N = 26 vestiges, étaient trop faibles pour être intégrés ici[1].

Ensemble 3- les Pyrénées orientales

Le dernier ensemble géographique correspond à l'extrémité orientale du massif. Il comprend la province de Gérone pour la péninsule Ibérique, ainsi que l'extrémité orientale du département de l'Aude et le département des Pyrénées orientales pour le versant nord de la chaîne. Les séries étudiées sont le niveau II de Canecaude I et la grotte de la Bora Gran, seule série d'industrie sur bois de cervidé conséquente du versant Ibérique des Pyrénées centre-orientales.

2.3. Moyen d'analyse pour l'industrie osseuse préhistorique

Nous avons employé pour la description du matériel le vocabulaire proposé par la commission de nomenclature de l'industrie de l'os (Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique, Camps-Fabrer dir., notamment Ramseyer, 2004) et pour les termes techniques et la dénomination des constituants de la chaîne opératoire, la nomenclature proposée par A. Averbouh (2000). L'analyse des stigmates de fabrication et d'utilisation a été réalisée à l'échelle macroscopique (grossissement x 50). L'identification de la matière première a été réalisée dans certains cas à l'échelle microscopique (résolution 20 µm) (cf. chapitre 4).

Avant de débuter l'étude techno-économique des séries sélectionnées, il nous paraît indispensable de faire le point sur ce que les données actuelles peuvent nous apporter à la restitution des comportements passés.

[1] D'autant plus que le site d'El Parco a déjà fait l'objet d'une étude techno-économique complète (Tejero, 2004).

TABLEAU 2. LISTE DES SITES MAGDALENIENS SITUES DANS LES PYRENEES ENTRE 19-14 KA CAL BP EN FONCTION DES TROIS ENSEMBLES GEOGRAPHIQUES CONSIDERES POUR CETTE ETUDE.

En gras, les sites étudiés pour cette étude) (MM = Magdalénien Moyen, MMa = Magdalénien Moyen ancien, MMr = Magdalénien Moyen récent, MS = Magdalénien supérieur, MSa = Magdalénien Supérieur ancien, MSr = Magdalénien Supérieur récent. Partie A : Sites de l'ensemble 1. Partie B : Sites des ensembles 2 et 3.

Partie A.

Département/Province	Site	Niveaux/collection	Attribution chrono-culturelle	Datations	Références bibliographiques
Cantabrie	El Horno	Niveau II	MS	12250±190 BP (GX-27456)	Costamagno et Fano, 2005
Biscaye	Arlanpe	Niveau I	MM	14150±60 (Beta-287336) AMS, Os	Valdiosera et al., 2011; Garate, 2012; Gómez-Olivencia et al., 2013
				15100±60 (Beta-316472) AMS, Os	
	Santimamiñe	Csn-Camr	MM	14650±80 (Beta-240905) AMS; Os	López Quintana et Guenaga Lizasu, 2011; Garate, 2012; Gómez-Olivencia et al., 2013
				14670±80 (Beta-240904) AMS; Os	
		VI/Almp	MS	12250±70 (Beta-240903) AMS; Os	
	Lumentxa	Niveaux IV/V	MS	NC	Utrilla, 1976; Fernández Eraso, 1985; Garate, 2012; Gómez-Olivencia et al., 2013
	Santa Catalina	Niveau III	MS	12405±95 (Ua-13876) AMS; Os	Berganza et al., 2012; Garate, 2012; Berganza et Arribas, 2014
				12425±90 (Ua-13877) AMS; Os	
Guipuscoa	Ekain	Niveau VI	MS	12050±190 (I-9240), base du niveau VIb	Altuna et Merino, 1984; Altuna et al., 2010; Altuna, 2011; Gómez-Olivencia et al., 2013
	Urtiaga	Niveau D	MS	10280±190 (CSIC-64) Conv. 14C, Coquillage, origine strati non précisée	Mujika Alustiza et Peñalver, 2012; Gómez-Olivencia et al., 2013
	Erralla	Niveau III	MS	12310±190 (I-34439) Conv .14C ; Os, base du niveau	Altuna, 1985; Altuna et al., 1985; Hoyos and Fumanal, 1985; Vigne, 2005; Gómez-Olivencia et al., 2013
Navarre	Abauntz	Niveau 2r	MS	11760±90 (OxA-5116) AMS; Charbon	Altuna and Mariezkurrena, 1982 ; Utrilla and Mazo, 1993-94; 1996a; Utrilla et al., 2009 ; Altuna et al., 2002; Utrilla et al., 2009; Gómez-Olivencia et al., 2013
				12340±60 (CAMS-9918) Conv. 14C; Charbon	
		Niveau e	MM	15460±130 (GrN-16316) Conv .14C ; Os	
				13500±160 (OxA-5893) AMS; Os	
	Zatoya	Niveau IIb	MS	12205±90 (GrN-23998) conv. 14C; Os	Barandiarán and Cava, 2001; Gómez-Olinecia et al., 2013
Pyrénées-Atlantiques	**Isturitz**	Niveaux I/F1	MSa (+ MSr?)	13455±55 (OxA-19835), Pointe à base fourchue	Pétillon, 2006; Pétillon, 2016
				12440±55 (OxA-28085), pointe barbelée	
		Niveaux SI/Ew	MMr	14075±60 (OxA-19832), baguette 1/2 ronde	
				14110±60 (OxA-19831), pointe à 2 rainures long.	
	Bourrouilla	US2007	MS (a ou r?)	12880±50 (OxA-19697), cerf	Fontugne et Hatté, 1999; Dachary et al., 2008 ; Barshay-Szmidt et al., 2009; Pétillon, 2016
				12610±55 (OxA-19698), renne	
		B		12395±35 (GIF 9986)	
		C	MMr ou MSa?	13220±80 (GIF-10254) C2	
				12700±40 (GIF-10234) C1	
Landes	Duruthy	Niveaux 5-4	MMr	12470±60 (OxA-28120), cerf, niveau 4	Arambourou et al., 1978; Delibrias et Evin, 1980; Petillon, 2016; Barshay-Szmidt et al.,2016
				14005±65 (OxA-28118), renne, niveau 4	
		Niveau 3	MSa	12810±55 (OxA-28073), indos	
				12930±60 (Poz15983), renne	
	Dufaure	Niveau 4	MSa (+ MSr?)	12945±55 (OxA28075)	Strauss, 1995; Pétillon, 2016

Partie B.

Département/Province	Site	Niveaux/collection	Attribution chrono-culturelle	Datations	Références bibliographiques
Pyrénées-Atlantiques	Laa2	Couche 2	MS	13550±60 (OxA-26674)	Pétillon et al., 2015; Pétillon, 2016
				12552±83 (Erl-11112)	
		Couche 3	MMr	13665±60 (OxA-26673), os bouquetin	
				14570±65 (OxA-26672), os rene	
Hautes-Pyrénées	Espélugues		MM	13170±260 (Ly1406)	Clot, 1985; Langlais et al., 2012
	Labastide	Secteur 2	MM	13500±120 (Gif6612)	Omnès, 1982
				12700±110 (Gif 6367)	
	Troubat	Niveaux 10-8	MS	13040±60 (Ly-9970), niveau 8a, renne	Barbaza, 1996a; 1996b; 2011; Coastamagno et al., 2016
				12860±60 (Ly-9969), niveau 8, cerf	
		Niveaux 13-11	MM	11450±95 (Ly-914), niveau 11, charbon	
				14270±135 (Ly-956), niveau 13, charbon	
Arièges	Enlène	Niveau 4 (Diverticule Gauche)	MM	14920±110 (Ly1626), dent	Fosse, 1992
	Tuc-d'Audoubert	Cheval Rouge/Balcon I	MM	13460±70 (Poz8432), Cheval Rouge	Bégouën et al., 2009
				13750±90 (Poz8433), Cheval Rouge	
	La Vache	Salle Monique/c1-c4	MSa (+MMr?)	12540±105 (Gr-2025)	Pailhaugue, 1996; 1998; Averbouh, 2000; Pétillon, 2016
				12850±140 (Gr-2026)	
	Les Églises		MS	12900±220 (Gif3923)	Delpech et Le Gall, 1983; Langlais et al., 2012
	Fontanet		MM ou MS?	13810±740 (Ly846)	Clottes, 1979
				12770±420 (Ly2184)	
Huescas	Chaves	Niveau 2	MS	12950±70 (GrN-15635)	Utrilla, 1992; 1997; Utrilla et Mazo, 1996b
				12660±70 (GrN-154561)	
Lérida	El Parco	Niveau 2	MS	12605±60 BP (OxA 10796)	Tejero, 2004; 2005; Tejero et Fullola, 2007; 2008
Aude	**Belvis**	Niveaux 1-4	MS (a ou r?)	12330±50 (SacA6971)	Sacchi, 1986; Pétillon, 2016
				13080±50 (SacA6973), os	
Aude	**Canecaude I**	Niveau II	MMa (+MMr?)	14230±160 (Gif 2708); os	Sacchi, 1986; Pétillon, 2016
	Gazel	Niveaux 7-8	MMr	13935±45 (KIA-25340); charbon	Sacchi, 1986; Pétillon, 2016
				15070±270 (Gif 2655); charbon	
	Bize	Niveau H	MS	NC	Sacchi, 1986
Gérone	**Bora Gran d'En Carrères**		MM/MS	12830 ±80 (OxBGA-2222), dent de renne	Rueda, 1987; Canal et Carbonell, 1989; Langlais, 2007
				13080 ±90 (OxBGA-2152), dent de renne	

Chapitre 3. Apports de l'actualisme à l'étude des sociétés passées

3.1. Éthologie comparée du cerf et du renne

Le renne est une espèce fortement grégaire qui migre annuellement sur des distances plus ou moins importantes (Burch, 1972 ; Heard, 1997 cités par Costamagno et Mateos, 2007), impliquant parfois un gradient saisonnier altitudinal (Schaefer *et al.* 2000 ; Ferguson et Elkie 2004). En fonction des saisons, la composition des troupeaux varie (rassemblement des mâles et des femelles au moment du rût et dispersion le reste de l'année - annexe 3), les femelles et les jeunes restant sous la forme de cellules matriarcales plus ou moins grandes tout au long de l'année.

Les comportements du cerf, animal écologiquement ubiquiste, apparaissent en revanche plus difficiles à cerner. En effet, il semblerait que l'idée selon laquelle le cerf vivrait sous la forme de petites hardes de quelques individus sur un territoire relativement stable tout au long de l'année (*ibid.*) doive être remise en question (Chevallier, 2012). En effet, des observations éthologiques réalisées en milieu ouvert montrent que le cerf y est moins solitaire et territorialiste que ce que l'on pourrait supposer (annexe 4). Ces études s'accordent à dire qu'en milieu ouvert le cerf aurait tendance à se regrouper afin de maximiser ses chances de survie, formant parfois des troupeaux de grande taille (Adams, 1982 ; Lowe, 1966 ; 1969 ; Geist, 1982 ; Pike-Tay, 1991 ; Clutton-Brock *et al.*, 1982). Plus encore, dans des milieux où les variations saisonnières sont très marquées, il pourrait connaître les mêmes migrations altitudinales saisonnières que celles précédemment décrites pour le renne (Fichant, 2003 ; Clutton-Brock *et al.*, *op. cit ;* cités par Chevallier, 2012). Ramenées à l'étude des sociétés magdaléniennes, ces données éthologiques suggèrent d'une part, que l'exploitation des deux cervidés n'est peut-être pas si différente en termes de stratégies de chasse, et soulignent d'autre part, l'impact de la saisonnalité dans l'économie des ressources animales.

3.2. Bois de cervidé et potentiel mécanique

Les propriétés biomécaniques des matières osseuses dépendent de leur composition chimique [rapport entre fraction minérale/organique (Criegel *et al.*, 2001)], de leur porosité et de leur microstructure [taille et inter-connectivité des pores (Gibson et Ashby, 1997 ; Evans *et al.*, 2005 ; Krauss *et al.*, 2011)]. Le bois de cervidé est constitué d'une matrice osseuse faiblement minéralisée lui conférant une grande capacité de résistance vis-à-vis de la flexion (Albrecht, 1977). Le fait qu'il soit capable d'absorber une grande quantité d'énergie avant de se rompre (Albrecht, *op. cit.* ; Crigel *et al.*, 2001, Evans *et al.*, 2005 ; Akhtar *et al.*, 2008), lui confère la capacité de mieux supporter les chocs occasionnés par les affrontements des mâles au moment du rut et en fait, par ailleurs, une matière première de choix pour la constitution de l'armement paléolithique.

La question du potentiel mécanique comparé du bois de cerf et du bois de renne ne sera pas approfondie dans ce travail. Il aurait été légitime de le faire. Mais les premiers tests monotoniques réalisés par Albrecht en 1977 n'envisagent pas de différences taxinomiques significatives vis-à-vis de la compression et de la flexion, à priori, pas au point qu'elles puissent avoir été perçues par les chasseurs-collecteurs paléolithiques serions-nous tentés de dire. Il sera probablement l'occasion d'un travail ultérieur de reprendre

cette question selon un protocole d'analyse actualisé comprenant l'utilisation de nouveaux outils d'investigation, et en testant réellement les deux sous-espèces qui nous intéressent ici [pour rappel ces tests ont été réalisés, entre autres espèces, sur bois de Caribou (*Rangifer tarandus caribou*) et de Wapiti (*Cervus canadensis*)]. En revanche, la question des variations biomécaniques intra-spécifiques n'a, semble-t-il, jamais été abordée. Existe-t-il des différences mécaniques entre le bois de chute et le bois de massacre qui puissent avoir poussé les paléolithiques à acquérir préférentiellement l'un ou l'autre des deux matériaux ? Pour tenter de répondre à cette question, il nous paraît important de faire un point sur la croissance histologique des bois de cervidé en lien avec leur degré de minéralisation.

3.2.1. La croissance et la minéralisation des bois

Pendant la phase d'élongation, variable en fonction des espèces, les bois ont une structure cartilagineuse et sont recouverts par une peau d'aspect duveteux : le velours. Il est chargé d'assurer la protection, la vascularisation et l'innervation de ces organes. La croissance s'effectue depuis l'extrémité distale des bois alors que la calcification débute au niveau des pivots. La vitesse de minéralisation n'est pas constante et connaît un maximum au 4ème mois de pousse pendant lequel environ un tiers de la quantité totale de minéraux est déposée (Brelurut *et al.*, 1990). Peu de temps avant le rut, l'augmentation du taux de testostérone entraîne un arrêt de la vascularisation superficielle des bois et la perte des velours (Rolf et Fisher, 1996). Cette modification du système endocrinien est associée à un arrêt de la croissance longitudinale.

3.2.2. Les bois sans velours

À ce stade de développement, se pose la question de l'état de minéralisation de la ramure (remplacement de certains tissus protéinés et vascularisés par des minéraux du squelette). Information qu'il nous est important de prendre en considération puisqu'elle conditionne le moment de l'année où le bois est potentiellement utilisable du point de vue de l'industrie osseuse. Il est communément admis qu'en prévision du rut le bois de cervidé acquiert le statut de bois dur ("hard antler") totalement minéralisé à partir du moment où il perd son velours (Brelurut *et al.*, 1990 ; Stewart, 2002 ; Price *et al.*, 2005). Malgré tout, la persistance d'une vascularisation interne du bois maintient une certaine confusion.

On a longtemps cru qu'après la chute du velours il restait sur la tête des cervidés une structure morte (Wislocki, 1942 ; Goss *et al.*, 1992 ; Goss, 1995 ; Rolland, 2003). Le velours était alors considéré comme étant la source principale de vascularisation des bois. Ce sont d'abord Cowan *et al.* (1968) puis Brown *et al.* (1978) qui ont mis en évidence l'existence d'un dépôt minéral dans la ramure après la perte des velours. Puis, à partir de coupes histologiques Rolf et Enderle (1999) ont démontré l'existence d'une vascularisation interne persistant au travers des pivots après la chute du velours. Les modalités de mise en œuvre de cette vascularisation interne ainsi que sa fonction sont encore discutées à ce jour. Bien que l'on puisse imaginer qu'elle assure au bois une meilleure résistance lors des combats pendant le rut (pour qu'il garde sa souplesse), les observations histologiques révèlent que la quantité de sang présente dans le bois trois semaines avant sa chute est supérieure à celle présente au moment du rut.

En ce qui concerne le tissu compact, on constate qu'il est encore vascularisé depuis l'intérieur du bois trois semaines après la chute du velours. Pour autant, il est peu probable que sa croissance continue. Les observations biométriques que nous avons réalisées à partir de deux référentiels de bois de cerf et de renne actuels ne livrent aucun résultat significatif quant à une éventuelle différence d'épaisseur de tissu compact entre les bois de massacre et des bois de chute, et ce pour une même catégorie d'individus (en termes d'âge, de sexe, et d'espèce) (annexes 5 et 6). En définitive, il semblerait que cette minéralisation soit plus à mettre en lien avec le remodelage du tissu osseux (et notamment du tissu spongieux) qu'avec une réelle croissance en épaisseur. Il restera à élucider ultérieurement si pour autant cette minéralisation du bois affecte la densité du tissu osseux. En l'absence de réponse à cette question, nous prenons le parti de considérer que le potentiel mécanique des bois de chute et de massacre (une fois qu'ils sont débarrassés de leur velours) présente un potentiel mécanique équivalent.

3.3. Cycle de croissance des bois de cerf

En règle générale, les cerfs âgés perdent leurs bois les premiers, parfois dès le début du mois de février (fig. 12). Les daguets les perdront en dernier, au début du mois de mai. Les autres cerfs "jettent leur tête" et refont leurs nouveaux bois entre ces deux extrêmes. La croissance des bois dure de trois mois pour les daguets à quatre mois et demi pour les individus les plus âgés, depuis la chute de l'ancienne tête (mue) jusqu'au nettoyage du velours de la nouvelle. Les cerfs les plus âgés se débarrasseront de leur velours vers la mi-juillet, les daguets jusqu'en septembre (Varin, 1979 ; ANCGG, 2013 ; Rolland, 2003). Rappelons que des variations intraspécifiques sont possibles pour des cerfs du même âge (Geist, 1999 ; Varin, 1979).

Ainsi, en termes d'industrie osseuse, la saison d'exploitation des bois de massacre de mâles adultes s'étend sur près de 6 mois, de début août à fin janvier pour les plus vieux. Elle embrasse donc une moitié de l'été, tout l'automne et la première moitié de l'hiver. Les cerfs juvéniles, quant à eux, connaîtront une saison d'exploitation tout aussi longue mais décalée d'à peu près un mois dans le temps (de début septembre à fin février).

3.4. Cycle de croissance des bois de renne

Cette synthèse est réalisée principalement à partir de Spiess (1979) et de données collectées par l'université de Fairbanks Alaska dans le cadre du "reindeer research program" (http://reindeer.salrm.uaf.edu/sidebar/seasonal_calendar.php).

Si à l'instar du cerf les premiers bois du renne ne sont pas ramifiés, leur croissance ne débute pas immédiatement à la naissance de l'animal (avril/mai) mais à la fin du mois de mai (Spiess, 1979 ; Nieminen, 1985). Ils forment une dague qui tombe vers le mois de février de l'année suivante chez les mâles et au début du printemps chez les femelles. Rapidement après la mise-bas les femelles développent une nouvelle paire de bois. Pour les mâles adultes, la croissance des bois a commencé depuis la fin de l'hiver. Les individus les plus âgés peuvent même débuter la pousse dès le mois de janvier. Les jeunes mâles et les sub-adultes la commencent à la mi-avril. Lors de la deuxième tête, l'andouiller d'œil apparaît et à la troisième tête, la ramure est complète avec l'andouiller de glace et les nombreuses digitations des empaumures pour les mâles (Bonnissent, 1993).

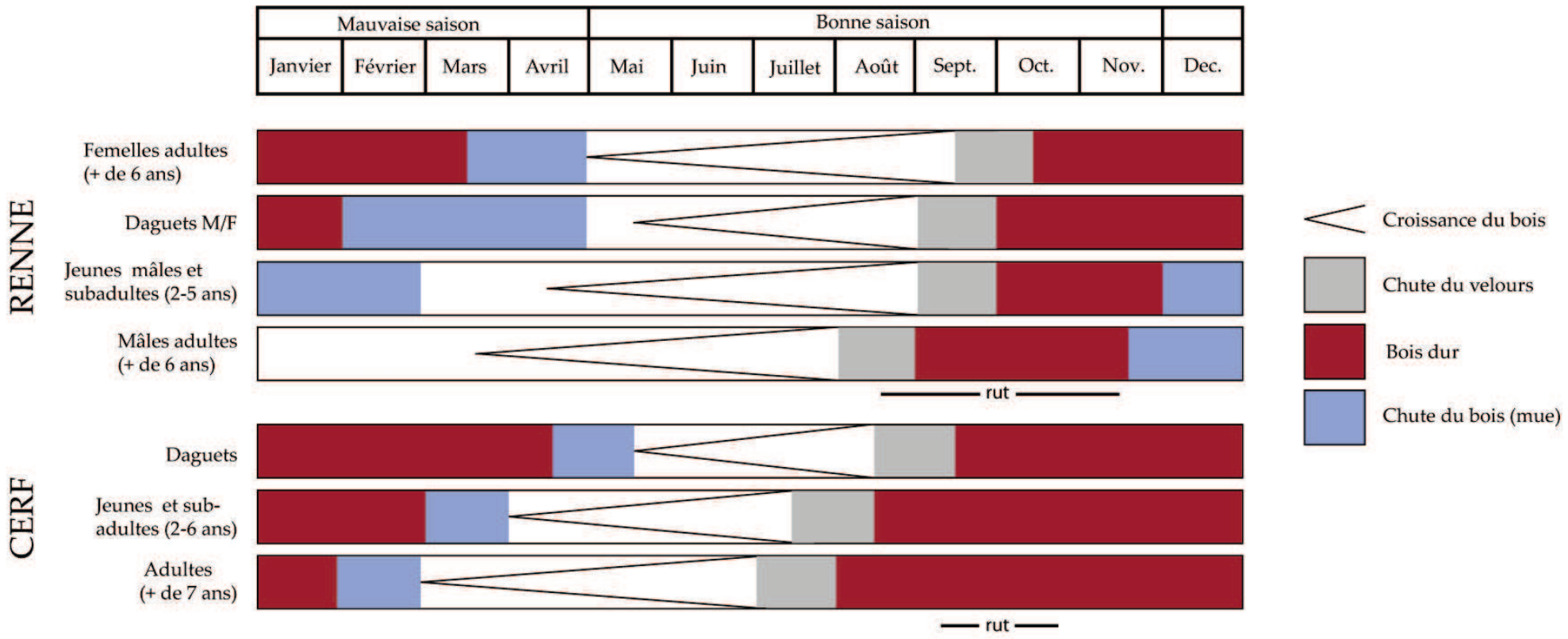


FIGURE 12. CYCLE DE CROISSANCE DES BOIS DE RENNE ET DE CERF ACTUELS.
Adapté de Spiess, 1979 ; Billamboz, 1979 ; Kuntz, 2011.

La croissance des bois est plus longue que pour les cerfs. Elle dure jusqu'à cinq mois pour les individus les plus âgés. En vieillissant, la croissance du bois chez le mâle va s'allonger d'autant que la repousse n'interviendra plus directement après la chute des bois, et ce, contrairement aux bois de femelles (Espmark, 1971). Les bois des mâles atteindront leur taille maximale vers 6-7 ans, ceux des femelles autour de 4-5 ans (Nieminen, 1985). À partir du mois d'août, les mâles adultes nettoient leur bois (chute du velours). Viendra ensuite le tour des mâles plus jeunes (septembre), suivis des femelles à la fin du mois de septembre. La chute des bois chez les mâles adultes intervient après le rut qui se termine au début du mois de novembre. Si pour les mâles les plus âgés la chute peut être particulièrement précoce (juste après le rut), les mâles les plus jeunes retarderont ce moment de quelques mois, parfois jusqu'à fin février. Les femelles adultes garderont leur bois sans velours pendant tout l'hiver avant de les perdre au moment de la mise bas en avril/mai, voire plutôt en mars/avril pour les femelles non gravides et/ou âgées (Høymork et Reimers, 2002).

Ainsi, en termes d'industrie osseuse, les bois de massacre de femelles adultes présentent un potentiel mécanique intéressant durant tout l'hiver (de décembre à fin mars). Il en sera de même pour les juvéniles, à la différence que cette période sera un peu plus longue : de début novembre jusqu'à mi-mai. En revanche, la saison d'exploitation des bois de massacre de mâles adultes est raccourcie et décalée aux trois mois d'automne (de mi-septembre à fin novembre).

3.5. Variations saisonnières et disponibilité de la matière première

La croissance et la chute des bois sont des évènements biologiques fortement dépendants de la saisonnalité. Dans les régions tempérées où les saisons sont bien marquées, ce cycle est clairement influencé par les variations photopériodiques qui elles-mêmes agissent sur la sécrétion d'hormones stéroïdiennes sexuelles et de l'hormone de croissance. Cela va contrôler la pousse, la chute du velours et des bois ainsi que leur minéralisation (Fennessy et Suttie, 1985 ; Suttie *et al.*, 1984 ; Li *et al.*, 2003 ; Rolf et Fisher, 1996). Malgré des variations intra-spécifiques importantes, il apparaît que la chute des bois de rennes mâles (sub-)adultes intervient plutôt au début de la mauvaise saison, alors qu'elle ne se produira qu'en fin de mauvaise saison pour les cerfs adultes, soit légèrement avant celle des bois de femelles adultes chez le renne (fig. 12).

D'autre part, la période pendant laquelle les bois sans velours sont encore fixés au pivot (période pendant laquelle la matière première est utilisable du point de vue de l'industrie osseuse) est bien plus longue chez le cerf que chez le renne. Au plus long, le cerf adulte portera des bois sans velours pendant près de six mois, alors que cette durée dépassera rarement quatre mois chez son homologue. Selon Bartoš (1990), l'origine de ce constat est à rechercher du côté de la position sociale des individus dans le groupe. En effet, les cervidés se répartissent entre deux groupes aux comportements sociaux différents. D'une part, ceux comme le cerf dont la chute des bois est tout de suite suivie de leur repousse. Dans ce groupe, plus les mâles sont âgés et forts, plus les bois tombent tôt. Et à l'inverse, dans l'autre groupe se trouvent les espèces, comme le renne, pour lesquelles existe un temps de latence avant la repousse. Dans ce groupe, ce sont les jeunes individus qui perdent leurs bois plus tôt (*ibid.*). Une dichotomie qui semblerait trouver ses origines au niveau de la fréquence et de la concentration des impulsions d'hormones sexuelles (testostérone) (Brown *et al.*, 1978).

3.6. Discussion sur l'apport des données de saisonnalité à la reconstitution des économies passées

En regard de l'extrême variabilité intra- et interspécifique propre au développement de ces organes caducs, et de l'influence notoire de nombreux facteurs externes (i.e., nutrition, photopériode, conditions environnementales, relations sociales), l'établissement d'un modèle d'exploitation saisonnier des bois de cervidé est à élaborer avec prudence. À partir du moment où le bois de cervidé n'est plus considéré comme étant le reliquat d'une activité de subsistance centrée sur le corps de l'animal mais comme une matière première à part entière, transportable, son exploitation technique peut être différée dans le temps et dans l'espace. Les bois de massacre ne nous renseigneront, par exemple, que sur les saisons de récupération des ressources animales et non sur celles de leur exploitation technique.

En ce qui concerne le bois de chute, la question est moins de savoir en quoi son débitage est différé vis-à-vis du moment de sa récupération, que de vérifier dans quelle mesure sa collecte relève d'une activité saisonnière. L'ensemble des données archéologiques à ce jour disponibles tendent à converger vers un mode de récupération saisonnier des bois de cervidé au Magdalénien (Averbouh, 2000 ; 2005 ; Fontana *et al.*, 2009 ; Fontana, 2012). La collecte rapide des bois fraichement tombés permettrait notamment d'éviter que le matériau ne s'altère face aux attaques de rongeurs, gastéropodes et autres microorganismes [surtout vrai en climat tempéré (Pétillon, *com. pers.*)], ou simplement suite aux intempéries. Mais certaines observations actuelles incitent à la prudence : dans un article paru en 2008 dans Outdoor life, Mason souligne le fait qu'un bois de cervidé puisse passer tout un hiver dans la neige avant d'être récupéré ; plus encore, Spiess (1979) rapporte l'observation d'un bois de mue resté plus de 48 mois sur le sol avant d'être récupéré sans qu'il n'ait subi de dommages sérieux.

3.7. L'origine des bois : retour sur la question des modules

3.7.1. Le bois de renne

Face à la difficulté de distinguer les bois de femelles adultes, des bois de jeunes mâles (Averbouh, 2000 ; Høymork and Reimers, 2002), il a été proposé de sérier les différents bois de renne par catégories de module (Averbouh, *op. cit.* ; Pétillon, 2006). Trois classes de modules ont ainsi été proposées par Pétillon (*op. cit.*), s'appuyant sur Averbouh (*op. cit.*), principalement à partir de l'épaisseur du tissu compact relevée au niveau de la perche A (généralement au niveau de l'embranchement avec l'andouiller de glace) et secondairement sur les dimensions de la meule. Les données ont été classées comme suit :

- les pièces qui présentent une épaisseur de tissu compact comprise entre 2-4 mm ont été considérées comme provenant de bois de petit module appartenant probablement à des femelles. Dans cette catégorie, la circonférence de la perche A (mesurée au-dessus du cercle de pierrure ou de l'andouiller d'œil quand il est présent) varie de 70-85 mm et le diamètre du médaillon entre 15-25 mm.

- les pièces qui présentent une épaisseur de tissu compact comprise entre 4-6 mm ont été considérées comme provenant de bois de moyen module appartenant probablement à de jeunes mâles ou des femelles adultes. Dans cette catégorie, la circonférence de la perche

A varie de 95-110 mm et le diamètre du médaillon entre 24-35 mm.

- enfin les pièces présentant une épaisseur de tissu compact > 6 mm proviennent de bois de gros module appartenant à des mâles adultes. Dans cette catégorie, la circonférence de la perche A dépasse systématiquement 120 mm et le diamètre du médaillon 33 mm.

Afin de compléter cette étude biométrique, nous avons construit notre propre référentiel de comparaison (bois actuels). Les observations que nous avons relevées sont consignées dans le tableau 3 et l'annexe 5. Elles concernent des individus domestiques âgés entre 2-6 ans issus de plusieurs fermes en France (annexe 8). Précisons d'emblée que la correspondance des données entre les registres archéologique et actuel est dans ce cas manifestement compromise. Les analyses biométriques réalisées sur la microarchitecture du tissu spongieux ont révélé un biais d'échantillonnage des individus (cf. chapitre 4.3.3.). En effet, les bois de notre corpus présentent des caractéristiques morphométriques singulières que ne partagent pas les spécimens archéologiques. Les bois actuels ont un gabarit général nettement inférieur aux spécimens paléolithiques et présentent, paradoxalement, un degré de minéralisation nettement plus élevé (tab. 3). Les principales causes que nous identifions pour expliquer ce constat associent une absence de compétitivité sociale entre les mâles au sein de troupeaux de petite dimension, des conditions climatiques et environnementales très différentes de celles régnant au sein de la niche écologique actuelle de l'espèce, à une alimentation équilibrée richement complémentée en calcium.

Toujours est-il que ce référentiel biométrique confirme le rapport "hiérarchique" existant entre les différentes classes d'âge et de sexe évoquées par Averbouh (2000), et représentées par les catégories de modules (Pétillon, 2006). Dans l'ensemble, ces valeurs sont, tour à tour, plus faibles pour les bois de femelles (jeunes et adultes) que pour les bois de jeunes mâles ; et plus faibles pour les bois de jeunes mâles que pour les bois de mâles adultes (tab. 3). Seules les valeurs mesurées au niveau des andouillers (circonférence et épaisseur de *compacta* moyenne) ne suivent pas ce rapport en raison d'une variabilité intra-spécifique trop importante.

Soulignons que le dimorphisme sexuel au sein de cette collection de référence est fortement marqué[1] : les bois de femelle (N = 6) présentent des dimensions plus réduites et sont bien moins ramifiés que les bois de mâle (notamment ils ne possèdent qu'un seul andouiller). En outre, ils présentent une section exclusivement circulaire et un médaillon concave. Nous n'avions nullement l'intention de rouvrir le débat sur le dimorphisme sexuel des médaillons des bois de renne initié par K. Gripp en 1935, repris par Bouchud (1966) et qui trouva Spiess (1979) et Bonnissent (1993) pour contradicteurs (pour plus de détails lire Goutas, 2004, p. 69-70). Toujours est-il que tous les bois de chute de femelles issus de notre collection de référence présentent un médaillon de morphologie concave, contre un seul spécimen chez les mâles.

[1] Signalons que dans la littérature le dimorphisme sexuel des bois de renne que nous décrivons ici est rarement autant marqué (voir Averbouh, 2000 ; Høymork et Reimers, 2002).

TABLEAU 3. BASE DE DONNEES OSTEOMETRIQUES POUR LE BOIS DE RENNE ACTUEL.
Moyenne et écart-type standard.

	Mâles		Femelles	
	Âges 2-4 (N=11)	Âges 4-6 (N=8)	Âges 2-4 (N=2)	Âges 4-6 (N=4)
Ép. Comp. face ant. peche A2 (mm)	7,2 ± 1.5	9,6 ± 2,9	2,5 ± 0,7	4,25 ± 0,5
Ép. Comp. face post. perche A2 (mm)	5,8 ± 1	7,9 ± 2,4	2,5 ± 0,7	3,3 ± 0,3
Ép. Comp. and. de g. (mm)	5,2 ± 1,3	4,6 ± 0,9	4	3,5 ± 0,6
Circonférence cercle pierrure (mm)	122,4 ± 6,6	139,6 ± 6	90	98,3 ± 5,5
Circonférence base A1 (mm)	108,2 ± 13,2	132 ± 5,6	71	66 ± 12,7
Circonférence A1 (mm)	94,1 ± 30	107,6 ± 24	60	63
Circonférence A2 (mm)	66,3 ± 5,4	93,3 ± 16	49,5 ± 3,5	45,7 ± 3,3
Circirconférence C (mm)	62,6 ± 4,5	83,5 ± 12,5		45 ± 7
Circonférence and. oeil (mm)	46,8 ± 10,1	75,5 ± 20,5		42
Circonférence and. de g.(mm)	58,9 ± 6,4	67 ± 19,4	50	48,5 ± 3,9
Diamètre médaillon (mm)	27,7 ± 3,3	33,5 ± 7,8	22	25,5 ± 3,5

3.7.2. Le bois de cerf

À la date à laquelle nous écrivons, aucun référentiel biométrique n'existe pour le bois de cerf actuel[1]. Pourtant, en l'absence de bois chez les femelles, la caractérisation de l'âge des individus paraît bien moins délicate que pour le bois de renne. Les données que nous avons collectées proviennent essentiellement d'un élevage de cerfs semi-domestiques (comprenant uniquement des individus de 1 à 6 ans) localisé dans la Vienne (86) (tab. 4 et annexe 6). Si les études biométriques réalisées sur la microarchitecture du tissu spongieux ne révèlent pas de biais d'échantillonnage manifeste (cf. chapitre 4.3.3), elles nous rappellent que les cerfs paléolithiques présentaient un gabarit bien plus important que leurs congénères actuels dans cette partie de l'Europe (constat que nous confirmons par de nombreuses observations personnelles sur le matériel archéologique). Au vu de ce constat et de la variabilité intra-spécifique des bois, l'emploi de ce référentiel biométrique devra donc se faire avec les réserves de rigueur. Les données biométriques ont été classées comme suit (tab. 3) :

- les bois de petit module présentent une épaisseur de compacta mesurée au niveau des faces antérieure et postérieure du merrain A2 comprise entre 4-6 mm (5 ± 1,2 mm de moyenne). Ces bois appartiennent à des individus âgés de 2 à 4 ans présentant une circonférence de la meule (mesurée autour du cercle de pierrure) comprise entre 145-175 mm (162,4 ± 22,5 mm de moyenne) et un diamètre antéro-postérieur moyen du médaillon de 41 ± 2,4 mm.

- les bois de moyen module présentent une épaisseur de compacta mesurée au niveau des

[1] Dans le cadre du GDR BioarchéoDat signalons qu'un atelier méthodologique visant à construire un référentiel diachronique de données ostéométriques sur le bois de cerf est en cours de création sous la coordination de Yolaine Maigrot, Lamys Hachem et Noëlle Provenzano.

faces antérieure et postérieure du merrain A2 comprise entre 5-6,5 mm (5,8 ± 1,1 mm de moyenne). Ces bois appartiennent à des individus âgés de 4 à 6 ans présentant une circonférence de la meule comprise entre 190-210 mm (198,4 ± 13,3 mm de moyenne) et un diamètre moyen du médaillon de 47 ± 1,4 mm.

- les bois de gros module présentent une épaisseur de compacta mesurée au niveau de la face antérieure du merrain A2 supérieure à 7 mm. Ces bois appartiennent à des individus âgés de plus de 6 ans présentant une circonférence de la meule supérieure à 210 mm et un diamètre du médaillon supérieur à 47 mm.

TABLEAU 4. BASE DE DONNEES OSTEOMETRIQUES POUR LE BOIS DE CERF ACTUEL.
Moyenne et écart-type standard.

	Âges 1 (N=2)	**Âges 2-4 (N=10)**	**Âges 4-6 (N=8)**
Ép. Comp. face ant. merrain A2 (mm)	3,5 ± 1,4	5,5 ± 1	6,1 ± 1,4
Ép. Comp. face post. Merrain A2 (mm)	3,5 ± 1,4	4,5 ± 1,2	5 ± 0,6
Circonférence cercle pierrure (mm)		162,4 ± 22,5	198,4 ± 13,3
Circonférence Base A1 (mm)		148,3 ± 19,7	175 ± 19,3
Circonférence A1 (mm)		137,8 ± 22,2	138,8 ± 12,3
Circonférence A2 (mm)	70	102,3 ± 21,2	114 ± 3,7
Circirconférence B (mm)		85,1 ± 14,6	104,6 ± 1,7
Circonférence 1er and. (mm)		61,7 ± 11,9	78,3 ± 5,7
Circonférence 2ème and. (mm)			71,6 ± 6,8
Diamètre médaillon (mm)		41 ± 2,4	47 ± 1,4

3.8. L'identification taxinomique des bois de cervidé : méthode classique et limites

3.8.1. Critères macroscopiques

La distinction entre le bois de cerf et le bois de renne repose principalement sur l'observation de critères anatomiques macroscopiques. En premier lieu, les ramures se distinguent assez facilement du point de vue de leur morphologie générale (fig. 13). Par rapport au bois de cerf dont les portions sont généralement assez rectilignes, et les sections circulaires à quadrangulaires (pour les individus les plus vieux), le bois de renne présente en général des éléments de bois plus courbés, des sections plus aplaties, ainsi que des extrémités d'andouiller et d'épois palmées et une chevillure qui part vers l'arrière (l'andouiller médian du bois de cerf se détache vers l'avant). Le rapport entre l'épaisseur du tissu compact et l'épaisseur du tissu spongieux peut également devenir, dans certains cas, un critère discriminant. Toutes choses égales par ailleurs (eu égard à la position anatomique sur la ramure), ce rapport sera plus élevé pour le bois de renne que pour le bois de cerf (Penniman, 1952 ; Averbouh, 2000). Enfin, l'élément le plus distinctif repose sur

la présence d'une perlure à la surface du bois de cerf, vestige du système de vascularisation externe du bois dans les premiers mois de sa croissance (fig. 14). Absente chez le renne[1], elle confère au bois de cerf son apparence rugueuse.

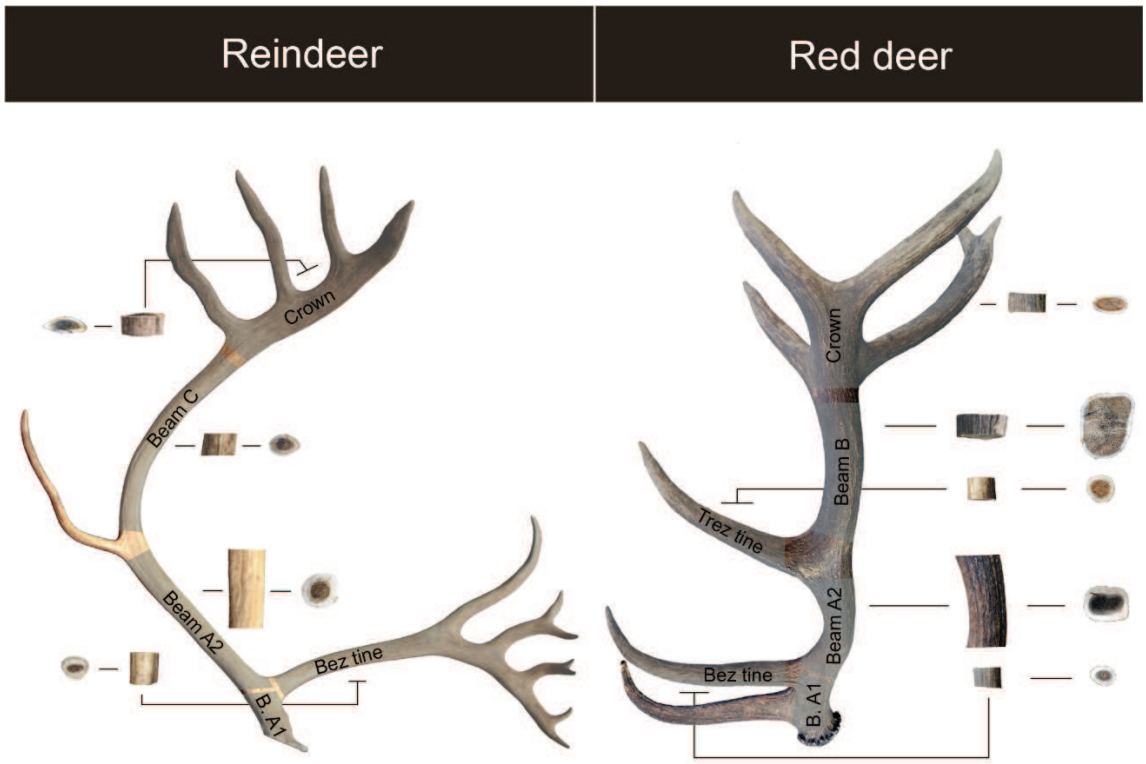


FIGURE 13. ANATOMIE COMPAREE DES BOIS DE CERF ET DE RENNE.
Reindeer = Renne, Red deer = Cerf, Crown = Empaumure, Beam = Perche/Merrain, Bez Tine = Andouiller de glace/Surandouiller, Trez Tine = Andouiller médian.

3.8.2. Critères microscopiques

L'existence de critères distinctifs à l'échelle microscopique fut avancée à deux reprises. Selon Penniman (1952, p. 37), le tissu compact du bois de cerf présenterait une structure plus granuleuse et dense en section longitudinale que celle du bois de renne. Aline Averbouh décline, quant à elle, dans sa thèse (2000), des différences histologiques par tissus osseux : la trame du tissu spongieux du bois de cerf serait plus lâche que celle du bois de renne et le grain du tissu compact plus grossier. Mais en l'absence de données biométriques quantifiées, l'utilisation de ces critères reste encore aujourd'hui trop délicate.

Afin de remédier à ce problème, nous allons mener une étude biométrique comparée sur deux corpus, l'un actuel et l'autre archéologique, visant à rechercher des critères permettant de discriminer le bois de cerf du bois de renne à l'échelle microscopique.

[1] Chez le renne (mais aussi parfois chez le cerf) le velours laisse à la surface du bois une empreinte prenant la forme de longues gouttières plus ou moins sinueuses.

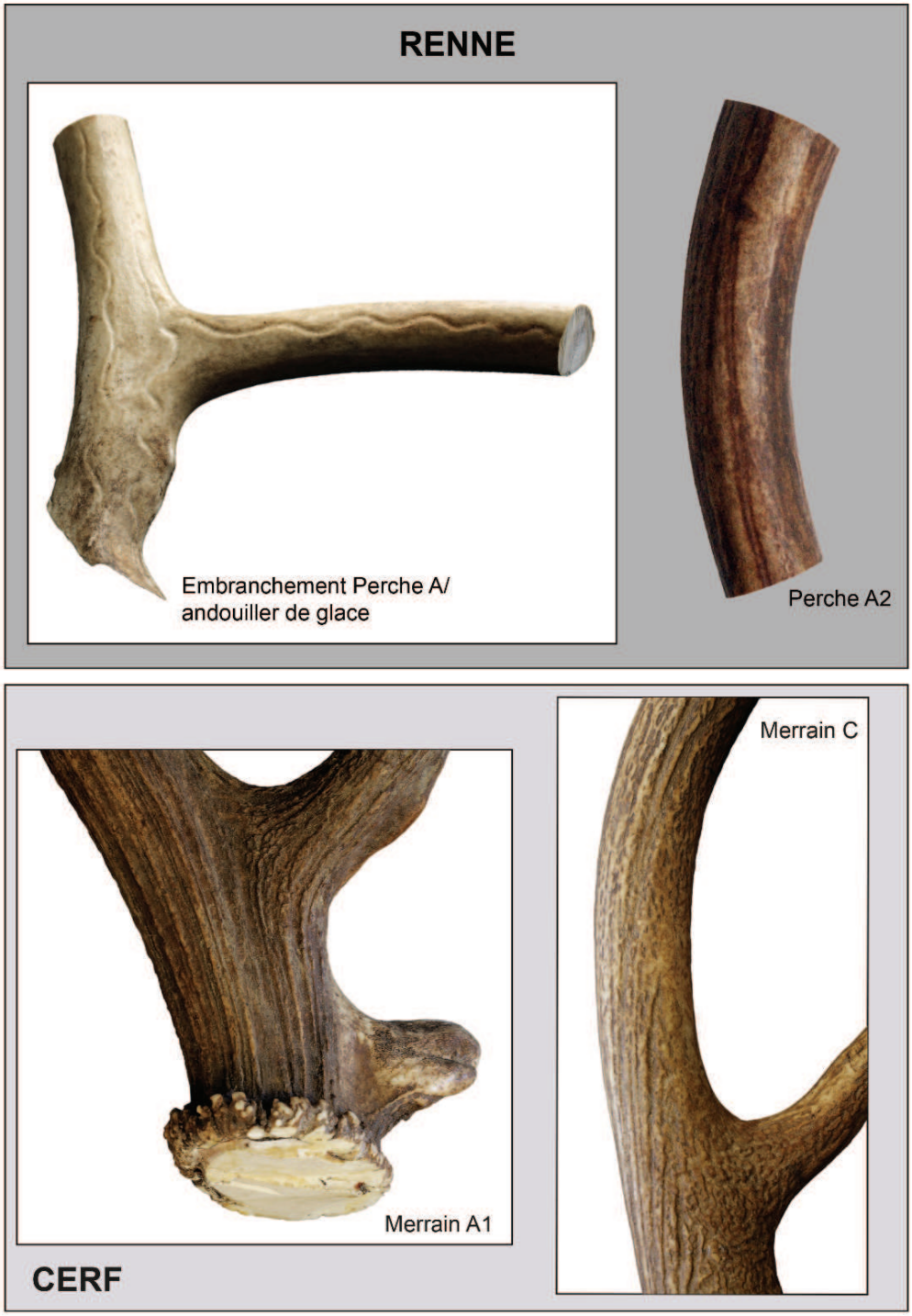


FIGURE 14. DETAILS DE L'EMPREINTE DU SYSTEME DE VASCULARISATION EXTERNE DU BOIS DE CERVIDE.
Perlures pour le cerf et gouttières pour le renne.

Chapitre 4. Une nouvelle méthode non-destructive de distinction des bois de cervidé archéologiques associant microtomographie X et classifieurs SVM

Ce chapitre méthodologique a fait l'objet d'un article collaboratif paru en 2016, auquel ont participé Benjamin Salmon, Gaël Rochefort et Dominique Le Denmat de l'équipe d'Imageries du Vivant de Paris Descartes, ainsi que Frédéric Santos, ingénieur statisticien de PACEA (UMR 5199) (Lefebvre *et al.*, 2016). Nous en reprenons ici les principaux points.

4.1. Résumé

Depuis une dizaine d'années, les outils d'analyse 3D ont été détournés du champ d'application biomédical pour investir de nouveaux domaines d'étude comme l'analyse des matériaux préhistoriques. Si les principales matières premières osseuses préhistoriques sont désormais bien caractérisées (i.e. os, bois de cervidé, dentine, ivoire), la détermination taxinomique des vestiges reste un domaine d'étude à explorer. C'est notamment le cas du bois de cerf et du bois de renne, deux matériaux abondamment utilisés par les Magdaléniens pyrénéens, dont la distinction peut s'avérer particulièrement délicate lorsque la matière a été modifiée par l'homme ou par l'action de divers agents taphonomiques (cf. 3.8. L'identification taxinomique des bois de cervidé : méthode classique et limites). En complément des méthodes destructives d'identification physico-chimique disponibles (spectrométrie de masse, ratio isotopiques, analyse d'ADN, …), la microtomographie X (micro-CT) fournit des images 3D et plus généralement des analyses non-destructives convaincantes.

Cet article présente le protocole expérimental (scan des échantillons, traitement des images et analyses statistiques) que nous avons développé à partir de deux collections de bois de cervidés actuels et archéologiques (Isturitz, France). Cette méthode originale est basée sur des analyses de microstructure combinées avec des analyses statistiques avancées mettant en jeu des séparateurs à vaste marge (Support Vector Machine). Une combinaison de six biomarqueurs microarchitecturaux (*bone volume fraction*, *trabecular number*, *trabecular separation*, *trabecular thickness*, *trabecular bone pattern factor*, and *structure model index*) fut ciblée par micro-CT afin de caractériser la structure interne du tissu osseux alvéolaire. Ainsi, les alvéoles du bois de renne présentent globalement une trame plus serrée que celles du bois de cerf, ce qui nous permet de distinguer les bois des deux espèces avec une précision de 96 %, et ce quel que soit l'élément anatomique considéré. En somme, la micro-CT combinée aux classifieurs SVM prouve être une méthode d'analyse non-destructive prometteuse pour l'identification taxinomique de vestiges archéologiques dont le degré de modification anthropique et/ou la valeur patrimoniale et scientifique avait jusqu'alors empêché l'analyse (outils, art mobilier, éléments de parure, …).

4.2. The value of X-ray micro-tomography in archaeological studies

Over the past decade, emerging technologies have helped to improve our understanding of the structure of prehistoric osseous material with microscopy (Martiniaková *et al.*, 2006; Paral *et al.*, 2007) and synchrotron imaging (Mazurier *et al.*, 2006; Tafforeau *et al.*,

2006; Tafforeau and Smith, 2008; Reiche *et al.*, 2011), and that of their chemical composition with isotope ratios (Bocherens *et al.*, 2006), DNA analysis (Pääbo *et al.*, 2004), micro PIXE/PIGE (Müller and Reiche, 2011), and mass spectrometry (Buckley *et al.*, 2009; 2014; Buckley and Collins, 2011; Buckley and Kansa, 2011; Holstein *et al.*, 2014; Welker *et al.*, 2016). Considering the "sensitive" nature of some archaeological artefacts (due to their fragility, rarity, heritage value, or scientific importance), X-ray microtomography offers new perspectives for analysis. Derived from 3D biomedical imaging, micro-Computed Tomography (micro-CT) allows for the production of three-dimensional high-resolution, images and measurements of the internal structures of material in a non-invasive and non-destructive manner (Léonard *et al.*, 2007; Enzmann *et al.*, 2008; Müller *et al.*, 2009). Nowadays, its main applications in prehistoric archaeology are in the fields of physical anthropology (Macho *et al.*, 2005; Benazzi *et al.*, 2011; Bernardini *et al.*, 2012; De Silva and Devlin, 2012; Smith *et al.*, 2012; Colombo *et al.*, 2013; Macchiarelli *et al.*, 2013; Zanolli and Mazurier, 2013; Colombo, 2014), the identification of taxonomic markers (Reiche *et al.*, 2011; Blosseville, 2014; Tolksdorf *et al.*, 2015); and the recognition of technical or functional traces (Bello *et al.*, 2013a; 2013b; Bradfield, 2013).

4.3. Materials and method

4.3.1. Samples

Modern corpus

In order to better define the anatomical and histological variability of antler, we compiled a complete biometric reference collection. Thirty-nine samples of modern antler (17 red deer antler and 22 reindeer antler) were collected from 28 individuals (supporting information 7) of different weights and ages, ranging from one to six years in age. Semi-domesticated red deer antler was obtained from a farm in the Charentes region (southwest of France) and wild specimens from the forests of the Dordogne (southwest of France). Three farms, one in Finland (Ostrobothnia) and two in France (Orne, Alpes-de-Haute-Provence), provided the semi-domesticated reindeer antlers (more information on geographical location of the farms is available in supporting information 8).

This collection does not require any ethic committee agreement insofar as it does not involve living animals: no animals were sacrificed or mistreated and no endangered species were involved. Moreover, the retrieval of the samples was performed in accordance with the relevant European legislation. In accordance with Article 547 of the French Civil Code relative to the gathering/collection of antlers, we obtained authorisation from the various private landowners to collect shed antlers within the French territory. As regards the recovery of Finnish reindeer antlers, their acquisition was made via the website "brisa.fi" in accordance with the Finnish legislation. Finally, red deer antlers from slaughtered animals were given to us by the association "Société de chasse de Lasserre" (24290, St-Amand-de-Coly, Dordogne, France) included in the National Hunting and Wildlife Office according to the French legislation on hunting.

Most of the samples were machine turned from the core of the antler's main beam (A2) located between the bez and trez tine in red deer and between the bez and posterior tine in reindeer (fig. 13). Anatomical variability was taken into account by including tine and crown/palmation elements (N = 6) and by scanning adjacent locations on identical sam-

ples with a known origin (supporting information 7, in blue). Overall, 33 fully mineralised fragments were analysed, 12 of which came from shed antlers and 12 from the antlers of slaughtered animals (9 were unidentified). Once shaped, the cylinders were washed with high-pressure water and then cleaned with hydrogen peroxide. It should be noted that three samples were dismissed from the study at the time of 3D acquisition due to the presence of visible fissures in the material (cf. 4.5. *Conservation may impact classification)*.

Archaeological corpus

Fifty antler artefacts were collected from the middle/upper Magdalenian layers (E, II, I, and F1) of Isturitz cave (Pyrénées-Atlantiques, France) (supporting information 9). Excavated in the first third of the 20th century, this archaeological material is now curated in the "Musée d'Archéologie Nationale" (MAN, Yvelines, France). The taxonomic origin of the artefacts was ascertained using the macroscopic criteria described above (cf. 1.2. Criteria established for the characterization of antlers). All of them present at least one unworked surface from which we can establish an obvious taxonomic diagnosis with the presence (or lack) of pearling [53]: 23 were from red deer antler (fig. 15) and 27 from reindeer antler (fig. 16). Most of them were rod-type products of debitage. Within the sample, 18 came from the beam, 12 from the peripheral anatomical portions (tine, tine tip, crown/palmation), and 20 were anatomically unidentified. The samples were all washed with distilled water and under sonication to remove sediment. It should be noted that one archaeological sample was discarded during the 3D analysis due to sediment within the trabecular tissue that was impossible to remove despite sonication (cf. 4.5. *Conservation may impact classification)*.

4.3.2. Micro-CT dataset acquisition

X-ray micro-tomography is a non-invasive imaging technique that explores the internal structure of (bio)materials based on radiodensity properties. Samples were scanned using a high-resolution X-ray micro-CT device (Quantum FX Caliper, Life Sciences, Perkin Elmer, Waltham, MA, United States). Three-dimensional acquisitions were performed using an isotropic voxel size of 20x20x20 μm^3 (90 kV, 160 microA, 180 s).

4.3.3. Image processing

For each sample, the micro-CT volumetric acquisition provided a stack of 512 cross sections. The multiplanar reconstruction tools allowed grey-level images to be displayed with an axial orientation. The lowest grey/dark pixels correspond to empty spaces and the highest grey/bright pixels to the densest/mineralised tissues.

Region of interest (ROI)

The analysed area is located at the junction between the central trabecular tissue and the external compact tissue (fig. 17). This histological area, defined as a "transition zone" by Rolf and Enderle (1999), looks similar to trabecular bone-like tissue. For the archaeological corpus, this area corresponded to the residual part of the trabecular tissue present on the lower surface of the objects made on flat blanks (fig. 17; supporting informations 10-11).

FIGURE 15. RED DEER ANTLER ARTEFACTS FROM THE MAGDALENIAN LAYERS (E, II, I, F1) OF ISTURITZ CAVE SAM-PLED FOR THIS STUDY.
Projectile points: 1,914. Half-round rod from tine element: 193. Unidentified rod fragments: 150, 435 and 501. Wedges from rod: 124 and 497. Flat blank: 729. Manufacturing wastes from tine (141) and beam (198) elements. Tine tip element: 132.

FIGURE 16. REINDEER ANTLER ARTEFACTS FROM THE MAGDALENIAN LAYERS (E, II, I, F1) OF ISTURITZ CAVE SAMPLED FOR THIS STUDY.

Projectile points: 97. Unidentified rod fragments: 170, 114, 333, 136, and 199. Flat blanks: 128 and 4. Manufacturing wastes from tine (5), tine tip (206), and palmation (357) elements.

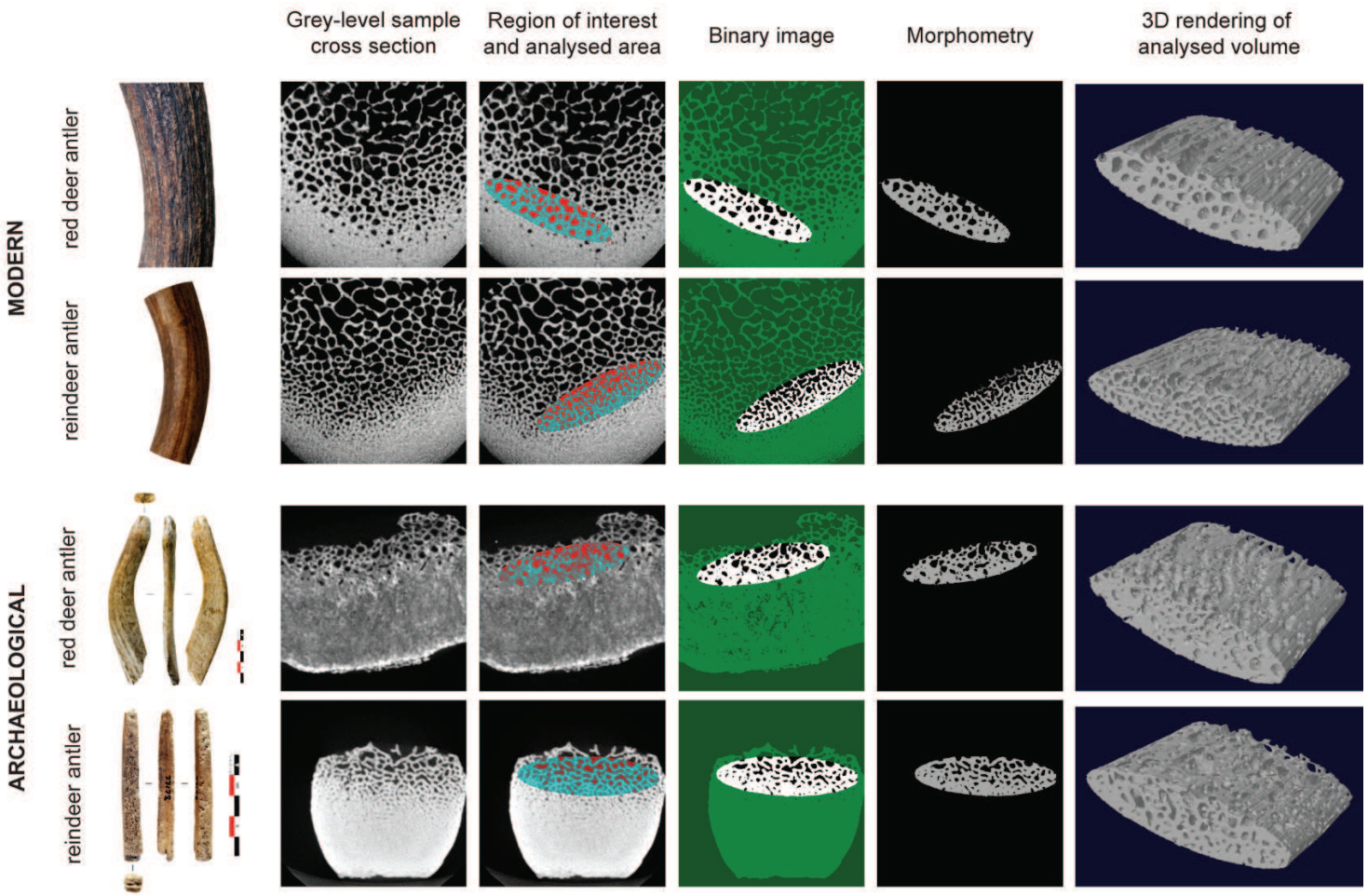


FIGURE 17. IMAGE PROCESSING STEPS INCLUDING THE SELECTION OF THE VOLUME OF INTEREST (VOI) AND THE SEGMENTATION PRINCIPLE. The 3D acquisitions were performed with an isotropic voxel size of 20 x 20 x 20 µm³ (90 kV, 160 microA, 180 s) using a high-resolution X-ray micro-CT device. The same elliptical VOI (132.9 mm³), still positioned at the same location (at the junction between the central trabecular tissue and the external compact tissue), was applied to all the 39 modern samples and 50 archaeological ones (both corpuses are presented in supporting information 7 and 9). The same global binary threshold was applied to each data stack in order to isolate the mineralised and non-mineralised structures for subsequent quantitative biometric analysis including BV/TV, Tb.N, Tb.Th, Tb.Sp, SMI and Tb.Pf.

This juxta-cortical area was cropped with a fixed ellipse of 12,98 mm^2 (the radius of the minor axis = 1,07 mm and the radius of the major axis = 3,86 mm) in each 2D section of the stack with the dedicated shape tool in the "CT analyzer" software (Skyscan, release 1.13.5.1, Kontich, Belgium). This elliptical ROI was consistently placed tangentially to the most external visible alveoli organised in a homogeneous network, so that the whole surface of the shape was uniformly filled with alveoli (fig. 17). The 3D interpolated ellipses defined the volume of interest (VOI, 12,98 x 512 x 0,02 = 132,9 mm^3 - ROI surface x number of slices x thickness of slice), which included the trabecular bone close to the peripheral cortical bone.

Segmentation

The same global binary threshold was applied to each data stack in order to isolate the mineralised and non-mineralised structures for subsequent quantitative analysis (fig. 17). This standardised threshold was automatically calculated from the arithmetic mean between the bone peak (white pixels) and the empty space peak (black pixels) of the VOI histogram.

4.3.4. Morphometric assessment

The trabecular bone morphometric indices were extrapolated to investigate the micro-architecture of the antler samples. Calculation of the 3D structural parameters followed the guidelines of the American Society for Bone and Mineral Research (Bouxsein *et al.*, 2010) and were derived from the standardised nomenclature for bone histomorphometry originally described by Parfitt et al. (1987) and recently updated by Dempster *et al.* (2013). Morphometric measurements were performed using the "CT analyzer" software (Skyscan, release 1.13.5.1, Kontich, Belgium) including:

- Bone volume fraction or bone volume/tissue volume ratio (BV/TV, %) to estimate the percentage of segmented mineralised volume to the total volume of interest, i.e. the white to black voxel ratio of the binary images.
- Trabecular number (Tb.N, mm^{-1}) to measure the average number of mineralised structures per unit length.
- Trabecular thickness (Tb.Th, mm) to measure the mean thickness of the mineralised structures.
- Trabecular separation (Tb.Sp, mm) to calculate the average distance between mineralised structures, i.e. background (empty space) mean thickness.
- Structure model index (SMI) to gain information on the predominant shape (plate- versus rod-like) of the trabecular bone; the SMI was designed to be 0 for perfect plates, 3 for perfect rods, and 4 for ideal spheres (Hildebrand and Rüegsegger, 1997). The SMI was negative in the case of concave surfaces.
- Trabecular bone pattern factor (Tb.Pf, mm^{-1}) (Hahn *et al.*, 1992) [or connectivity (Odgaard and Gundersen, 1993)] to establish the redundancy of mineralised structure connections, based on the relative ratio between the concavity and convexity of the surface.

4.3.5. Statistical analysis

Support vector machines

Support vector machines (SVM) are modern non-probabilistic classifiers. The principle of standard SVMs is to identify a hyperplane for the optimal linear division of two groups of individuals. This hyperplane is constructed to maximise the distance, known as margins, between the nearest individuals of each group. Vapnik-Chrvonenkis theory (Vapnik, 2010) ensures that the larger the margins, the lower the rate of classification error.

In practice, there is little chance of the two groups being linearly separable in the original space where the individuals are defined by the initial variables. So the data must be re-classified in a higher dimensional space (p-dimensional) using a nonlinear function φ, which includes a linear separation. Since a perfect linear separation is rarely established, a variant of the method, called soft margin SVM, is usually applied. This variant allows for some classification error in the feature space (Franklin *et al.*, 2005).

The separating hyperplane can be defined as $w^T \varphi(x) + w_0 = 0$, in which w and w_0 are p-dimensional vectors respectively representing weight and intercept, and x is a p-dimensional vector providing the coordinates of an individual in the original space. This hyperplane provides a discrimination rule based on the associated function $h(x) = w^T \varphi(x) + w_0$. If $h(x) > 0$, then the individual belongs to the first group, while if $h(x) < 0$, the individual belongs to the second group.

SVM classification requires us to choose a specific kernel function in order to calculate the scalar products $\varphi(x_i)^T.\varphi(x_j)$ and define the hyperplane. Here, we selected the Gaussian kernel, which has two parameters: c (tolerance to classification errors in the feature space) and γ (variance parameter for the Gaussian function). The optimal values for these two parameters must be identified in order to obtain the best classification, as the hyperplane directly depends upon them. The usual way is to define a grid search composed of powers of both parameters and to retain the pair leading to the best accuracy among all the possible values of the grid.

More information on SVMs can be found in Izenman (2008).

Study design

After determining how individuals are distributed for each biometric variable (normality test), inter-group comparisons were calculated (Wilcoxon test) to highlight their "isolated" discriminative value (tab. 5; supporting informations 12-13). A Principal Component Analysis (PCA) was then performed to explore the correlations between all the variables and the scattering of individuals within and between species. Following this, an initial SVM model was built using the modern corpus. To assess the predictive performance of the model, we used leave-one-out cross-validation (LOOCV) to establish a classification error rate. We then applied the classification rule established from the modern corpus to the archaeological corpus to determine whether the characteristics distinguishing the two species were invariant over time. Finally, a second SVM model was created using only the archaeological corpus. All the biometric variables (BV/TV, Tb.N, Tb.Sp, Tb.Th, Tb.Pf, and SMI) were systematically used for the model: unlike with logistic regression,

variable selection is not required for SVM.
All the statistical analyses were performed with R 3.2.3 (R Core Team, 2015), using the e1071 library for SVMs (Meyer *et al.*, 2015).

4.4. Results

4.4.1. Reindeer antler alveoli present a tighter mesh than red deer alveoli

The modern corpus

The Tb.Th variable was the only one dismissed by the normality test, due to the presence of several outliers (supporting information 12). To preserve the homogeneity of the comparisons, we chose to apply nonparametric Wilcoxon tests for all the variables. The microstructural analysis of trabecular tissue from modern antler demonstrated that reindeer alveoli are significantly smaller (Tb.Sp: 0,18 ± 0,04 mm) than red deer alveoli (Tb.Sp: 0,24 ± 0,04 mm) (tab. 5). Consistent with this, their respective trabeculae were significantly more numerous (Tb.N: 3,51 ± 0,37 mm^{-1} for reindeer versus 2,83 ± 0,45 mm^{-1} for red deer). In contrast, no significant differences were observed with the variables SMI and BV/TV (Wilcoxon test, tab. 5).

TABLEAU 5. MEAN AND STANDARD DEVIATION OF THE BIOMETRIC MEASUREMENTS AND INTER-GROUP COMPARISONS (WILCOXON TEST) FOR THE MODERN CORPUS.

			Reindeer		Red deer		Wilcoxon test
			Mean	***SD***	***Mean***	***SD***	***p-values***
Trabecular number	*Tb.N*	*1/mm*	3,51	0,37	2,83	0,45	0
Trabecular separation	*Tb.Sp*	*mm*	0,18	0,04	0,24	0,04	0
Trabecular thickness	*Tb.Th*	*mm*	0,19	0,03	0,23	0,08	0,03
Trabecular pattern factor	*Tb.Pf*	*1/mm*	-14,28	3,92	-10,53	3,99	0
Structure model index	*SMI*		-3,01	1,06	-2,77	1,57	0,47
Percent bone volume	*BV/TV*	*%*	65,73	6,48	63,04	10,80	0,32

It included 39 antler samples of which 17 were red deer samples and 22 were reindeer samples (supporting information 7).

The archaeological corpus

For the archaeological corpus, only one variable, Tb.Pf, was dismissed by the normality test. We also chose to apply Wilcoxon tests for all our comparisons (supporting information 13). The alveolar mesh still appeared tighter in reindeer than in red deer. The trabecular variables were consistent with the modern group: the reindeer alveoli were smaller (Tb.Sp: 0,22 ± 0,07 mm) than those of the red deer (Tb.Sp: 0,26 ± 0,05 mm) with thinner trabeculae for the reindeer (Tb.Th: 0,20 ± 0,10 mm) than for the red deer (0,26 ± 0,09 mm). According to the Wilcoxon test, the variables Tb.N, Tb.Pf, SMI and BV/TV presented no significant differences (tab. 6).

TABLEAU 6. MEAN AND STANDARD DEVIATION OF THE BIOMETRIC MEASUREMENTS AND INTER-GROUP COMPARISONS (WILCOXON TEST) FOR THE ARCHAEOLOGICAL CORPUS.

			Reindeer		Red deer		Wilcoxon test
			Mean	*SD*	*Mean*	*SD*	*P-values*
Trabecular number	*Tb.N*	*1/mm*	2,67	0,64	2,67	0,59	0,51
Trabecular separation	*Tb.Sp*	*mm*	0,22	0,07	0,26	0,05	0,01
Trabecular thickness	*Tb.Th*	*mm*	0,20	0,10	0,26	0,09	0,02
Trabecular pattern factor	*Tb.Pf*	*1/mm*	-6,02	9,21	-11,25	3,62	0,10
Structure model index	*SMI*		-2,14	3,65	-3,39	1,88	0,08
Percent bone volume	*BV/TV*	*%*	53,62	25,17	65,59	11,76	0,17

It included 50 antler artefacts of which 23 came from red deer and 27 from reindeer (supporting information 7).

4.4.2. A reliable advanced statistical system to classify according to species

PCA confirmed the distinction between the microstructure of the two species in the modern corpus

A Principal Component Analysis (PCA) was performed for each corpus (fig. 18). For the modern one, a clear distinction was observed between the tissue microstructures of the two species, regardless of age, sex (for reindeer), weight, geographical location, anatomical location, nature of the suture at the antler burr base (shed or slaughtered antler), and whether it involved wild or semi-domesticated individuals (fig. 18, A). For the archaeological corpus, the separation of the two species on the factorial plane was less clear but nonetheless visible (fig. 18, B). Here, the mispositioned individuals (i.e., closer to the centroid of the other species) were mostly the peripheral antler elements (ex: 357, 49, 141, and 142).

SVM classifiers allowed a distinction in the archaeological corpus with an accuracy of 96 %

The SVM model obtained from the modern corpus leads to 7 individuals being misclassified out of the 39 tested (tab. 7), with a total predictive accuracy of 82 %. According to Guyon's algorithm for variable selection in SVM [66], BV/TV and SMI were the least relevant in distinguishing between the two species. In contrast, the morphometric trabecular variables produced clearer distinctions, particularly Tb.N, Tb.Th and Tb.Sp (supporting information 12).

Decision rule allowing both species to be distinguished with an accuracy of 82 %.

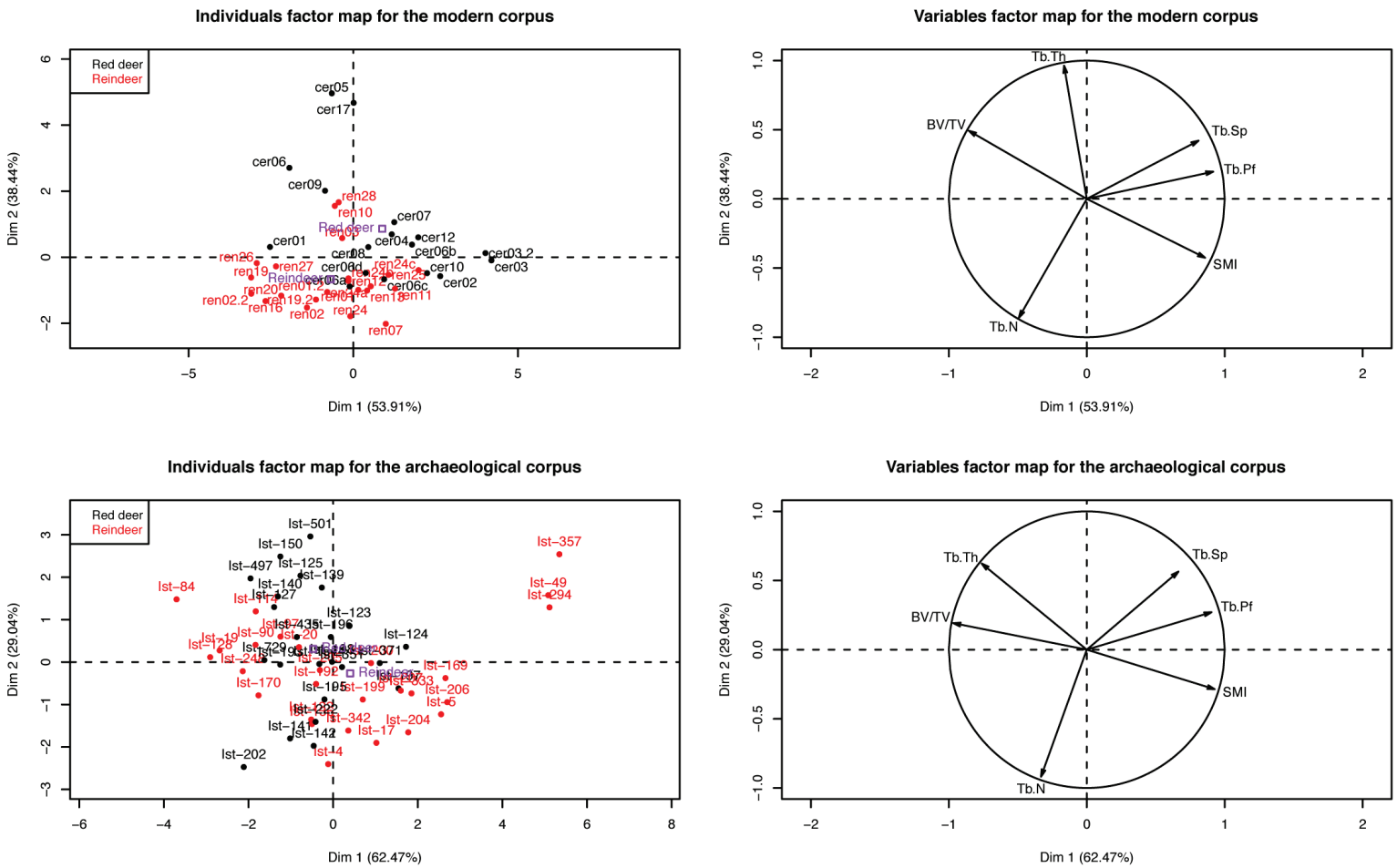


FIGURE 18. PRINCIPLE COMPONENT ANALYSIS (PCA) SHOWING THE DISTRIBUTION OF THE MODERN CORPUS AND ARCHAEOLOGICAL ARTEFACTS ACCORDING TO TB.N, TB.SP, BV/TV, TB.PF, TB.TH, AND SMI.

PCA (descriptive statistics) and the correlation circle established from the datasets described in tables S1 and S3. The separation on the factorial plane between both species is clearer for the modern corpus than for the archaeological one.

TABLEAU 7. CONFUSION MATRIX FROM THE SVM CLASSIFICATION (PREDICTIVE STATISTICS) OBTAINED BY LEAVE-ONE-OUT CROSS-VALIDATION ON THE MODERN CORPUS.

True species \ Predicted species	Red deer	Reindeer	Total	% correct
Red deer	11	6	17	64,7%
Reindeer	1	21	22	95%
Total	12	27	39	82%

Nonetheless, this decision rule for modern antler could not be fully transferred to the archaeological material. Indeed, when the previous model was applied to the archaeological corpus, almost all the individuals were classified as red deer (tab. 8), suggesting that significant modifications affected the biometric variables over time.

TABLEAU 8. CONFUSION MATRIX FROM THE SVM CLASSIFICATION (PREDICTIVE STATISTICS) OBTAINED BY CROSS-VALIDATION IN WHICH THE TRAINING DATASET WAS THE MODERN CORPUS AND THE VALIDATION DATASET WAS THE ARCHAEOLOGICAL CORPUS.

True species \ Predicted species	Red deer	Reindeer	Total	% correct
Red deer	18	5	23	78,2%
Reindeer	24	3	27	11,1%
Total	42	8	50	42%

The decision rule for modern material could not be transferred to the archaeological material (accuracy: 42 %).

The SVM model based on archaeological material alone leads to an almost perfect classification with leave-one-out cross-validation however, with a total accuracy of 96 % (tab. 9). Here, according to Guyon's algorithm (Guyon *et al.*, 2002), the variable that best distinguished the antler in the modern corpus (Tb.N) was less efficient for the archaeological corpus, whereas the BV/TV variable was more significant than previously observed (fsupporting information 13).

TABLEAU 9. CONFUSION MATRIX FROM THE SVM CLASSIFICATION (PREDICTIVE STATISTICS) OBTAINED BY LEAVE-ONE-OUT CROSS-VALIDATION ON THE ARCHAEOLOGICAL CORPUS.

True species \ Predicted species	Red deer	Reindeer	Total	% correct
Red deer	23	0	23	100%
Reindeer	2	25	27	95,6%
Total	25	25	50	96%

Decision rule allowing both species to be distinguished with an accuracy of 96 %.

4.5. Discussion

Assuming that the bone microarchitecture analysis used in biomedical sciences could be applied to the archaeological field, we here investigated the interest and relevance of micro-CT in identifying the nature of antler artefacts. According to the related confusion matrix (tab. 9), archaeological red deer antler and reindeer antler could be distinguished with an accuracy rate of 96 % using a combination of bone microarchitecture criteria.

Conservation may impact classification

According to our results, both the state of preservation of the bone tissue and the presence of sediment enclosed in the archaeological samples can impair image analysis: the fissures are treated as alveoli and the sediment appears sufficiently radiodense to be considered as trabeculae. Washing under sonication must therefore be carefully performed prior to micro-CT acquisition.

What about identification of biomarkers within the compact tissue?

The presence of alveolar tissue is clearly essential for the method to be applied. For anthropic or taphonomic reasons, certain artefacts do not have any trabecular tissue. In this case, the identification of biomarkers directly in the compact tissue should be investigated using analytical tools that allow the microstructures (osteons) to be defined. Compact antler tissue, at the beginning of its growth, is akin to mature trabecular tissue from a histological point of view (Krauss *et al.*, 2011). The biometric analogies observed between the mean size (0,24 mm) and number (2,83/mm^{-1} whether 11,32/4 mm^{-1}) of alveoli within the mature trabecular tissue of modern red deer antler (tab. 5) and those of lumens (future osteons) present within the compact tissue at different moments of its growth [size: 0,25 mm, number: 13,5/4 mm (Krauss *et al.*, *op. cit.*)] suggest that osteons could be promising taxonomic biomarkers within the compact tissue. In this regard, the recent explorative work of Blosseville (2014) has produced convincing results.

A sampling bias: the question of modules?

To explain the inability to apply the decision rule established from the modern samples to the archaeological ones (tab. 8), antler modules of the two corpuses provide a useful indication. Antlers used in a Palaeolithic context mainly result from a selection of medium and large modules, particularly as regards the production of objects shaped from rod-type blanks (Averbouh, 2005). In contrast, the constitution of the modern reference database, for reasons of age equity and probably also the inclusion of semi-domesticated individuals, led us to include a wider variety of modules and especially much higher numbers of small and very small specimens (supporting information 7). This finding is consistent with the results obtained in tables 5 and 6 wherein antler alveoli from both species appear larger (and thus fewer) in archaeological specimens than in modern antlers. Overall, given that the SVM classifiers tend to maximise the distance between the nearest individuals of each group (Vapnik, 2010), the better statistical results obtained for the archaeological corpus were probably due to its more homogeneous nature.

The potential of SVM classifiers

The SVM classification system is particularly well adapted to this archaeological case study as it considers all the biometric variables collectively, in a correlative way. Although several methods for the selection of the variables do exist (Guyon *et al.*, 2002), they did not yield better accuracies in our case. Even if the SMI and Tb.Pf variables, which correspond respectively to the architecture and connectivity of the alveolar mesh, do not appear to have a concrete biological expression here, they nonetheless help to improve the accuracy of the method from a statistical point of view. SVM classifiers maximise the potential of the method by combining biological characteristics whose individual clinical translation could sometimes appear aberrant.

From phylogenetic to structural differences

We have shown that the structural characteristics of antler are reliable in identifying samples with a useful degree of phylogenetic precision—these two species are separated only by subfamily: Cervinae for red deer and Capreolinae for reindeer (Gilbert *et al.*, 2006). More generally, although the expression of the phenotype could be influenced by multiple endogenous (sex, age, and heredity) and exogenous (nutrition, photoperiod, accidents during development, and social relations) factors specific to each individual (Suttie *et al.*, 1984; Fennessy and Suttie, 1985; Bartoš, 1990; Rolf and Fisher, 1996; Stewart, 2002; Li *et al.*, 2005; Boschin *et al.*, 2015), the morphometric criteria identified in this study nonetheless appear to be promising biomarkers.

Interest for archaeological studies

The internal micro-CT analysis of archaeological samples overcomes issues of human modification of the osseous raw material by scraping. Indeed, from a set of 10 products of debitage whose lower sides had been totally shaped by scraping, none were misclassified by the SVM classifiers. This is not surprising insofar as this technique transforms osseous material only at the surface level. Sample n°193 (fig. 15) confirms that this method of analysis can work for fully transformed artefacts (half-round rods) with a very small thickness of spongy tissue (2 mm). Moreover, the speed with which the samples are modelled (5 minutes per sample) allows for extensive screening applications.

Furthermore, while the anatomical location of the sample on the antler could be a disruptive variable (consistent with Léonard *et al.* (2007), in which the porosity and size of the spongy tissue alveoli of modern red deer antler is shown to depend on the anatomical location of the sample), the archaeological corpus was not affected by this phenomenon: none of the 12 artefacts sampled that came from peripheral antler elements were misclassified by the SVM classifiers.

4.6. Conclusion

To date, this is the first instance to our knowledge of a non-destructive method being reported, combining micro-CT analysis and SVM classifiers to distinguish archaeological antler at a species level. The biometric study performed allowed us to establish that the biological variables BV/TV, Tb.N, Tb.Sp, Tb.Th, Tb.Pf, and SMI were together relevant in distinguishing reindeer antler from red deer antler at a microscopic level. This had already been posited but not yet quantified: reindeer alveoli present a tighter mesh than red deer. The classification system, when elaborated in a predictive way (with SVM classifiers), confirmed that a distinction between the microstructures of the two tissue types could be achieved on archaeological remains (19,000 - 14,000 years cal BP) with an accuracy of 96 %, regardless to anatomical location on the antler. This original method can allow us to build upon the macroscopic indications and physicochemical tools and identify archaeological antler artefacts according to species, thus overcoming the limitations imposed by the fragile nature, heritage value, or scientific importance of artefacts that had previously inhibited their analysis.

4.7. L'application sur un corpus taxinomiquement indéterminé

L'application de cette méthode sur des vestiges archéologiques taxinomiquement indéterminés (i.e., Santa Catalina-NIII et la Bora Gran) nécessite quelques précisions méthodologiques, notamment vis à vis des analyses statistiques. En effet, il ne s'agit plus de statistiques descriptives visant à ordonner un jeu de données connues, mais de statistiques prédictives visant à estimer l'attribution d'un individu, défini par ses valeurs biométriques, à une variable inconnue (cerf/renne), à partir d'un pool de données testé et validé constituant la règle d'apprentissage pour les nouveaux individus (Lefebvre *et al.*, 2016). En pratique, ces analyses (*SVM classifiers*) livrent pour chaque échantillon testé une probabilité que l'individu appartienne à l'une ou l'autre des deux espèces. Par exemple, un individu présentant un indice de 0,162 pour le renne et de 0,838 pour le cerf aura une probabilité de 16,2 % d'appartenir au renne et de 83,8 % d'appartenir au cerf. La probabilité majoritaire est ensuite retenue.

4.8. Comment mesurer la fiabilité des analyses ?

Le passage de statistiques descriptives, pour lesquelles nous avons eu l'opportunité de ne retenir que des pièces bien conservées et parfaitement calibrées d'un point de vue dimensionnel (annexe 11) à des statistiques prédictives sur des corpus limités en taille et dont l'état de préservation des surfaces osseuses était parfois médiocre (annexes 14-15), nous aura conduit par moments à devoir modifier plus ou moins sensiblement les dimensions du ROI/VOI[1] afin de faire face au rétrécissement des dimensions des objets les plus petits et/ou aux altérations locales de la matière[2].

[1] En pratique, cela revient à supprimer plusieurs coupes successives posant problèmes d'une même pile (de 512 coupes) et/ou à modifier la morphologie du ROI par morphing. Cette dernière opération consiste à indiquer au ROI une position initiale sur l'une des premières coupes, puis une position finale sur l'une des dernières, alors automatiquement le ROI se transforme par morphing pour passer progressivement du premier état au second.

[2] Nous avons notifié dans les tableaux de résultats 10-11 la présence d'altérations structurales de la matière dans les séries de Santa Catalina et de la Bora Gran, qu'elles soient liées à la mauvaise préservation des tissus osseux (cas le plus fréquent), à son faible degré de minéralisation, ou à son usage anthropique (stigmates de fissuration de la matière causés par une utilisation en percussion par exemple).

Afin de prendre en compte ces perturbations, nous avons décidé d'attribuer un **indice de fiabilité** pour chaque détermination taxinomique (Fiable, Moyennement Fiable, Peu Fiable) :

. Les déterminations basées sur des analyses ne présentant aucune modification du VOI, ou alors seulement légère (VOI ≥ à 126,2 mm^3 soit 95 % du VOI standard), ont été considérées comme "fiables" (F).

. Les déterminations basées sur un VOI plus sensiblement modifié (106.3 mm^3 ≤ VOI ≤ 126.2 mm^3, soit 80 % ≤ VOI standard ≤ 95 %) par une modification du ROI et/ou une suppression de coupes, ou alors à une légère modification du VOI associé à un état de la matière jugé médiocre, ont été considérées comme "moyennement fiables" (MF).

. Les déterminations basées sur des analyses où le ROI a été fortement modifié (VOI ≤ à 106.3 mm^3 soit 80 % du VOI standard) ont été considérées comme "peu fiables" (PF).

À titre indicatif, ce contrôle de la fiabilité nous aura conduit à écarter de l'étude de Santa Catalina 17/33 analyses jugées moyennement ou peu fiables, correspondant à 18/30 pièces (tab. 10), et 21/57 analyses de la Bora Gran, correspondant à 10/32 pièces (tab. 11). Un tel tri pourra paraître drastique, d'autant plus que l'on peut s'interroger sur l'impact réel de modifications légères ou moyennes du VOI sur les statistiques prédictives étant donné que les paramètres micro-architecturaux mesurés sont exprimés soit en pourcentage, soit en moyenne. Quoi qu'il en soit, il s'agit pour l'heure de la seule façon de nous assurer de la fiabilité des résultats en reproduisant les conditions expérimentales selon lesquelles la méthode a été jugée fiable.

Par ailleurs, notons que pour chaque exemplaire scanné, une image témoin a été extraite arbitrairement du milieu de la pile (de 512 coupes) pour permettre au lecteur de visualiser le ROI et l'état des tissus internes des échantillons scannés (annexes 14-15).

En définitive, compte tenu de ces biais, au moins deux critères doivent être pris en considération lors de l'échantillonage du matériel :

. Les pièces doivent posséder une épaisseur de *compacta* jugée suffisante.

. Elles doivent présenter des tissus osseux préservés (dans la mesure du possible).

TABLEAU 10. RESULTAT DES ANALYSES STATISTIQUES PREDICTIVES (SVM), SANTA CATALINA, NIVEAU III.

F : Fiable, MF : Moyennement Fiable, PF : Peu Fiable. Une prédiction de 0,162 pour le renne signifie qu'il y a une probabilité de 16,2 % pour que l'échantillon soit en bois de renne.

Numéro d'inventaire-identifiant	Figure	Renne	Cerf	ROI standard (132,9 mm3)	ROI ajusté	Nombre de coupes	Conservation/Remarques	Fiabilité de l'attribution
SC-10380-1	Figure 34, n°9	0,162	0,838	✔		512	Bonne	F
SC-10380-2	Figure 34, n°9	0,097	0,903	✔		512	Bonne	F
SC-10380-3	Figure 34, n°9	0,129	0,871	✔		512	Bonne	F
SC-74-1	Figure 34, n°8	0,229	0,771	✔		512	Bonne	F
SC-74-2	Figure 34, n°8	0,215	0,785	✔		512	Bonne	F
SC-80	Figure 34, n°7	0,017	0,983	✔		512	Bonne	F
SC-1809-2	Figure 34, n°6	0,933	0,067	✔		512	Échantillon légèrement concrétionné	F
SC-1297	Figure 34, n°3	0,033	0,967	✔		512	Bonne	F
SC-1652	Figure 34, n°2	0,08	0,92	✔		512	Bonne	F
SC-70/105	Figure 32, n°8	0,898	0,102	✔		512	Bonne	F
SC-29/2268/33	Figure 32, n°7	0,57	0,43	✔		512	Bonne	F
SC-65/2058	Figure 32, n°5	0,981	0,019	✔		512	Bonne	F
SC-3256-1	Figure 32, n°4	0,913	0,087	✔		512	Échantillon légèrement concrétionné	F
SC-3256-2	Figure 32, n°4	0,969	0,031	✔		512	Bonne	F
SC-4372	Figure 31, n°4	0,174	0,826	✔		512	Bonne	F
SC-1694	Figure 31, n°3	0,041	0,959	✔		512	Échantillon légèrement concrétionné	F
SC-11	Figure 31, n°9	0,516	0,484		✔ (moyennement)	512	Bonne	MF
SC-91/1915	Figure 31, n°6	0,997	0,003		✔ (légèrement)	512	Très peu de spongiosa	MF
SC-4170-1	Figure 34, n°5	0,123	0,877		✔ (moyennement)	512	Bonne	MF
SC-4170-2	Figure 34, n°5	0,014	0,986		✔ (moyennement)	512	Bonne	MF
SC-333	Figure 32, n°9	0,963	0,037		✔ (fortement)	512	Bonne	MF
SC-1696	Figure 32, n°3	0,892	0,108		✔ (fortement)	512	Échantillon légèrement concrétionné	MF
SC-1365/1805	Figure 32, n°2	0,851	0,149		✔ (fortement)	256	Bonne	MF
SC-1834-1	Figure 32, n°11	0,003	0,997	✔		512	Échantillon concrétionné	MF
SC-1834-2	Figure 32, n°11	0	1	✔		512	Échantillon concrétionné	MF
SC-1834-3	Figure 32, n°11	0,006	0,994	✔		512	Échantillon concrétionné	MF
SC-10539	Figure 32, n°10	0,218	0,782	✔		297	Bonne	MF
SC-2264	Figure 31, n°8	0,48	0,52		✔ (fortement)	512	Bonne	MF
SC-10550	Figure 31, n°5	0,454	0,546	✔		512	Échantillon concrétionné	MF
SC-180	Figure 31, n°2	0,247	0,753	✔		277	Bonne	MF
SC-360	Figure 31, n°1	0,785	0,215		✔ (fortement)	512	Bonne	MF
SC-1428	Figure 34, n°4	0,006	0,994	✔		382	Bonne	MF
SC-1809-1	Figure 34, n°6	0,147	0,853		✔ (légèrement)	312	Échantillon concrétionné	PF
SC.126	Figure 34, n°1	NC	NC				Pas assez de spongieux	NC
SC.48	Figure 34, n°10	NC	NC				Pas assez de spongieux	NC
SC. 4167	Figure 31, n°7	NC	NC				Échantillon trop concrétionné	NC
SC.13-14-15	Figure 32, n°6	NC	NC				Échantillon trop concrétionné	NC
SC-1416/10552	Figure 32, n°1	NC	NC				Échantillon trop concrétionné	NC

En complément de cet indice de fiabilité, nous avons progressivement mis en place un **protocole de vérification** de la méthode. Si les premières analyses (Santa Catalina) n'y ont que faiblement contribué[1], nous avons par la suite (Bora Gran) décidé, d'une part, de multiplier les échantillons bénéficiant de plusieurs scans (de deux à quatre par pièce) positionnés à différentes localisations [N(vestiges) = 23], et d'autre part, d'intégrer deux échantillons témoins dont nous connaissions au préalable l'attribution taxinomique (fig. 102, n°s 3-4).

Ainsi, sur l'ensemble des 29 pièces ayant bénéficié chacune de plusieurs scans (tous sites confondus), seuls deux vestiges (tab. 10, SC-1809 ; tab. 11, BG-4223) ont livré des résultats contradictoires (un scan attribué au cerf et un attribué au renne). Pour autant, cela n'a pas constitué de problèmes particuliers pour la poursuite de l'étude puisque que nous n'avons finalement retenu qu'une seule analyse (jugée fiable) pour chacun des deux vestiges. Enfin, en ce qui concerne les deux pièces témoins préalablement identifiées en bois de renne, les analyses statistiques ont bien confirmé leur attribution taxinomique (tab. 11, en gras).

[1] En effet, seules six pièces de Santa Catalina, dont les tissus osseux étaient particulièrement mal préservés, ont bénéficié chacune de deux à trois scans positionnés à des localisations différentes.

TABLEAU 11. RESULTAT DES ANALYSES STATISTIQUES PREDICTIVES (SVM), LA BORA GRAN.
F : Fiable, MF : Moyennement Fiable, PF : Peu Fiable. Une prédiction de 0,7 pour le renne signifie qu'il y a une probabilité de 70 % pour que l'échantillon soit en bois de renne (en gras : les échantillons témoins).

Numéro d'inventaire-identifiant	Figure	Renne	Cerf	ROI standard (132,9 mm3)	ROI ajusté	Nombre de coupes	Conservation/Remarques	Fiabilité de l'attribution
BG-4452-2	**Figure 100, n°3**	**0,7**	**0,3**		**✔ (légèrement)**	**512**	**Bonne**	**F**
BG-4203-1	**Figure 100, n°4**	**0,778**	**0,222**	**✔**		**512**	**Bonne**	**F**
BG-4203-2	**Figure 100, n°4**	**0,818**	**0,182**	**✔**		**512**	**Bonne**	**F**
BG-4348-1	Figure 101, n°1	0,686	0,314		✔ (légèrement)	512	Bonne	F
BG-4348-2	Figure 101, n°1	0,784	0,216		✔ (légèrement)	512	Bonne	F
BG-4410-1	Figure 101, n°3	0,003	0,997	✔		512	Bonne	F
BG-4410-2	Figure 101, n°3	0,015	0,985	✔		512	Bonne	F
BG-4206-1	Figure 101, n°5	0,783	0,217		✔ (légèrement)	512	Bonne	F
BG-4206-2	Figure 101, n°5	0,868	0,132		✔ (légèrement)	512	Bonne	F
BG-4194-1	Figure 101, n°8	0,86	0,14		✔ (légèrement)	512	Bonne	F
BG-4212/4213-1	Figure 101, n°9	0,593	0,407	✔		512	Bonne	F
BG-4212/4213-2	Figure 101, n°9	0,904	0,096		✔ (légèrement)	512	Bonne	F
BG-4212/4213-3	Figure 101, n°9	0,671	0,329	✔		477	Bonne	F
BG-4212/4213-4	Figure 101, n°9	0,513	0,487	✔		512	Bonne	F
BG-4223-2	Figure 103, n°10	0,072	0,928	✔		512	Échantillon légèrement concrétionné	F
BG-4168	Figure 103, n°3	0,97	0,03		✔ (légèrement)	512	Tissu compact fissuré	F
BG-4215-2	Figure 103, n°4	0	1	✔		512	Bonne	F
BG-4307-1	Figure 103, n°5	0,413	0,587		✔ (légèrement)	512	Bonne	F
BG-4307-2	Figure 103, n°5	0,211	0,789	✔		512	Bonne	F
BGA-146-1	Figure 103, n°6	0,97	0,03	✔		512	Bonne	F
BGA-146-2	Figure 103, n°6	0,98	0,02		✔ (légèrement)	512	Bonne	F
BG-?	Figure 103, n°8	0,938	0,062	✔		512	Tissu compact fissuré	F
BG-4437-1	Figure 103, n°9	0,896	0,104		✔ (légèrement)	512	Bonne	F
BG-4437-2	Figure 103, n°9	0,962	0,038		✔ (légèrement)	512	Bonne	F
BG-4176-1	Figure 106, n°1	0,915	0,085		✔ (légèrement)	512	Bonne	F
BG-4176-2	Figure 106, n°1	0,896	0,104		✔ (légèrement)	512	Bonne	F
BG-307	Figure 106, n°10	0	1	✔		512	Échantillon légèrement concrétionné	F
BGA-133-1	Figure 106, n°11	1	0	✔		512	Tissus faiblement minéralisés	F
BG-4209-1	Figure 106, n°3	0,776	0,224	✔		512	Bonne	F
BG-4209-2	Figure 106, n°3	0,826	0,174	✔		512	Bonne	F
BGA-132-1	Figure 106, n°5	0,79	0,21	✔		512	Bonne	F
BGA-132-2	Figure 106, n°5	0,728	0,272	✔		512	Bonne	F
BG-4214-2	Figure 106, n°6	0,012	0,988		✔ (légèrement)	512	Bonne	F
BGA-119-1	Figure 106, n°7	0,059	0,941	✔		512	Bonne	F
BGA-119-2	Figure 106, n°7	0,065	0,935	✔		512	Bonne	F
BGA-1236-1	Figure 106, n°8	0,984	0,016	✔		512	Bonne	F
BGA-1236-2	Figure 106, n°8	0,978	0,022		✔ (légèrement)	512	Bonne	F
BG-4825-1	Figure B101, n°4	0,035	0,965		✔ (moyennement)	512	Tissus légèrement altérés	MF
BG-4194-2	Figure 101, n°8	0,763	0,237		✔ (légèrement)	412	Échantillon légèrement concrétionné	MF
BG-4167-1	Figure 103, n°1	0,735	0,265	✔		512	Échantillon faiblement minéralisé	MF
BG-4167-2	Figure 103, n°1	0,904	0,096	✔		512	Échantillon faiblement minéralisé	MF
BG-4223-1	Figure 103, n°10	0,769	0,231	✔		380	Échantillon légèrement concrétionné	MF
BG-4215-1	Figure 103, n°4	0	1		✔ (fortement)	512	Bonne	MF
BGA-117	Figure 103, n°7	0,038	0,962	✔		512	Tissu spongieux fissuré	MF
BGA-133-2	Figure 106, n°11	0,717	0,283		✔ (moyennement)	512	Tissus faiblement minéralisés	MF
BGA-133-3	Figure 106, n°11	0,975	0,025		✔ (moyennement)	512	Tissus faiblement minéralisés	MF
BG-4196	Figure 106, n°2	0,074	0,926		✔ (fortement)	400	Bonne	MF
BG-4214-1	Figure 106, n°6	0,021	0,979		✔ (moyennement)	352	Bonne	MF
BG-343	Figure 106, n°9	0,63	0,37		✔ (fortement)	512	Bonne	MF
BG-4452-1	**Figure 100, n°3**	**0,927**	**0,073**		**✔ (fortement)**	**512**	**Bonne**	**PF**
BG-4840	Figure 101, n°2	0,074	0,926		✔ (fortement)	512	Bonne	PF
BG-4825-2	Figure 101, n°4	0,129	0,871		✔ (fortement)	512	Tissus légèrement altérés	PF
BG-4842-1	Figure 101, n°6	0,966	0,034		✔ (fortement)	512	Bonne	PF
BG-4842-2	Figure 101, n°6	1	0		✔ (fortement)	512	Bonne	PF
BG-4192	Figure 103, n°2	0,003	0,997		✔ (fortement)	512	Échantillon concrétionné	PF
BGA-121-1	Figure 106, n°4	0,802	0,198		✔ (fortement)	512	Bonne	PF
BGA-121-2	Figure 106, n°4	0,868	0,132		✔ (fortement)	512	Bonne	PF
BG-4453	Figure 101, n°7	NC	NC		NC		Échantillon trop concrétionné	NC

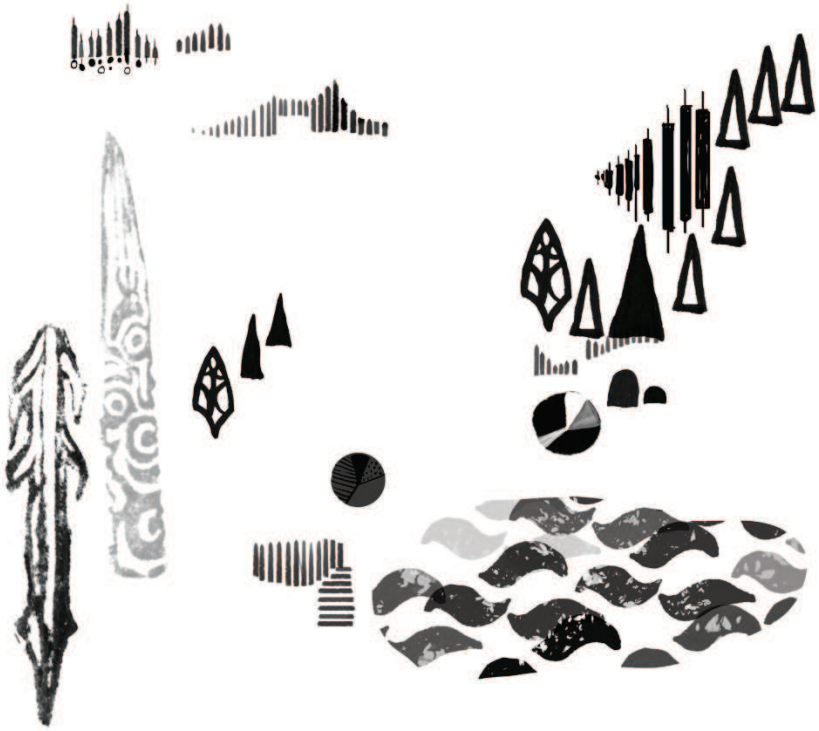
En guise de perspectives, nous avons déjà évoqué l'idée de multiplier les procédures de contrôle de la fiabilité de la méthode. Pour ce faire, il sera non seulement important de multiplier le nombre de scans par pièce (au moins 2), mais aussi de toujours sélectionner plusieurs échantillons témoins pour lesquels la détermination taxinomique est déjà connue. Mais plus encore, il serait intéressant, à l'avenir, de construire un référentiel de données avec un ROI de plus petites dimensions de manière à pouvoir échantillonner des pièces plus petites (raison pour laquelle de nombreuses analyses de Santa Catalina n'ont pas été jugées fiables), et pourquoi pas, de rechercher des marqueurs taxinomiques directement au sein du tissu compact (ce qui nous affranchirait du biais lié à la préservation du tissu spongieux *a priori* plus sensible que le tissu compact).

En résumé, entre 19-14 ka cal BP, les conditions environnementales changeantes tout au long de la chaîne pyrénéenne ont conditionné la répartition des troupeaux de cervidés, et de fait la disponibilité de leur bois, matière première indispensable de l'équipement des groupes magdaléniens. Si on a longtemps cru que les rennes n'avaient jamais franchi les Pyrénées vers le sud, faisant du massif pyrénéen une frontière écologique stricte, on sait désormais que l'extrémité occidentale du massif a été largement perméable aux troupeaux des deux espèces. Au cours des cinq millénaires qui nous intéressent ici, la répartition des troupeaux de cerfs et de rennes semble avoir évolué. Si entre 19-16 ka cal BP (Magdalénien moyen), leur répartition géographique s'organise en grande partie selon un gradient longitudinal dont la zone charnière est l'extrémité occidentale de la chaîne, cette distribution tend à retrouver un gradient latitudinal (nord/sud) entre 16-14 ka cal BP. Ce constat est peut-être un artefact de lecture à mettre en lien avec un déficit en sites archéologiques dans le bassin de l'Èbre au Magdalénien moyen ; lacune qui ne paraît pas seulement être due aux conditions de la recherche en Espagne, mais manifestement aussi à un manque de peuplement sur le versant sud des Pyrénées orientales à la fin du GS.2.1b et dans la première moitié du GS.2.1a. Quoi qu'il en soit, si l'extrémité occidentale de la chaîne pyrénéenne apparaît comme un territoire où les cervidés ont été peu cloisonnés par le massif et où le peuplement humain est particulièrement abondant, l'extrémité orientale de la chaîne présente la situation inverse (les populations de cervidés apparaissent plus compartimentées et le peuplement humain nettement moins important). Pour autant, à l'image de la circulation de certains objets particuliers (i.e. industrie osseuse, armatures lithiques), de matières premières singulières (matières lithiques et divers éléments issus du renne) et de productions artistiques et symboliques, la perméabilité culturelle des Pyrénées est une clé de lecture des sociétés magdaléniennes que nous allons tâcher d'interroger.

Du point de vue de l'industrie osseuse, les premiers éléments relevés vont plutôt dans le sens d'une dichotomie entre usage du bois de cerf au sud et à l'ouest de la chaîne et du bois de renne au nord. Afin de préciser cela en fonction de la disponibilité de la matière première, il nous a fallu, en préambule, régler la question de l'identification taxinomique des bois de cervidé. En effet, si la distinction entre le bois de cerf et le bois de renne s'opère aisément sur des portions anatomiques relativement importantes, elle devient en revanche nettement plus délicate lorsque les matériaux sont transformés. À partir de deux corpus, l'un actuel et l'autre archéologique, nous avons donc mené une étude biométrique comparée visant à distinguer la microstructure du tissu trabéculaire des bois de cerf et de renne. Ainsi, en combinant l'utilisation de biomarqueurs architecturaux (Tb.N, Tb.Sp, Tb.Th, Tb.Pf,

BV/TV et SMI) avec des analyses statistiques avancées (SVM), la micro-CT s'est avérée être un outil d'analyse non-destructif adapté à l'étude des vestiges archéologiques (indice de confiance de 96 %).

À travers l'étude de plusieurs séries clés d'industrie sur bois de cervidé magdaléniennes, nous allons maintenant tâcher de comprendre comment des hommes porteurs de traditions communes (les Magdaléniens pyrénéens) se sont adaptés à des ressources animales différentes. Dans l'idée de pister la présence du renne au sud et à l'ouest des Pyrénées, deux séries espagnoles (Santa Catalina-NIII et la Bora Gran) vont bénéficier d'une identification taxinomique des vestiges au micro-CT. Ces deux sites étant situés respectivement aux extrémités occidentale et orientale de la chaîne, ces analyses biométriques permettront d'estimer le degré d'importation du bois de renne à des fins techniques, en testant les deux principales voies de passage vers la péninsule Ibérique depuis le nord de la chaîne.



PARTIE II. L'ÉCONOMIE DU BOIS DE CERVIDÉ AUTOUR DES PYRÉNÉES AU MAGDALÉNIEN MOYEN ET SUPÉRIEUR

Chapitre 5. Analyse techno-économique de l'exploitation du bois de cervidé dans l'ensemble 1

5.1. La grotte de Santa Catalina (Lekeitio, Biscaye, Espagne)

La grotte de Santa Catalina livre un ensemble d'occupations documentant les dernières sociétés de chasseurs-collecteurs de l'ouest des Pyrénées (ensemble 1) à la fin de la dernière glaciation (fig. 11). Les fouilles menées au cours des années 1980/90 offrent un cadre de lecture précis des archives archéologiques. De par sa localisation géographique située à proximité du paléo-rivage [4-5 km, (Galparsoro *et al.*, 2010)], le site de Santa Catalina est notamment connu pour avoir livré une riche documentation témoignant de l'emploi de ressources d'origine marine [i.e., mollusques (Berganza *et al.*, 2012b ; Vásquez et Rosales, 2014), crustacés (Gutiérrez, 2014), avifaune (Laroulandie, 2014 ; Elorza, 2014) ; ichtyofaune (Roselló et Morales, 2014 ; Roselló *et al.*, 2015), mammifères (Castaños, 2014)].

La cavité se trouve sur la commune de Lekeitio, elle-même située dans la partie orientale du territoire historique de Biscaye, à proximité de l'embouchure de la rivière Lea (fig. 19). Elle fait partie d'un ensemble de quatre cavités dont elle est la seule à avoir livré des occupations préhistoriques. Elle s'ouvre vers le nord-est à 35 mètres d'altitude à la proue d'un escarpement de calcaire urgonien surplombant le golfe de Gascogne (Berganza *et al.*, 2012a). Sur les deux ouvertures que compte la cavité, l'ouverture principale donne accès en pente douce à une salle de dimensions modestes. De cet espace se développe sur plus de 80 mètres un réseau karstique constitué de galeries plus ou moins étroites et réticulées (fig. 20). Les fouilles qui ont duré de 1982 à 2000 sous la direction d'Eduardo Berganza ont concerné une superficie de 9 m^2 pour les niveaux I et II et de 6 m^2 pour le niveau III localisée à l'aplomb de l'entrée principale (Berganza et Arribas, 2014a). Si la roche mère n'a jamais été atteinte, les fouilles se sont arrêtées sur des niveaux stériles situés à 1.5-2 m de profondeur (niveau IV) (Garate, 2012). De par sa position géographique, la grotte de Santa Catalina permettait à la fois de contrôler l'étroite plaine côtière qui s'étendait jusqu'au paléo-rivage, tout en donnant accès à un large spectre de biotopes incluant des rivières, des estuaires et des massifs peu élevés (1000 m), comme ceux de l'anticlinal de Bermeo-Arno situés à proximité (Roselló *et al.*, 2015).

5.1.1. Données géo-stratigraphiques

Juste au-dessous d'une fine couche superficielle stérile, trois unités géo-stratigraphiques ayant livré du matériel archéologique ont été distinguées à la fouille sur 1,2 m d'épaisseur (fig. 21). Le quatrième niveau est une couche stérile qui fut caractérisée à la suite d'un sondage (Berganza *et al.*, 2012a ; Garate, 2012).

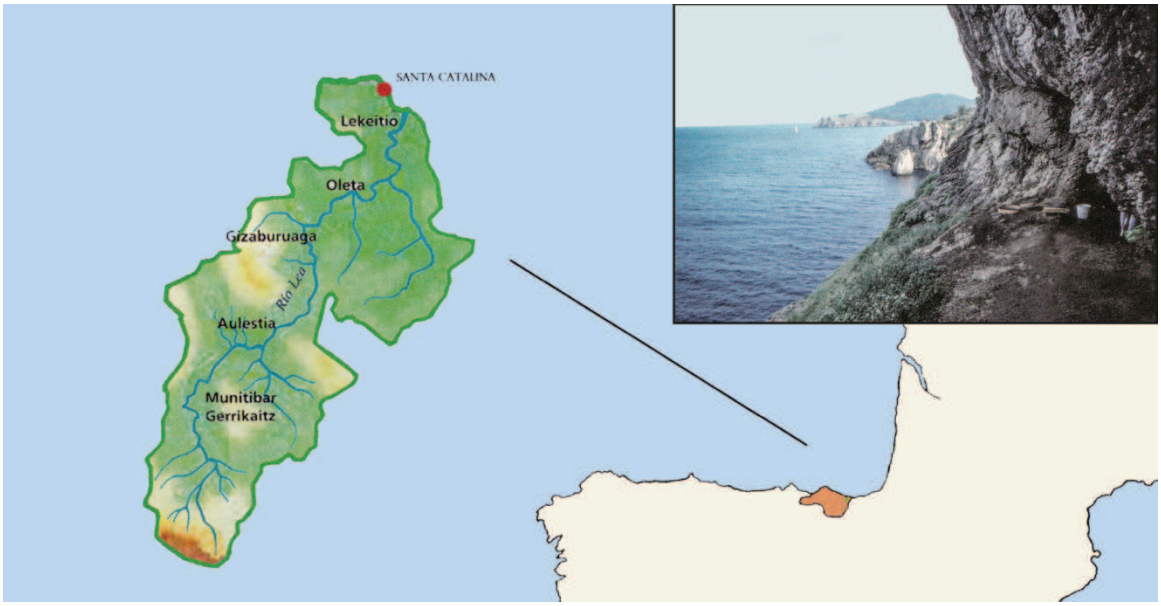


FIGURE 19. LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DE LA GROTTE DE SANTA CATALINA.
D'après Berganza et Arribas, 2014a.

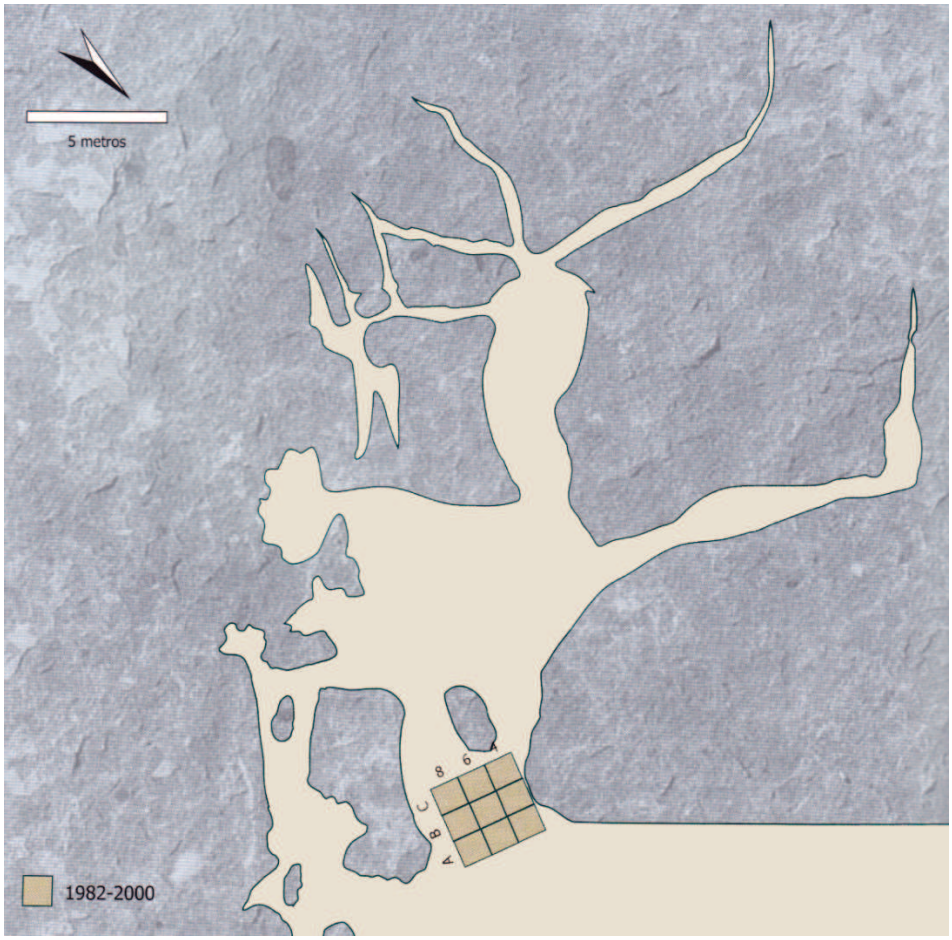


FIGURE 20. PLAN DES FOUILLES DE LA GROTTE DE SANTA CATALINA.
D'après Garate, 2012.

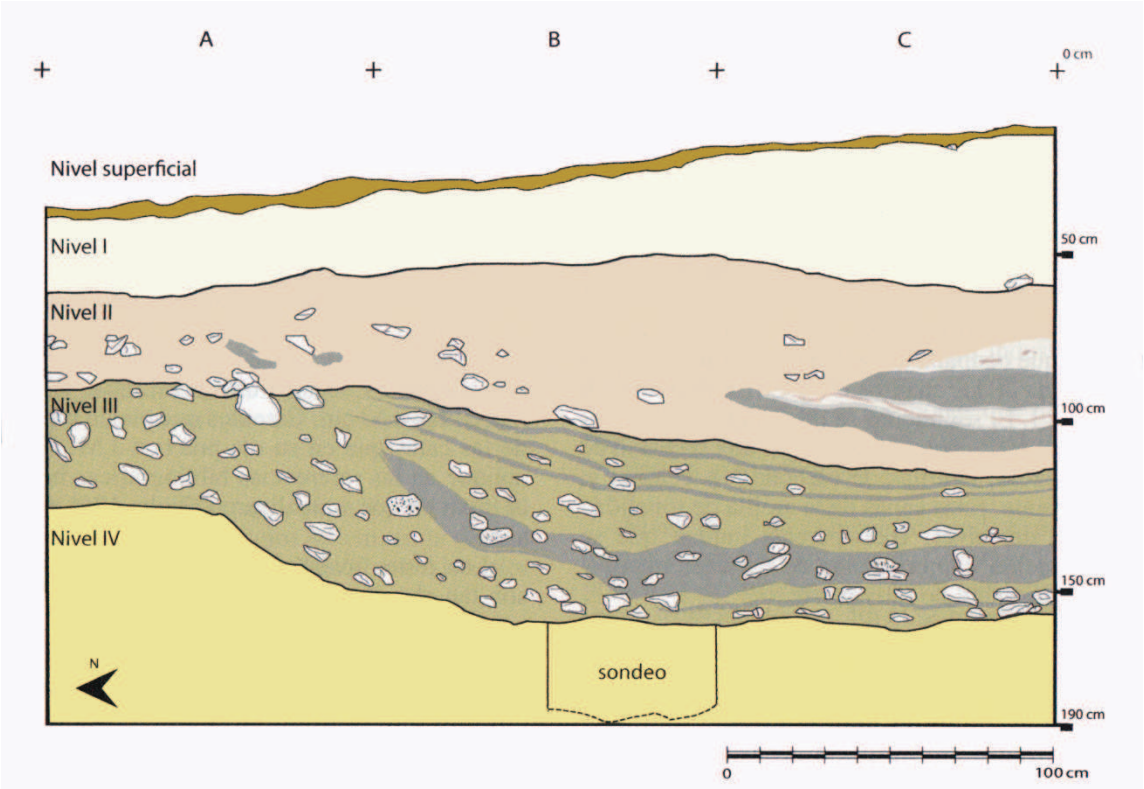


FIGURE 21. STRATIGRAPHIE DE LA GROTTE DE SANTA CATALINA, COUPE SAGITTALE.
D'après Berganza et Arribas, 2014a.

- Niveau I (Azilien) : de coloration jaune/marron foncé, ce niveau est composé de fragments de calcaire de calibre faible à moyen. Il possède une forme générale en cuvette et une épaisseur qui passe de l'extérieur vers l'intérieur de 10 cm à 60 cm.

- Niveau II (Magdalénien final) : constitué d'une matrice sableuse de coloration marron foncé, ce niveau est composé de fragments de calcaire s'étant détachés de la paroi. Lui aussi de forme générale en cuvette, son épaisseur augmente selon un axe nord/sud passant de 10 cm à 70 cm.

- Niveau III (Magdalénien supérieur) : de puissance relativement homogène (45 cm), ce niveau contient des sédiments de coloration marron grisâtre parmi lesquels figurent de nombreux fragments de calcaire décimétriques.

- Niveau IV (stérile) : strate sableuse de coloration jaune/marron qui fut sondée sur 35 cm d'épaisseur. Les quelques vestiges de faune et d'industrie lithique identifiés dans sa partie supérieure témoignent de perturbations verticales post-dépositionnelles depuis le niveau III sus-jacent.

5.1.2. Données paléo-environnementales relatives au niveau III

D'un point de vue chrono-climatique, le niveau III se serait vraisemblablement formé au cours du Bølling soit entre 15-14 ka cal BP selon les données radiométriques reportées dans le tableau 12. Comme dans la plupart des sites cantabriques localisés en fond de vallée ou à proximité du littoral, le cerf représente plus des ¾ du spectre d'ongulé (Ber-

ganza *et al.*, 2012a) avec 76,4 % des restes, suivi du renne (10,8 %) et du bouquetin (6,8 %) (Castaños, 2014). Avec un Nombre Minimum d'Individus (NMI) de 41, les cerfs comptent des spécimens d'âge relativement hétérogène parmi lesquels les individus adultes et séniles dominent légèrement (tab. 13). Le renne, quant à lui, est représenté par 16 individus d'âge hétérogène.

TABLEAU 12. DATATIONS DU NIVEAU III DE LA GROTTE DE SANTA CATALINA.
D'après Berganza et Arribas, 2014b.

Code	Indications stratigraphiques	BP	Sigma	Échantillon	Référence bibliographique
Ua-24653 (AMS)	III (29C/C8)	10 360	90	Os	Berganza et Arribas, 2014
Ua-24654 (AMS)	III (29E/C8)	11 225	80	Os	Berganza et Arribas, 2014
Ua-42320 (AMS)	III (29C/C8)	12 146	98	Os (cerf?)	Berganza et Arribas, 2014
Ua-24655 (AMS)	III-base du niveau (29F/C8)	12 345	85	Os	Berganza et Idarraga, 2004
Ua-13876 (AMS)	III (31H/C8)	12 405	95	Os	Berganza et Idarraga, 2004
Ua-13877 (AMS)	III-base du niveau (31J/C8)	12 425	90	Os	Berganza et Idarraga, 2004

TABLEAU 13. NOMBRE MINIMUM D'INDIVIDUS (NMI) PAR ESPECES DE CERVIDE ET PAR TRANCHES D'AGES, SANTA CATALINA, NIVEAU III.

	CERF (NMI)	RENNE (NMI)
0-2 ans	13	4
2-4 ans	9	6
> 5 ans	19	6

Des mammifères marins sont également présents dans l'assemblage, à l'image du phoque [NR = 64 (*Id.*)] et des cétacés [NR = 33 (Berganza *et al.*, 2012a)]. Malgré un radoucissement des températures diagnostique du GIS-1e de la chronologie isotopique (Rasmussen *et al.,* 2006), le spectre faunique du niveau III est légèrement dominé par des espèces indicatrices de climat froid tels le harfang des neiges, certaines espèces de lagopèdes ou d'Ansériformes pour l'avifaune (Laroulandie, 2014), ou les rascasses, le flétan et le blennie vivipare pour l'ichtyofaune (Roselló *et al.*, 2015). L'étude des mollusques révèle en revanche une nette surreprésentation de *Littorina littorea* (Vásquez et Rosales, 2014), espèce qui signale des conditions tempérées. Enfin, d'un point de vue anthracologique, la présence de conifères et d'arbustes plaide pour un paysage ouvert typique de conditions climatiques froides, même si perdurent quelques restes d'essences thermophiles (i.e., *Arbutus y Quercus*).

À la date à laquelle nous écrivons, les seules données de saisonnalité disponibles pour l'ensemble des occupations sont lacunaires. L'étude de l'ichtyofaune des trois niveaux confondus semble tout au plus plaider pour une pêche des poissons qui ne se serait pas déroulée pendant l'hiver (Roselló *et al.*, 2015). L'indice de saisonnalité pour l'instant le plus fiable provient d'un bois de renne retrouvé dans la faune du niveau III. Il s'agit d'un bois de petit module issu de massacre, que l'on peut rapprocher d'un bois de femelle adulte (Averbouh, 2000) abattue entre les mois d'octobre et de mars (fig. 12).

5.1.3. Données culturelles relatives au niveau III

Le niveau III livre une **industrie lithique** abondante (NR = 2.974) composée à la fois de déchets de débitage et d'objets finis. Pour ce qui est de l'outillage, près de la moitié des outils retouchés sont des lamelles à dos (46 %). Pour le reste, il se répartit principalement entre burins (15 %) et grattoirs (9 %), parmi lesquels figurent des burins dièdres et des grattoirs simples ou sur lames retouchées. Les pointes à dos, avec 0,9 % des effectifs, sont en revanche moins bien représentées que dans les deux autres niveaux (Berganza *et al.*, 2012a). L'**équipement en bois de cervidé** est principalement composé de pointes uni- et bi-barbelées et de pointes de sagaie de section et de calibre variables. L'**équipement réalisé en os** se compose, quant à lui, de fragments d'aiguilles, de spatules et de poinçons (*ibid.*).

Plusieurs éléments de **parure** figurent dans la série. C'est le cas d'une pendeloque sur os hyoïde de bovidé représentant, entre autres motifs géométriques, une tête d'aurochs de profil (Berganza et Idarraga, 2002), et probablement aussi d'un ensemble de 82 dents d'ongulés (principalement de cerf, de renne, de bouquetin, de chevreuil et de chamois) présentant à leur base des stigmates anthropiques de détachement de la mâchoire (sciage, incisions, fracturation) (Berganza et Arribas, 2010). Enfin, signalons la présence d'au moins deux œuvres d'**art mobilier** : un fragment de limonite portant plusieurs gravures animales associées à une représentation anthropomorphique (Berganza et Idarraga, 2004), ainsi qu'un fragment d'andouiller de bois de cerf de moyen/gros module portant sur un côté du fût une fine gravure de biche de profil, et sur l'autre côté des motifs géométriques (Berganza et Idarraga, 2014) (fig. 22).

FIGURE 22. GRAVURE DE BICHE SUR ANDOUILLER DE BOIS DE CERF (200 X 21 X 21 MM), NIVEAU III, SANTA CATALINA.
Tiré de Berganza et Idarraga, 2014.

5.1.4. Étude techno-économique de l'industrie sur bois de cervidé du niveau III

L'industrie sur bois de cervidé du niveau III de Santa Catalina compte 308 vestiges, dont 302 sont conservés dans les réserves du musée archéologique de Bilbao et 6 sont exposés dans les vitrines de l'exposition permanente.

L'état de surface général des pièces est particulièrement médiocre : en plus d'être fortement fragmentées, elles présentent quasi systématiquement des traces de délitement/desquamation assorties dans de nombreux cas de surfaces concrétionnées. Ce genre d'attaques physico-chimiques est souvent diagnostique de sols acides ou de ruissellements (Averbouh, 2000). En outre, plusieurs pièces présentent les stigmates de l'action post-dépositionnelle d'agents biologiques d'origine animale (carnivores).

Enfin, signalons que la représentativité de la série doit être évaluée avec prudence en raison de la taille réduite de la zone fouillée (9 m^2) à l'échelle de la superficie estimée de la cavité : 75 mètres carrés[1] (fig. 20). Par ailleurs, l'homogénéité de la série apparaît globalement bonne : seul un objet pourrait être intrusif dans l'assemblage sur la base de critères typologiques. Il s'agit d'une pointe bi-barbelée proche du morphotype azilien, et donc potentiellement issue du niveau I (fig. 33).

5.1.4.1. Le travail du bois de cerf

L'assemblage se compose de treize déchets de débitage et de quarante-huit produits se répartissant entre 85 et 167 cm de profondeur (tab. 14).

TABLEAU 14. DECOMPTE DE L'INDUSTRIE SUR BOIS DE CERVIDE PAR ESPECE, SANTA CATALINA, NIVEAU III.

		Niveau III
Déchets de débitage	Renne	5
	Cerf	13
	Indéterminé	1
Produits	Renne	1
	Cerf	47
	Indéterminé	219
Frgts. de bois travaillés	Renne	2
	Cerf	6
	Indéterminé	14
TOTAL		308

Les déchets issus d'un débitage longitudinal du merrain

Sur les sept déchets de débitage sur merrain présents dans la série, quatre documentent une extraction unique de baguette par double rainurage longitudinal et trois une extraction de plusieurs baguettes de calibre faible/moyen (entre 8-15 mm de largeur) par rainurage longitudinal multiple (tab. 14). Ces derniers comptent un déchet en "triangle simple" (pour plus de détails voir Averbouh, 2000, p. 163/164) et deux déchets présentant au

[1] Cela correspond à la superficie des deux ouvertures et de la salle intérieure (Berganza et Arribas, 2014a).

moins deux rainures longitudinales plus ou moins convergentes (dont fig. 23). Si aucune partie basilaire n'est présente dans la série, signalons à titre indicatif que le niveau II a livré une base de bois de massacre de gros module témoignant de l'extraction d'au moins trois baguettes de calibre moyen par rainurage longitudinal multiple depuis la face postérieure du merrain A1. La position stratigraphique de cette base (Magdalénien final), conjugué au fait que ce type de pratique n'a pour l'heure jamais été documenté pour l'Azilien, nous convainquent de son origine magdalénienne.

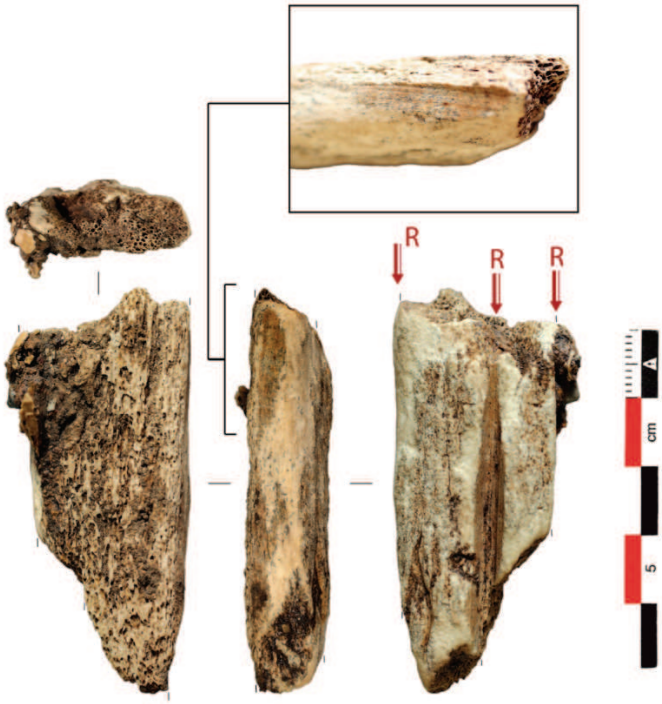


FIGURE 23. DECHET DE DEBITAGE DE BAGUETTE PAR RAINURAGE LONGITUDINAL MULTIPLE (59 X 24 X 12 MM), BOIS DE CERF, SANTA CATALINA, NIVEAU III.

Dans l'ensemble, la fragmentation prononcée de la plupart des déchets empêche de les replacer anatomiquement sur le bloc de matière première. Seules deux pièces, constituées chacune de deux fragments raccordés, ont pu être repositionnées plus ou moins précisément sur le bois en raison de leurs dimensions plus importantes. Il s'agit d'un fragment de bois situé à la jonction entre le merrain A1/A2 (fig. 24, n°1) et d'un fragment de merrain A2 ou B (fig. 24, n°2). La présence d'un pan de rainurage longitudinal situé de part et d'autre des deux déchets documente une extraction unique de longue et large baguette (30 mm de largeur) par double rainurage longitudinal depuis la face postérieure du (des) bois. Si aucun raccord direct entre ces deux pièces n'est attesté, il est toutefois envisageable de les replacer sur un même bois de gros module sur la base d'analogies morphométriques (ces deux vestiges présentent notamment la même épaisseur maximale de *compacta* : 7 mm) et en raison de leur proximité spatiale : ils ont été découverts dans des carrés plus ou moins contigus (B8/B6/C6) (fig. 20), à 10 cm d'altitude différentielle. Quoi qu'il en soit, ces deux pièces témoignent d'une segmentation intentionnelle du bloc puisqu'à chaque extrémité du premier vestige, et seulement au niveau de l'extrémité proximale du second, se trouvent des stigmates de sectionnement transversal par percussion tranchante.

FIGURE 24. DECHETS DE DEBITAGE D'UNE UNIQUE BAGUETTE PAR DOUBLE RAINURAGE LONGITUDINAL, BOIS DE CERF, SANTA CATALINA, NIVEAU III.
n°1 : 110 x 73 x 57 mm, n°2 : 190 x 42 x 52 mm.

Les déchets issus d'un débitage longitudinal non localisés

Quatre déchets de débitage identifiés par la présence d'un ou deux pans de rainurage parallèles sont présents dans la série. Leur état de fragmentation prononcé nous empêche de les repositionner sur le bloc de matière première (tab. 15). Leur épaisseur de tissu compact est comprise entre 3,5-8 mm.

TABLEAU 15. DECOMPTE DES DECHETS SUR BOIS DE CERVIDE PAR METHODE DE DEBITAGE ET PAR ESPECE ASSOCIE A L'EPAISSEUR MOYENNE DU TISSU COMPACT PAR CATEGORIE TECHNO-TYPOLOGIQUE, SANTA CATALINA, NIVEAU III.

				Niveau III			
				NR	Ép.*compacta* moyenne (mm)	NR	Ép. compacta moyenne (mm)
RENNE	Débitage longitudinal	Déchet sur élément palmé		**1**	1	**5**	2,1 ± 0,9
	Débitage transversal	Frgts d'andouiller élagués		**4**	2,4 ± 0,7		
CERF	Débitage longitudinal	Déchets sur merrain	A	**1**	7	**13**	5,1 ± 1,3
			B	**1**	4		
			ind.	**5**	5,6 ± 0,8		
		Indéterminé		**4**	4,9 ± 1,6		
	Débitage transversal	Élagage	épois ou and.	**1**	3,5		
			andouiller	**1**	5		
IND.	Déchet de débitage longitudinal de type triangle simple			**1**	5	**1**	5
TOTAL				19			

Le débitage transversal des andouillers-épois

Un fragment d'andouiller et un d'épois issus de bois de gros module documentent la phase initiale du débitage au cours de laquelle les éléments de bois périphériques sont supprimés (élagage). Leur sectionnement proximal fut réalisé par percussion tranchante unifaciale à périphérique associé à une flexion (tab. 15). En revanche, ils ne présentent aucun stigmate de débitage de baguette.

Synthèse sur les déchets de débitage

Malgré leur fragmentation avancée, ces treize déchets de débitage documentent l'exploitation de bois de gros module selon deux chaînes opératoires distinctes : à savoir l'extraction d'une large (± 30 mm) et longue baguette depuis la face postérieure du merrain A (et B ?) par double rainurage longitudinal, et l'extraction de plusieurs baguettes de faible/moyen calibre *a priori* à partir d'éléments de merrain par rainurage longitudinal multiple.

Les produits issus d'un débitage longitudinal

. *Baguettes (supports)*

Dix fragments de baguette essentiellement débités par rainurage longitudinal étaient initialement présents dans l'assemblage (tab. 16). Après raccord des cassures post-dépositionnelles, il s'avère que cette catégorie de vestige ne compte en réalité que sept exemplaires. Ces derniers, qui sont tous de section quadrangulaire, présentent pour la moitié un calibre moyen (largeur et épaisseur comprises entre 8-16 mm) (dont fig. 25, n°1), et pour l'autre moitié un gros calibre (largeur comprise entre 17-28 mm et épaisseur entre 6-19 mm) (dont fig. 25, n°s 2-4). Avec des longueurs respectives de 157 mm et 142 mm, les deux fragments de baguette n°s 1 et 2 illustrés en figure 25 sont les plus longs de la série, et ce malgré leur état fragmentaire. Enfin, les épaisseurs de tissu compact de l'ensemble des baguettes se répartissent indifféremment des calibres entre 4,5-8 mm.

FIGURE 25. BAGUETTES EN BOIS DE CERF, SANTA CATALINA, NIVEAU III (N°1 : 111 X 16 X 9 MM, N°2 : 82 X 28 X 8 MM, N°3 : 134 X 22 X 11 MM).

TABLEAU 16. DECOMPTE DES PRODUITS EN BOIS DE CERVIDE PAR METHODE DE DEBITAGE ET PAR ESPECE ASSOCIE A L'EPAISSEUR MOYENNE DU TISSU COMPACT PAR CATEGORIE TECHNO-TYPOLOGIQUE, SANTA CATALINA, NIVEAU III.

				NR	Ép.*compacta* moyenne (mm)	NR	Ép.*compacta* moyenne (mm)
RENNE	Débitage	Frgt de peche décoré		**1**	4	**1**	4
CERF	Débitage longitudinal	Baguettes (support)		**7**	5,6 ± 1	**48**	5 ± 1,7
		Pointe barbelée (ébauche)		**1**	4		
		Outils intermédiaires sur support plat		**4**	5,5 ± 2		
		Objets sur baguette indéterminés		**25**	4,5 ± 0,9		
		Produits indéterminés		**4**	4 ± 2		
	Débitage transversal	Outils intermédiaires sur support en (semi-)volume		**6**	6,8 ± 2,2		
		Objet à extrémité proximale mousse		**1**	5		
IND.	Débitage longitudinal	Baguettes (support)		**8**	5,2 ± 0,7	**217**	4,5 ± 1,3
		Outils intermédiaires	sur support plat	**4**	9 ± 2		
			sur support en semi-volume	**1**	4		
		Pointes de projectile	à biseau double	**10**	5,2 ± 1,4		
			indéterminées	**35**	4,1 ± 1,1		
		Pointes barbelées	unibarbelées	**10**	4,3 ± 1,2		
			bibarbelées	**6**	5,5 ± 0,8		
			indéterminées	**1**	7		
		Barbelures		**25**	3,8 ± 0,8		
		Objets sur baguette indéterminés		**113**	4,5 ± 1,4		
		Produit indéterminé		**1**	4		
		Pendeloque		**1**	3,5		
		Pièces d'art mobilier		**2**	3		
TOTAL				**266**			

Si les baguettes n°s 1 et 2 documentent une extraction par double rainurage parallèle, l'exemplaire n°3 (fig. 25) pourrait témoigner de modalités de débitage différentes. Il s'agit d'une baguette de gros calibre et de section plano-convexe présentant un pan de rainurage longitudinal d'un côté et des surfaces de fracturation de l'autre. La présence d'au moins trois points d'impact clairement identifiés pourrait documenter un débitage associant rainurage et percussion directe[1]. La courbure du support, l'absence de gouttières rectilignes à la surface du bois (diagnostiques du merrain A) et la convergence de ses deux bords indiquent que cette baguette fut prélevée sur un andouiller issu d'un bois de moyen/gros module (épaisseur *compacta* = 5 mm). À l'instar d'un exemplaire retrouvé dans la couche 8 de Troubat (fig. 74, n°4), elle présente en outre un début de façonnage par raclage longitudinal au niveau de l'extrémité distale de son bord rainuré.

. Pointe barbelée (ébauche)

Il s'agit d'une baguette en cours de façonnage dont le gabarit se rapproche assez sensiblement de celui de la baguette n°2 (fig. 26) restée brute de débitage. Sur les deux faces du support, un fût en position axiale se dégage nettement (fig. 26). Plus encore, la présence de stigmates bifaciaux de délinéation de barbelures unilatérales accrédite l'idée selon laquelle il s'agirait d'une ébauche de pointe barbelée de petite dimension. En revanche, la présence d'incisions géométriques sur le côté du fût opposé aux barbelures, et l'absence de dispositif de fixation de lien et d'emmanchement (alors que l'ébauche est quasiment complète) apparaissent plus inattendues.

FIGURE 26. ÉBAUCHE DE POINTE UNIBARBELEE DE PETITES DIMENIONS, BOIS DE CERF, SANTA CATALINA, NIVEAU III.
132 x 23 x 6 mm.

[1] On ne peut toutefois pas exclure que cette technique de travail des matières osseuses ait été mise en œuvre lors du façonnage du support.

. *Outils intermédiaires sur support plat*

Les outils intermédiaires sur baguette comptent quatre pièces parmi lesquelles deux spécimens, qui bien que ne se raccordant pas directement, devaient pourtant appartenir initialement au même objet. Entièrement façonnées par raclage, ces pièces sont de calibre moyen (largeurs comprises entre 11-13 mm et épaisseurs entre 7-13 mm) et de section quadrangulaire à circulaire. La présence de bords strictement parallèles entre eux les rapproche manifestement plus d'objets de première intention que d'armatures recyclées. Le seul spécimen entier mesure 144 mm, il présente un biseau distal bifacial moyennement long (29 mm) et relativement épais, et une épaisseur de tissu compact suffisamment importante (8 mm) pour être rapproché d'un bois de gros module (fig. 27). En revanche, les trois autres exemplaires souffrent d'une fragmentation importante assortie, dans un cas, d'une conservation médiocre.

FIGURE 27. OUTIL INTERMEDIAIRE SUR BAGUETTE, BOIS DE CERF, SANTA CATALINA, NIVEAU III.
114 x 12 x 13 mm.

. *Objets sur baguette indéterminés*

25 fragments d'objets sur baguette plus ou moins façonnés ne peuvent être rapprochés d'une catégorie typologique claire en raison de leur fragmentation. Avec des largeurs comprises entre 8-20 mm et des épaisseurs entre 4,5-13 mm, ces pièces présentent dans l'ensemble un calibre moyen (tab. 16). Leurs sections hétérogènes (quadrangulaires, elliptiques, concavo-convexe) restent dominées par des spécimens quadrangulaires. La présence, à l'une des extrémités du support, de stigmates de sectionnement par raclage en diabolo rapproche deux d'entre elles de déchets de façonnage/recyclage.

Les produits issus d'un débitage transversal

. *Outil à extrémité proximale mousse*

Un fragment mésio-distal d'andouiller issu d'un bois de moyen/gros module (épaisseur *compacta* = 5 mm) présente de nombreuses plages de raclage longitudinal responsables de sa morphologie générale singulière (fig. 22). Les 3-4 premiers centimètres proximaux de la pièce ont été aménagés en forme de diabolo par raclage longitudinal périphérique, de sorte que l'extrémité du support soit évasée. La présence au niveau de cette extrémité de stigmates d'aplatissement des fibres osseuses et de quelques enlèvements d'esquilles osseuses est diagnostique d'une utilisation en pression/percussion contre un matériau dur. L'absence de biseau distal et la courbure générale du support sont en revanche incompatibles avec une utilisation en percussion indirecte. Signalons que cette pièce a déjà fait l'objet d'une étude détaillée (Berganza et Idarraga, 2014).

. *Outils intermédiaires sur andouiller/épois*

Nous distinguons ici deux catégories d'outils intermédiaires issus d'un débitage transversal selon que le support soit en semi-volume (N = 4), ou en volume (N = 2) (tab. 16). Les premières proviennent d'éléments issus d'andouiller (N = 3) (dont fig. 28, n°1), et de merrain (N = 1) (fig. 28, n°2) de bois de moyen/gros module (épaisseurs de tissu compact comprises entre 5-13 mm). Elles présentent la caractéristique d'avoir connu initialement une extraction de baguette ou d'hémi-tronçon par double rainurage longitudinal sur laquelle l'artisan s'est appuyé pour aménager un biseau unifacial distal par raclage. En somme, il s'agit de déchets de débitage recyclés en outils intermédiaires. Même si l'on ne peut écarter l'idée selon laquelle l'intention technique relative à l'aménagement du biseau distal présidait à l'extraction du support, il n'en demeure pas moins qu'il ne s'agit pas là d'objets de première intention *stricto sensu*.

Les secondes n'ont pas servi de support à l'extraction d'une baguette. Il s'agit de fragments d'andouiller et d'épois présentant des stigmates d'écrasement des fibres osseuses en proximal et un biseau distal aménagé par raclage bifacial. Les stigmates proximaux de sectionnement transversal ne sont en revanche plus visibles. Malgré des épaisseurs de tissus compacts relativement moyennes (entre 4-5 mm), en particulier pour le fragment d'andouiller, il ne fait pourtant aucun doute que ces deux pièces sont issues de bois de gros module en raison de leur gabarit important.

Synthèse de l'exploitation du bois de cerf dans le niveau III de Santa Catalina

Un schéma opératoire est bien identifié, à savoir l'extraction unique d'une large baguette aplatie par double rainurage longitudinal depuis la face postérieure du merrain A de bois de moyen/gros module. Les largeurs mesurées sur les deux supports les plus aplatis (fig. 25, n°2 et fig. 26) livrent des valeurs (respectivement 28 et 23 mm) compatibles avec celles mesurées sur les négatifs d'enlèvement supposés (± 30 mm). En outre, le fait que la pièce illustrée en figure 26 soit une ébauche de pointe barbelée semble indiquer que ce schéma opératoire pourrait être destiné entre autres à la production de ce type d'armement.

FIGURE 28. OUTILS INTERMEDIAIRES SUR ANDOUILLER (N°1 : 138 X 46 X 42 MM) ET SUR MERRAIN (N°2 : 95 X 31 X 32 MM), BOIS DE CERF, SANTA CATALINA, NIVEAU III.

La situation est un peu moins claire pour ce qui concerne le schéma opératoire de production des baguettes de moyen calibre. La présence de stigmates d'extraction de baguette à la surface des outils intermédiaires sur support en semi-volume pourrait suggérer que les baguettes de calibre moyen ont été extraites de ce type de bloc. Les largeurs mesurées sur les négatifs d'extraction (entre 23-25 mm de largeur) sont en effet compatibles avec les largeurs des baguettes extraites (entre 8-16 mm), bien qu'elles soient plus élevées. Mais les sections des supports contredisent cette hypothèse. En effet, les baguettes de moyen calibre sont réalisées sur support plat *stricto sensu* : nous entendons par là que le tissu compact et le tissu spongieux se superposent, en section, sous la forme de plaques recti-

lignes. Au contraire, les baguettes extraites des andouillers présentent généralement une section "intermédiaire" concavo-convexe ou plano-convexe : le tissu spongieux est plus ou moins encadré sur chacun des bords par du tissu compact. Ainsi, compte tenu de ces éléments, l'hypothèse la plus probable pour la production des baguettes de moyen calibre en bois de cerf reste l'extraction par rainurage longitudinal multiple à partir d'éléments de merrain (à l'image des trois déchets retrouvés dans la série).

En définitive, l'exploitation du bois de cerf dans le niveau III de Santa Catalina est tournée vers le débitage de bois de moyen/gros module mis en œuvre à travers trois schémas opératoires de production distincts :

. L'extraction unique d'une longue baguette aplatie par double rainurage longitudinal depuis la face postérieure du merrain A (potentiellement adaptée à la confection de pointes barbelées)

. L'extraction de plusieurs baguettes de calibre moyen par rainurage longitudinal multiple *a priori* à partir d'éléments de merrain (dont l'objectif pourrait être la production de pointes de projectile de moyen calibre).

. L'extraction de supports intermédiaires de type baguette par double rainurage longitudinal à partir d'éléments d'andouiller recyclés, dans un second temps, comme outils intermédiaires de gros calibre.

Les deux premiers schémas opératoires de production de baguettes semblent exclusifs pour un même bois de cerf.

5.1.4.2. Le travail du bois de renne

Il compte huit vestiges parmi lesquels figurent cinq déchets de débitage, un objet décoré et deux fragments de bois travaillés indéterminés (tab. 15-16).

Déchet issu d'un débitage longitudinal

Le seul déchet de débitage de baguette en bois de renne présent dans la série est un fragment de bois palmé dont l'origine est probablement à rechercher du côté d'un andouiller de bois de petit module (épaisseur *compacta* = 1 mm) (fig. 29, n°1). Malgré l'altération prononcée de ses surfaces, un sillon de rainurage longitudinal parcourt chacune de ses faces au niveau de l'une de ses arêtes. Le support recherché (mais non extrait), est un support de type "intermédiaire" présentant un calibre particulièrement faible (largeur = 5 mm). Compte tenu de la faible minéralisation de la matière première et du fait que le débitage n'ait pas été conduit à son terme, nous sommes en droit de nous questionner sur le niveau de qualification de l'artisan responsable de ce débitage, voire sur l'existence d'éventuelles pratiques d'apprentissage dans la série.

Déchets d'élagage issus d'un débitage transversal du bois

Trois éléments d'andouiller (fig. 29, n°s 2, 4 et 5) et un fragment de chevillure (fig. 29, n°3) présentent à leur base des stigmates de sectionnement par rainurage transversal uni- ou bifacial. Ils proviennent de bois de module petit/moyen (épaisseur de *compacta* comprises entre 1.5-3 mm). Ces pièces ne présentent aucun stigmate de débitage de baguette.

FIGURE 29. INDUSTRIE SUR BOIS DE RENNE, SANTA CATALINA, NIVEAU III.
n°1 : déchet de débitage de baguette ? (29 x 25 x 9 mm) ; nos 2-5 : déchets d'élagage [n° 2 : extrémité distale d'andouiller (31 x 32 x 9 mm), n°3 : fragment de chevillure (25 x 21 x 9 mm), n°4 fragment de perche C ou d'andouiller (41 x 28 x 12 mm), n°5 : fragment mésio-proximal d'andouiller (141 x 41 x 9 mm)] ; n°6 : objet décoré sur fragment de perche A/B/C (128 x 16 x 12 mm), nos 7 (25 x 20 x 12 mm) - 8 (132 x 39 x 21 mm) : fragments de bois travaillés indéterminés.

Fragment de perche décoré

Il s'agit d'un élément de perche de petit module (épaisseur de *compacta* = 4 mm) portant plusieurs gravures géométriques sur les trois faces de sa partie mésiale (fig. 29, n°6), ornementation qui n'est pas sans rappeler celle du fragment de bois de cerf illustré en figure 22. Ces éléments sont les seuls stigmates anthropiques visibles sur la pièce dont chaque extrémité présente une cassure post-dépositionnelle. La présence d'une partie coudée nous fait dire que ce fragment devait se situer à la réunion des perches A2/B/C d'un bois de petit module. Les analogies observées avec notre collection de référence (petit module + faible ramification) rapprocheraient plutôt cet élément d'un bois de femelle.

Fragments de bois travaillés indéterminés

Nous avons regroupé dans cette catégorie deux vestiges présentant pour seule trace anthropique un pan de raclage longitudinal le long d'une arête (ex. fig. 30). Il s'agit d'un court fragment de bois de petit module (épaisseur de *compacta* = 2 mm) dont la fragmentation prononcée nous empêche de déterminer l'origine anatomique exacte (élément de perche ou d'andouiller ? - fig. 29, n°7), et d'un fragment distal d'andouiller ou de perche C de bois de moyen module (épaisseur *compacta* = 5 mm) (fig. 29, n°8). Sur cette dernière pièce certaines traces, dont l'origine anthropique n'est pas avérée, pourraient laisser croire qu'une silhouette animale réalisée de profil ait été ébauchée sur une des faces (fig. 30). Mais en raison de l'état d'altération important de ses surfaces, il est impossible de confirmer cette hypothèse.

Synthèse sur l'industrie réalisée sur bois de renne

L'exploitation du bois de renne dans la série est tournée essentiellement vers le débitage d'éléments d'andouiller (et dans une moindre mesure de perche) issus principalement de bois de module petit/moyen. À l'exception peut-être de la pièce n°1 (fig. 29) sur laquelle un support de très faible calibre est en cours d'extraction, ces pièces ne documentent pas de production de baguette, mais plutôt une pratique d'élagage d'éléments périphériques par rainurage transversal uni- ou bifacial. Le seul vestige clairement façonné est un fragment de perche de bois de petit module (peut-être un bois de femelle) portant plusieurs motifs géométriques (fig. 29, n°6). Signalons que vingt-cinq fragments de bois de renne se trouvent dans la faune du niveau III (dont onze ont été identifiés par nos soins). Ces pièces proviennent essentiellement d'éléments d'andouiller ou de perche de bois de module petit/moyen (épaisseur *compacta* moyenne = 2,3 ± 0,7 mm).

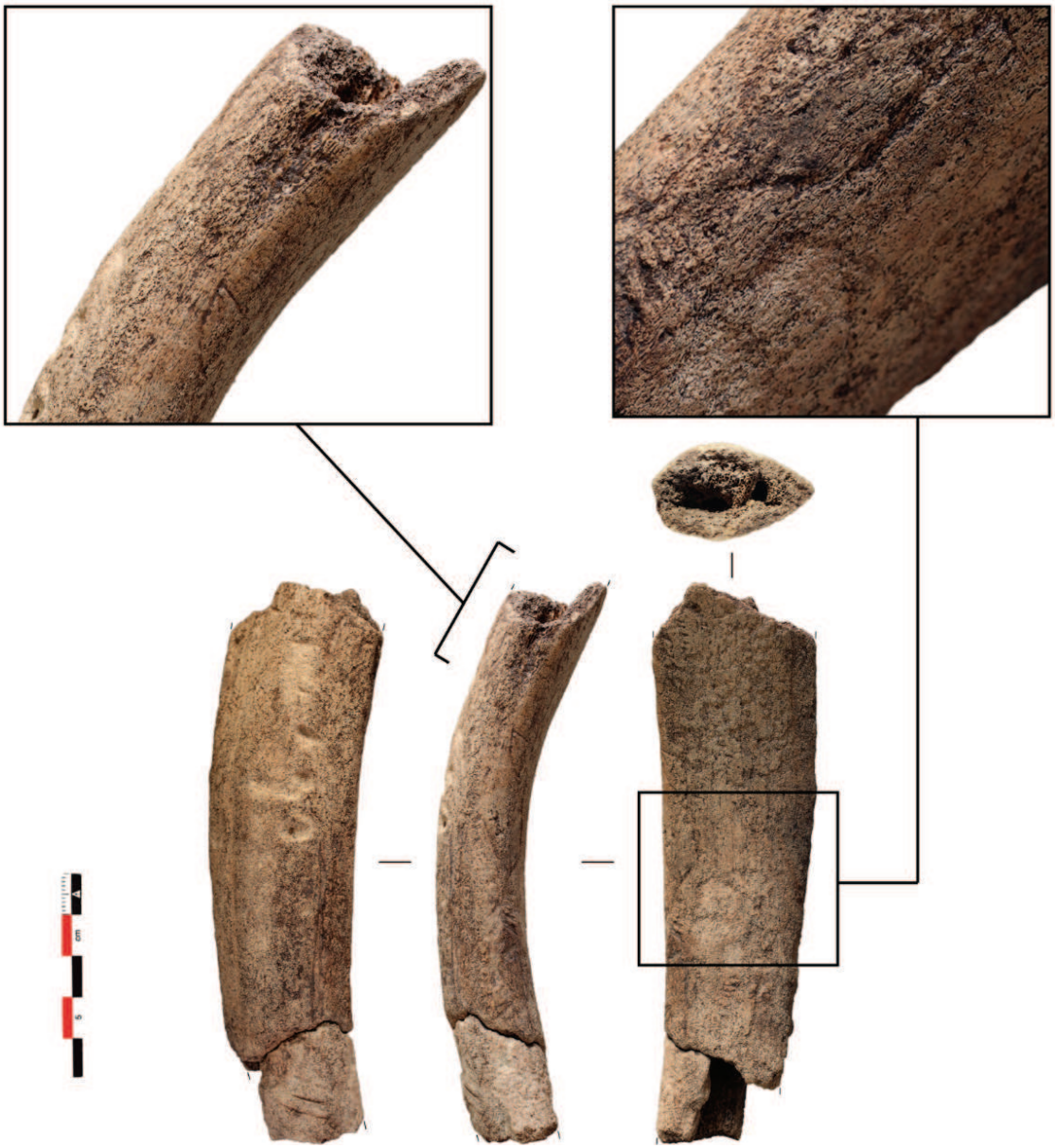


FIGURE 30. FRAGMENT DE BOIS TRAVAILLE PRESENTANT UN PAN DE RACLAGE LE LONG D'UNE ARETE AINSI QU'UNE POSSIBLE GRAVURE, BOIS DE RENNE DE MOYEN MODULE (PERCHE OU ANDOUILLER), SANTA CATALINA, NIVEAU III.

5.1.4.3. Le travail du bois de cervidé taxinomiquement indéterminé

Il correspond à 234 vestiges dont 219 produits de débitage, 1 déchet en triangle simple de petite dimension témoignant de l'extraction d'au moins deux baguettes par rainurage longitudinal multiple, et 14 fragments de bois travaillés technologiquement indéterminés (tab. 14). Signalons que 29 pièces (toutes mentionnées dans le texte) ont été échantillonnées pour des analyses de structure au micro-CT afin de déterminer leur origine taxinomique (fig. 31-33). Leur sélection s'est basée sur deux critères : une épaisseur de tissu spongieux suffisante et des surfaces osseuses préservées (dans la mesure du possible).

Les produits issus d'un débitage longitudinal

. *Baguettes (supports)*

Cette catégorie compte onze fragments mésiaux de baguette débités par double rainurage longitudinal correspondant, une fois les cassures post-dépositonnelles raccordées, à huit supports distincts (tab. 16). Leur fragmentation importante ne nous permet pas d'apprécier leur longueur totale, le support le plus long mesurant 95 mm. À l'exception d'un exemplaire de gros calibre (fig. 31, n°1), ces baguettes sont essentiellement de calibre faible/moyen (largeurs comprises entre 6-16 mm et épaisseurs entre 8-17 mm pour sept pièces) (dont fig. 31, n°2). Leur section est pour l'essentiel quadrangulaire et leur épaisseur de tissu compact comprise entre 4,5-8 mm. Deux de ces supports, dont un déchet de façonnage (n°2), ont fait l'objet d'une identification taxinomique au micro-CT (fig. 31, n°s 1-2).

. *Outils intermédiaires*

Au nombre de cinq, ils furent réalisés sur baguette de moyen calibre pour la grande majorité (largeurs comprises entre 10-15 mm et épaisseurs entre 6-11 mm) (tab. 16). Seul un élément de petite dimension et de section aplatie semble pouvoir être rapproché d'une extrémité distale d'outil intermédiaire réalisé sur support en (semi-)volume. Il n'est pas surprenant que ce type de pièce soit ici sous-représenté dans la mesure où les exemplaires de grandes dimensions ont pour l'essentiel déjà été déterminés d'un point de vu taxinomique (bois de cerf).

Par la présence de bords strictement parallèles, deux pièces peuvent être rapprochées d'éléments de première intention. Il s'agit pour l'une d'un fragment mésio-proximal réalisé sur baguette de moyen calibre (76 x 15 x 11 mm) et de section quadrangulaire, qui présente encore les stigmates de son débitage par double rainurage longitudinal. Si sa face inférieure fut façonnée par raclage, elle ne porte en revanche aucun aménagement de surface. La seconde pièce est un fragment mésio-proximal au profil légèrement courbe, de moyen calibre et de section circulaire (fig. 31, n°3). Malgré un façonnage avancé, cette pièce est dénuée d'aménagement de surface. Elle fut échantillonnée pour des analyses de structure au micro-CT.

Enfin, les deux autres pièces soulèvent la question de la distinction entre les outils intermédiaires sur baguette de première et de seconde intention. Il s'agit de fragments mésio-proximaux d'objets sur baguette entièrement façonnés, de calibre moyen, de section plutôt circulaire, dénués d'aménagements de surface. En raison de leur fragmentation, il est impossible d'estimer dans quelle mesure leurs bords sont parallèles entre eux.

Signalons à titre indicatif que trois armatures ont été recyclées une fois endommagées comme outils intermédiaires. Nous avons pris le parti de les comptabiliser selon leur première fonction (pointes de projectile) et non à partir de leur fonction de recyclage. Il s'agit d'une pointe bi-barbelée fracturée au niveau de l'embase (fig. 31, n° 9), d'un fragment mésial de pointe rainurée, et d'un fragment mésio-proximal de pointe à biseau double fracturée présentant des stigmates de sectionnement par raclage longitudinal en diabolo situés au-delà du biseau (fig. 31, n°4).

Pointes de projectiles

Elles comptent 61 exemplaires parmi lesquels figurent 10 pointes à biseau double, 17 pointes barbelées, et 34 fragments de pointes indéterminées dont 5 présentent une rainure longitudinale (tab. 16). Signalons que, dans l'ensemble, ces pièces sont peu décorées (seules quelques-unes portent sur le fût de courtes incisions transversales parallèles).

. Pointes à biseau double

Ces dix spécimens sont des fragments proximaux ou mésio-proximaux de pointes de gabarit homogène. Leur calibre, pour ce que l'on peut en juger, est moyen pour la grande majorité (largeurs comprises entre 11-14 mm et épaisseurs entre 6-12 mm). Seul un d'entre eux présente un calibre nettement plus faible (largeur de 8 mm et épaisseur de 3 mm). Dans l'ensemble, la longueur des biseaux (et à plus forte raison leur longueur totale) est difficile à estimer en raison, encore une fois, de la fragmentation du matériel. Leurs sections sont généralement quadrangulaires et plus rarement elliptiques. Leur épaisseur de tissu compact est comprise entre 5-7 mm pour 9 d'entre eux (elle est de 3 mm pour la dernière). Un d'entre eux fut échantillonnée pour analyses au micro-CT (fig. 31, n°4).

Trois pointes présentent des fractures en languette témoins probables d'une utilisation en percussion et deux pièces se rapprochent de déchets de recyclage par la présence au-delà de leur biseau de stigmates de sectionnement anthropique par rainurage bifacial transversal associés à une flexion dans un cas, et par raclage en diabolo associé à du sciage unifacial dans l'autre cas (fig. 31, n°4).

. Pointes de projectiles indéterminées

35 fragments (mésio-)distaux, de pointes de projectile indéterminées ont été identifiés par la présence de bords convergents associés à une extrémité distale appointée. Pour deux d'entre eux, il est difficile de savoir s'il s'agit de fragments distaux ou proximaux, même si la présence d'incisions transversales parallèles irait plutôt dans le sens de la seconde hypothèse (fig. 32, n°3 et fig. 34 n°1). De section circulaire à quadrangulaire, ces 34 pièces présentent en moyenne un calibre faible (largeurs comprises entre 3,5-12 mm et épaisseur entre 3-8 mm) et une épaisseur de *compacta* comprise entre 3-8 mm (tab. 16), et plus généralement entre 3-4 mm pour 24 d'entre elles. Cinq spécimens présentent, en outre, une extrémité distale partiellement endommagée, associée en proximal à une extrémité sectionnée par raclage en diabolo unifacial à périphérique (déchets de recyclage).

Parmi ces pièces figurent cinq fragments mésio-distaux présentant une rainure axiale profonde plus ou moins rectiligne parcourant la face supérieure de leur fût. Elles sont de faible calibre (largeurs comprises entre 6-11 mm et épaisseurs entre 4-10 mm), de section elliptique à circulaire, et de gabarit effilé. L'exemplaire le plus long, quoi qu'incomplet, mesure 128 mm (fig. 31, n°5). Il s'agit du seul spécimen à avoir été échantillonné pour des analyses structurales. Elles présentent des épaisseurs de tissu compact particulièrement homogènes comprises entre 4-5 mm. Rappelons qu'une de ces pièces fut recyclée après fracture comme outil intermédiaire.

FIGURE 31. INDUSTRIE SUR BOIS DE CERVIDE ECHANTILLONNEE POUR ANALYSES AU MICRO-CT (1/3), SANTA CATALINA, NIVEAU III.

nos 1 (91 x 26 x 9 mm) - 2 (56 x 16 x 12 mm) : baguettes ; n° 3 : outil intermédiaire de première intention (89 x 14 x 11 mm) ; n°4 : fragment de pointe à biseau double recyclé comme outil intermédiaire (61 x 12 x 12 mm) ; n°5 : pointe rainurée (128 x 11 x 10 mm) ; nos 6 (94 x 13 x 7 mm) - 7 (90 x 12 x 8 mm) - 8 (26 x 10 x 7 mm) - 9 (71 x 17 x 10 mm) : pointes barbelées.

FIGURE 32. SUITE DE L'INDUSTRIE SUR BOIS DE CERVIDE ECHANTILLONNEE POUR ANALYSES AU MICRO-CT (2/3), SANTA CATALINA, NIVEAU III.

nos 1 (100 x 15 x 8 mm) - 2 (114 x 15 x 7 mm) : pointes bi-barbelées, n°3 : pointe de projectile indéterminée (37 x 11 x 7 mm) ; nos 4 (78 x 11 x 9 mm) - 5 (126 x 11 x 9 mm) - 6 (141 x 11 x 10 mm) - 7 (117 x 13 x 10 mm) - 8 (98 x 10 x 7 mm) - 9 (28 x 9 x 9 mm) -10 (26 x 14 x 8 mm)) - 11 (32 x 13 x 11 mm) : objets sur baguette indéterminés.

. *Pointes barbelées*

Dix-sept fragments de pointes barbelées sont présents dans la série. Ils rassemblent dix pointes uni-barbelées, six pointes bi-barbelées, et un fragment d'embase fracturé au niveau de son fût non-barbelé. En générale, la section des fûts est circulaire et le calibre des pointes est faible à moyen : à l'exception d'un exemplaire bi-barbelé dont le calibre important, le degré d'aplatissement élevé et les barbelures compactes rapprochent du morphotype azilien (fig. 33), dans l'ensemble les largeurs sont comprises entre 4-16 mm et les épaisseurs entre 3-10 mm. Malgré des valeurs qui se recoupent nettement, les pièces de plus faible calibre correspondent généralement aux pointes uni-barbelées (signalons que pour cinq d'entre elles, qui sont à rapprocher de spécimens dits "miniatures", les largeurs sont comprises entre 4-8 mm et les épaisseurs entre 3-6 mm), et celles qui présentent les calibres les plus importants aux pointes bi-barbelées. Les cinq exemplaires complets possèdent entre trois et huit barbelures (pour le spécimen de plus faible calibre) et présentent des longueurs comprises entre 87-106 mm. Pour autant, certaines pièces fragmentées possèdent un nombre de barbelures supérieur (N = 13, ex Garate, 2012, p. 189), et certaines sont plus longues (à l'image d'un fragment mésio-proximal de 133 mm de long). Ces pointes sont généralement peu décorées : seules deux exemplaires présentent de courtes incisions transversales parallèles localisées sur le fût (fig. 31, n°8), tandis que 9 barbelures portent des incisions rectilignes uni- ou bifaciales sur les 48 spécimens complets présents dans l'assemblage (nous intégrons ici les 25 barbelures isolées retrouvées à la fouille).

FIGURE 33. FRAGMENT MESIO-DISTAL DE POINTE BI-BARBELEE PROCHE DU MORPHOTYPE AZILIEN, SANTA CATALINA, NIVEAU III.
46 x 23 x 9 mm

Selon la typologie élaborée par Julien (1982), les barbelures sont de calibre moyen (trapues), et à bord distal anguleux à convexe. Lorsqu'elles sont encore présentes sur le fût, elles en sont moyennement dégagées. Elles sont moyennement à fortement espacées les

unes des autres pour les exemplaires uni-barbelés, et disposées de façon serrée et alternée pour les spécimens bi-barbelés.

Les embases sont coniques et les systèmes de rétention à protubérance uni- ou bilatérales. Notons que certaines pièces présentent des systèmes de rétention singuliers : pour deux d'entre elles ils sont à protubérances bilatérales alternées (dont fig. 32, n°1), pour une autre il fut carrément supprimé au moment de la reconfiguration de l'embase (probablement suite à son endommagement) (fig. 31, n°6), et enfin pour une dernière, il est constitué d'une perforation circulaire latérale[1] (Garate, 2012, p. 189). Signalons que ce système de rétention n'a pour l'heure jamais été documenté en dehors de la partie orientale des Cantabres (Julien, 1982 ; Lefebvre, 2011).

Enfin, l'épaisseur de tissu compact de ces onze pointes barbelées s'échelonne de manière continue entre 3-7 mm. Signalons qu'il est difficile de discerner si la différence d'épaisseur de tissu compact observée entre les spécimens uni-et bi-barbelés (tab. 16) est à imputer à la nature de la matière première (espèce, âge ou sexe des individus) ou à la taille des effectifs. Nous tâcherons de vérifier cette hypothèse en échantillonnant des exemplaires issus des deux groupes. Ainsi, trois pointes uni-barbelées (fig. 31, n°s 6-8) et trois pointes bi-barbelées (fig. 31, n°9 et fig. 32, n°s 1-2) ont été sélectionnées pour analyses au micro-CT.

. Objets sur baguette indéterminés

Au nombre de 113, il s'agit majoritairement de fragments mésiaux d'objets sur baguette indéterminés de section hétérogène : circulaire, elliptique, quadrangulaire, plano-convexe. Leur calibre et leur épaisseur de tissu compact sont tout autant variables puisque leurs largeurs s'échelonnent entre 3-27 mm, leurs épaisseurs entre 2-12 mm, et leurs épaisseurs de tissu compact entre 1-9 mm (tab. 16). Certaines pièces présentent une extrémité distale intacte trop peu appointée pour être perforante. C'est le cas notamment d'une pointe massive présentant des surfaces polies évoquant une utilisation comme lissoir ou plus généralement comme outil mousse (fig. 32, n°4). Dans l'ensemble, ces pièces sont trop fragmentées pour être rattachées avec certitude à une catégorie d'objet clairement définie. Quatorze exemplaires furent sélectionnés pour des analyses de structure au micro-CT (fig. 32, n°s 4-11 et fig. 34, n°s 1-6). Signalons enfin que neuf objets sur baguette indéterminés présentent des stigmates de sectionnement par raclage en diabolo unifacial à périphérique.

. Art mobilier

Deux pièces d'art mobilier sont présentes dans l'assemblage. Il s'agit d'un fragment d'objet sur baguette entièrement façonné portant sur la face supérieure et les deux côtés de nombreuses décorations sous la forme de motifs géométriques (croisillons et incisions parallèles), et d'un fragment de bois portant une gravure inédite représentant un avant-train d'ongulé réalisé de profil (fig. 35). S'il y a de fortes suspicions pour que ces deux pièces aient été réalisées sur bois de renne, elles ne purent être sorties du territoire espagnol pour des analyses structurales sur Paris.

[1] Plusieurs éléments suggèrent selon nous que cette pointe uni-barbelée fut réalisée en bois de renne (i.e., couleur, microarchitecture du tissu spongieux). Mais pour des raisons logistiques elle ne fut pas intégrée au corpus micro-scanné.

FIGURE 34. SUITE DE L'INDUSTRIE SUR BOIS DE CERVIDE ECHANTILLONNEE POUR ANALYSES AU MICRO-CT (3/3), SANTA CATALINA, NIVEAU III.

nos 1 (53 x 11 x 10 mm) - 2 (37 x 12 x 10 mm) - 3 (44 x 11 x 9 mm) - 4 (31 x 11 x 7 mm) - 5 (26 x 17 x 12 mm) - 6 (30 x 14 x 12 mm): divers objets sur baguette, n°8 : produit indéterminé (81 x 23 x 9

mm) ; nos 7 (11 x 26 x 17 mm) - 9 (30 x 14 x 12 mm) - 10 (44 x 37 x 23 mm) : fragments de bois travaillés indéterminés.

FIGURE 35. FRAGMENT DE BOIS DE BOIS DE CERVIDE DECORE, SANTA CATALINA, NIVEAU III.
Dimensions : 91 x 20 x 16 mm, épaisseur de tissu compact = 3 mm.

. Produit indéterminé

En raison de sa morphologie atypique et de la présence d'un pan de rainurage d'un côté et de surfaces raclées et probablement polies de l'autre, un fragment de bois pourrait être rapproché d'un déchet de débitage de baguette recyclé comme lissoir. La présence de surfaces brutes de débitage relativement lisses au niveau de sa face supérieure nous conduit à le suspecter d'avoir été réalisé sur bois de renne. C'est pourquoi il fut échantillonné pour des analyses structurales (fig. 34, n°8).

. Fragments de bois travaillés indéterminés

Sur les quatorze fragments de bois travaillés indéterminés d'un point de vue technologique, trois ont fait l'objet d'analyses de structure au micro-CT car suspectés d'être en bois de renne (fig. 34, nos 7, 9-10). L'épaisseur de tissu compact de ces quatorze spécimens est comprise entre 3-6 mm.

5.1.4.4. Synthèse de l'exploitation du bois de cervidé issue du niveau III de Santa Catalina

Le bois de cerf : principale matière première pour l'équipement

Malgré des effectifs restés taxinomiquement indéterminés de taille importante (76 %) (tab. 17), la part du cerf dans la série (21,4 %) vis-à-vis de celle du renne (2,6 %) plaide pour une exploitation privilégiée de ce matériau par les magdaléniens de Santa Catalina. À l'image des effectifs de faune déterminés (%NRD), où le cerf est à peu près sept fois plus représenté que le renne (76,4/10,8 = 7,1), le cerf apparaît dans l'industrie sur bois de cervidé déterminée à peu près autant surreprésenté (21,7/2,6 = 8,3). Avec toutes les réserves de rigueur qu'implique ce type de raisonnement (notamment vis-à-vis du NMI qui indique des effectifs de cerfs et de rennes nettement plus proches que le %NRD), il se pourrait que ces deux registres d'activités (faune et industrie osseuse) ne soient pas complètement déconnectés l'un de l'autre.

TABLEAU 17. TAUX DE DETERMINATION TAXINOMIQUE DES VESTIGES PAR ESPECE (EN %), SANTA CATALINA, NIVEAU III.

	NR	% NR
Renne	8	2,6
Cerf	66	21,4
Indéterminé	234	76
Total	308	100

Dans le même ordre d'idées, plusieurs éléments plaident pour une surreprésentation du bois de cerf vis-à-vis du bois de renne au sein des effectifs restés taxinomiquement indéterminés. Tout d'abord, parce qu'il existe une correspondance manifeste entre les calibres des baguettes restées brutes de débitage réalisées en bois de cerf et celui de plusieurs catégories d'objets restés taxinomiquement indéterminés :

- le calibre moyen des baguettes brutes de débitage en bois de cerf (largeur de 11 ± 3,2 mm et épaisseur de 9,6 ± 2,5 mm) est dans l'ensemble compatible avec celui des pointes rainurées (largeur = 8,6 ± 2,3 mm et épaisseur = 6 ± 2,5 mm) et avec celui des pointes de projectiles indéterminées (largeur = 6,4 ± 2,3 mm et épaisseur = 4,4 ± 1,5 mm).

- les largeurs importantes de certaines baguettes brutes de débitage en bois de cerf (23 et 28 mm) sont compatibles avec au moins une pointe bi-barbelée (de 23 mm de largeur).

Mais aussi parce que deux des catégories techno-typologiques que partagent l'industrie en bois de cerf et celle taxinomiquement indéterminée présentent en moyenne des épaisseurs de *compacta* similaires (i.e., les baguettes et les objets indéterminés réalisés sur baguette - tab. 16). Les analyses biométriques réalisées par micro-CT devraient permettre de confirmer (ou non) cette impression.

L'exploitation du bois de cerf dans le niveau III de Santa Catalina est principalement orientée vers la production de baguettes (supports plats et intermédiaires) façonnées en

armatures de projectile et en outils intermédiaires, et de supports en semi-volume destinés à la confection d'outils intermédiaires de gros calibre (tab. 16). Un schéma d'exploitation global du bois de cerf a d'ailleurs été proposé dans lequel les supports plats *stricto sensu* (de type baguette) seraient extraits par rainurage longitudinal multiple *a priori* à partir d'éléments de merrain pour les spécimens de moyen calibre, et plutôt depuis la face postérieure du merrain A par double rainurage parallèle pour les supports de plus grandes dimensions. Les supports intermédiaires (de type baguette) proviendraient, quant à eux, d'éléments d'andouiller ou de merrain qui ont ensuite été recyclés comme outils intermédiaires.

Le bois de renne : un matériau d'appoint *a priori* non destiné à l'armement

Le bois de renne apparaît dans la série de manière très marginale sous la forme d'éléments de bois de module petit/moyen (et plus rarement de gros module). À l'exception d'un potentiel déchet de débitage de baguette non abouti, qui est probablement plus à rapprocher de pratiques d'apprentissage que d'une réelle production de baguette, et d'un objet décoré sur merrain, le rôle tenu par ce matériau dans l'assemblage n'apparaît pas déterminant. Tout au plus pouvons-nous affirmer qu'en l'état il ne fut pas utilisé pour la production d'objets sur baguette.

5.1.4.5. Analyses micro-CT

30 vestiges ont été sélectionnés parmi l'ensemble des catégories typologiques présentes dans l'équipement (fig. 31, 32, 34). Cette sélection ne s'est pas faite de façon aléatoire puisqu'en plus de ne sélectionner que des pièces compatibles avec nos analyses (pour rappel il faut que les tissus osseux soient bien préservés et que les vestiges présentent une épaisseur de *compacta* suffisante), nous avons privilégié les vestiges suspectés d'avoir été réalisés en bois de renne. Ainsi, récapitulons les questions auxquelles nous allons tâcher de répondre :

. Qu'en est-il des proportions des deux cervidés dans l'industrie une fois les analyses biométriques réalisées ?

. Est-il possible de mettre en évidence la présence de baguettes ou objets sur baguette en bois de renne sur le site ? Et le cas échéant, à quelle(s) catégorie(s) typologique(s) appartiennent-ils ?

. Existe-t-il une relation particulière entre la nature de la matière première et l'épaisseur de *compacta* des vestiges (exemple des pointes barbelées) ?

Des tissus osseux mal préservés

En préambule, il est important de souligner que les analyses structurales ont été ici fortement impactées par l'état de préservation médiocre des tissus osseux de la série (annexe 14). Comme nous l'avons indiqué lors de l'étude techno-économique, de nombreuses pièces ont souffert de concrétionnement, voire dans certains cas de pulvérulence ; phénomènes que nous serions tentés de mettre en lien avec une circulation d'eau dans la grotte (chapitre 5.1.4.). Au final, nous ne bénéficions de données fiables que pour 12/30 vestiges, le restant des analyses étant jugé moyennement fiable (N = 13/30 vestiges), voire carrément inutilisables (N = 5/30 vestiges) (tab. 10). Dans l'ensemble, si toutes les catégories typologiques d'objets ont été impactées, les pointes barbelées ont particulièrement souffert de ces dégradations puisque nous ne disposons d'aucune donnée fiable à leur sujet.

Résultats des analyses biométriques

Sur les 12 pièces en bois de cervidé pour lesquelles nous bénéficions de données taxinomiques fiables (tab. 18), 7 ont été attribuées au cerf par les analyses biométriques (fig. 36) et 5 au renne (fig. 37).

TABLEAU 18. RESULTAT DES ANALYSES STATISTIQUES PREDICTIVES (SVM) JUGEES FIABLES, SANTA CATALINA, NIVEAU III.

F : Fiable. Une prédiction de 0,017 pour le renne signifie qu'il y a une probabilité de 1,7 % pour que l'échantillon soit en bois de renne.

	Numéro d'inventaire-identifiant analyse	Figure	Renne	Cerf	ROI standard	Nombre de coupes	Conservation	Fiabilité de l'attribution
CERF	SC-80	Figure 34, n°7	0,017	0,983	✔	512	Bonne	F
	SC-1297	Figure 34, n°3	0,033	0,967	✔	512	Bonne	F
	SC-1694	Figure 31, n°3	0,041	0,959	✔	512	Échantillon légèrement concrétionné	F
	SC-1652	Figure 34, n°2	0,08	0,92	✔	512	Bonne	F
	SC-10380-1	Figure 34, n°9	0,162	0,838	✔	512	Bonne	F
	SC-10380-2	Figure 34, n°9	0,097	0,903	✔	512	Bonne	F
	SC-10380-3	Figure 34, n°9	0,129	0,871	✔	512	Bonne	F
	SC-4372	Figure 31, n°4	0,174	0,826	✔	512	Bonne	F
	SC-74-1	Figure 34, n°8	0,229	0,771	✔	512	Bonne	F
	SC-74-2	Figure 34, n°8	0,215	0,785	✔	512	Bonne	F
RENNE	SC-29/2268/33	Figure 32, n°7	0,57	0,43	✔	512	Bonne	F
	SC-70/105	Figure 32, n°8	0,898	0,102	✔	512	Bonne	F
	SC-3256-1	Figure 32, n°4	0,913	0,087	✔	512	Échantillon légèrement concrétionné	F
	SC-3256-2	Figure 32, n°4	0,969	0,031	✔	512	Bonne	F
	SC-1809-2	Figure 34, n°6	0,933	0,067	✔	512	Échantillon légèrement concrétionné	F
	SC-65/2058	Figure 32, n°5	0,981	0,019	✔	512	Bonne	F

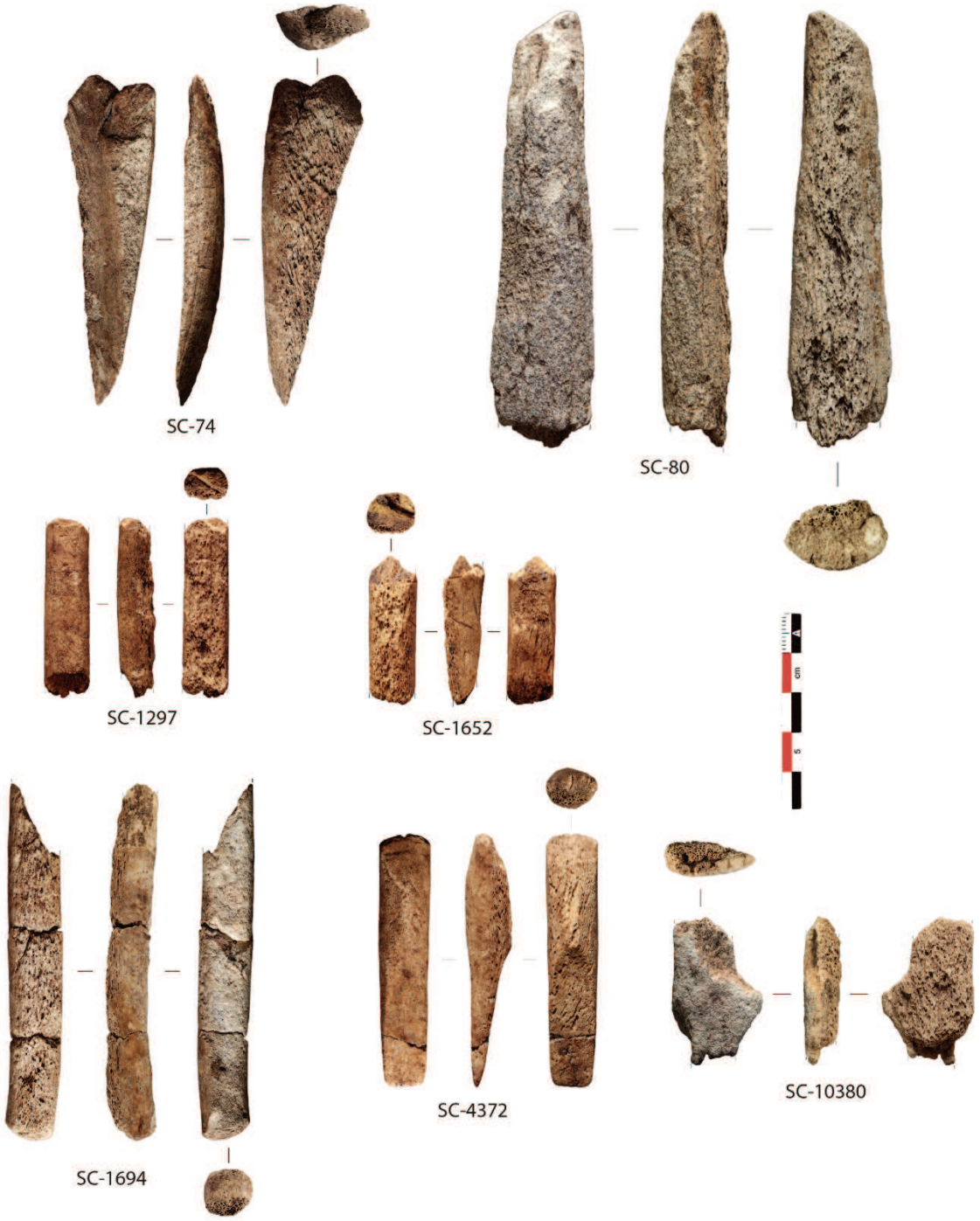


FIGURE 36. PIECES ATTRIBUEES AU BOIS DE CERF PAR LES ANALYSES BIOMETRIQUES (MICRO-CT), SANTA CATALINA, NIVEAU III.

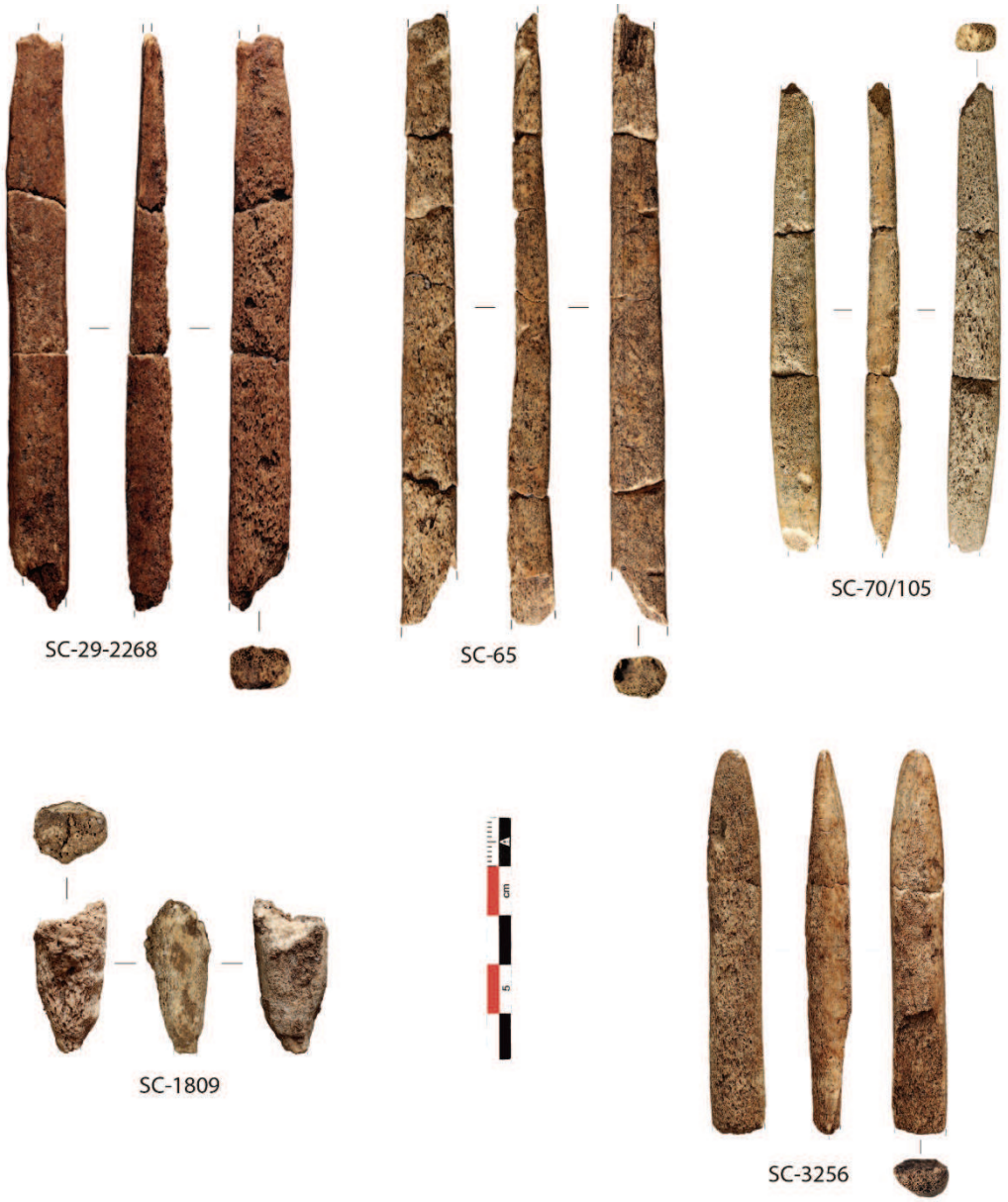


FIGURE 37. PIECES ATTRIBUEES AU BOIS DE RENNE PAR LES ANALYSES BIOMETRIQUES (MICRO-CT), SANTA CATALINA, NIVEAU III.

Tâchons dès à présent de répondre aux trois questions que nous venons de nous poser :

. *Qu'en est-il des proportions des deux cervidés dans l'industrie une fois les analyses biométriques réalisées ?*

D'un point de vue quantitatif, l'industrie sur bois de cerf passe de 66 à 73 vestiges, soit de 21,4 % à 23,7 % de l'ensemble de l'industrie sur bois de cervidé de la série, tandis que

l'industrie sur bois de renne passe de 8 à 13 vestiges, soit de 2,6 % à 4,2 % de l'assemblage (tab. 19).

TABLEAU 19. TAUX DE DETERMINATION TAXINOMIQUE DES VESTIGES PAR ESPECE (EN %) APRES ANALYSES STRUCTURALES, SANTA CATALINA, NIVEAU III.

	Ancien comptage		**Nouveau comptage**	
	NR	% NR	NR	% NR
Renne	8	2,6	13	4,2
Cerf	66	21,4	73	23,7
Indéterminé	234	76	222	72,1
Total	308	100	308	100

Ces analyses auront donc contribué à corriger légèrement l'image initiale de la série puisque le cerf qui était 8,2 fois plus représenté que le renne (21,4/2,6), n'est désormais que 5,6 fois plus représenté (23,7/4,2) que ce dernier. Il y a donc une légère surreprésentation du renne vis-à-vis du cerf au sein des pièces analysées. Signalons, en outre, que les analyses considérées comme moyennement fiables vont dans le même sens que celles jugées fiables puisque la distribution des deux espèces s'y trouve aussi quasiment paritaire (7 pièces ont été réattribuées au cerf et 6 au renne - tab. 10). Dans ce cas de figure, il se pourrait que les analyses jugées moyennement fiables ne soient pas aussi faussées que nous le présumions.

. Est-il possible de mettre en évidence la présence de baguettes ou objets sur baguette en bois de renne sur le site ? Et le cas échéant, à quelle(s) catégorie(s) typologique(s) appartiennent-ils ?

Les analyses biométriques ne nous ont livré aucune information supplémentaire au sujet des baguettes (supports). En effet, les deux seuls spécimens échantillonnés n'ont pas fourni d'analyses biométriques jugées fiables (fig. 31, n°s 1-2 ; tab. 10). Les seules pièces formellement identifiées en bois de renne sont cinq objets sur baguette dont l'attribution typologique exacte reste indéterminée (dont un déchet de façonnage : SC-1809) (tab. 18 ; fig. 37).

. Existe-t-il une relation particulière entre la nature de la matière première et l'épaisseur de compacta des vestiges (exemple des pointes barbelées) ?

Compte tenu du peu d'informations typologiques dont nous disposons, il est impossible de répondre à cette question. Tout au plus pouvons-nous indiquer qu'avec l'introduction d'objets finis dont certains exemplaires proviennent de bois de gros module (épaisseurs de *compacta* comprises entre 3-8 mm pour les sept objets en bois cerf et entre 3-7 mm pour les cinq en bois de renne), l'épaisseur moyenne de tissu compact de l'ensemble de l'industrie sur bois de renne augmente sensiblement (elle passe de 2,7 ± 1,3 mm à 3,5 ± 1,8 mm). En revanche, cela ne change pas grand-chose pour l'industrie sur bois de cerf dont l'épaisseur de tissu compact stagne autour de 5 mm (elle passe de 5 ± 1,6 mm à 5,1 ± 1,6 mm).

5.2. La grotte d'Isturitz (Saint-Martin-d'Arberoue, Pyrénées-Atlantiques, France)

Située dans la partie occidentale de la chaîne pyrénéenne (fig. 10-11), et donc dans l'ensemble 1 de cette étude, la grotte d'Isturitz se trouve à équidistance du rivage atlantique actuel (une trentaine de kilomètres) et des contreforts pyrénéens (les premiers sommets de plus de 1000 m étant localisés à vingt-cinq kilomètres environ). Elle s'ouvre à 150 m d'altitude sur une vallée façonnée par la rivière Arberoue et bordée de massifs dont les sommets ne dépassent que rarement les 400 m d'altitude (Normand, 2005).

La cavité, orientée nord-ouest/sud-est, se présente comme un long tunnel de 120 m de long ouvert à chacune de ses extrémités, pour une superficie totale de plus de 2500 m^2 et une hauteur de plafond avoisinant par endroit les 15 m (Grande Salle) (fig. 38). Elle est communément divisée en deux salles principales : la salle de Saint-Martin (ou salle Sud) et la Grande Salle ou salle d'Isturitz (ou encore salle Nord), auxquelles il faut ajouter deux salles "annexes" : la salle des Rhinolophes et la salle des Phosphates (*ibid.*).

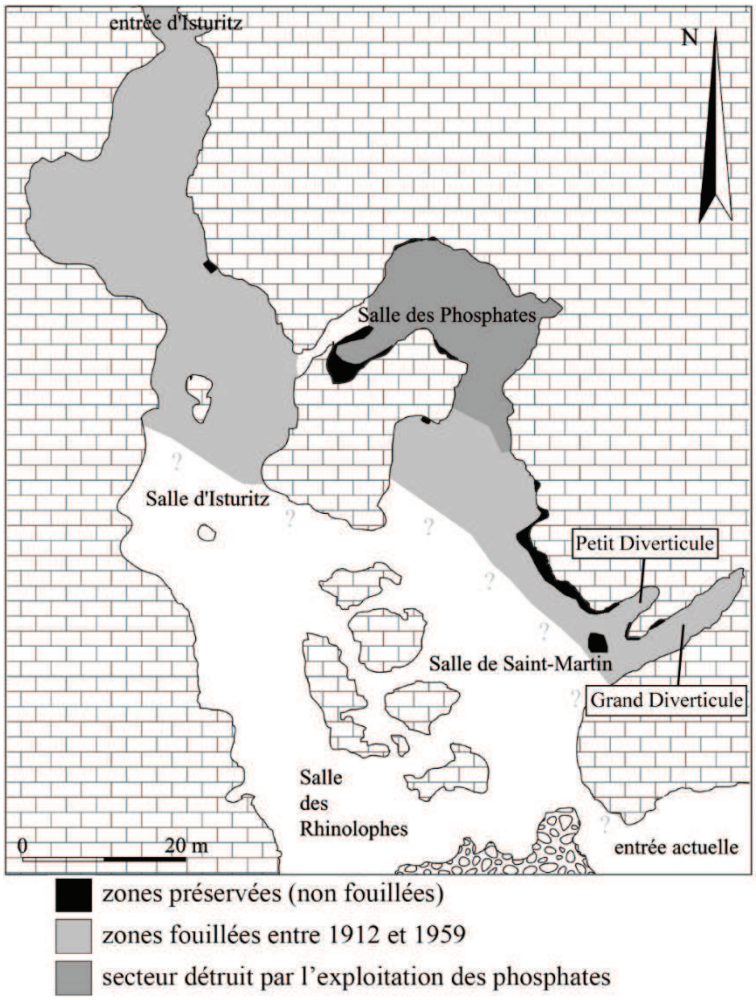


FIGURE 38. PLAN DE LA GROTTE D'ISTURITZ.
Modifié d'après Gambier *et al., op. cit.*

5.2.1. Historique des fouilles

Mentionnée dans des textes dès la fin du XVIIème siècle, la cavité semble avoir été connue de tout temps. De 1895 à 1898, elle fut exploitée comme gisement d'engrais phosphaté, ce qui occasionna la destruction d'une grande partie des couches archéologiques de la salle des Phosphates (Boule, 1896). Probablement dans l'idée d'évaluer le potentiel du reste de la cavité (en engrais phosphaté), des sondages furent entrepris dans la Grande Salle et dans les deux galeries latérales jouxtant la salle de Saint-Martin (fig. 38). Malgré des dégâts importants, ces activités permirent néanmoins la mise au jour des premiers vestiges paléolithiques dans la cavité (Passemard, 1924).

Les premières fouilles intensives de la grotte sont l'œuvre d'E. Passemard de 1912 à 1923 et concernent principalement la Grande Salle. Il réalise également un sondage de 10 m^2 dans la salle de Saint-Martin qu'il ne pourra poursuivre après la guerre 1914-18. S'en suivent les Saint-Périer (R. et S.) qui fouillent la cavité quasiment sans interruption de 1928 à 1948, et plus ponctuellement jusqu'en 1959. Ils exhument l'intégralité du matériel de la salle de Saint-Martin de 1928 à 1929, avant de consacrer leurs efforts sur la Grande Salle où ils fouillent les niveaux magdaléniens jusqu'en 1935 (Passemard, 1924 ; 1944 ; Saint-Périer, 1930 ; 1936 ; Saint-Périer et Saint-Périer, 1952).

Bien plus tard, à la suite de sondages réalisés entre 1996-1998 (Normand et Turq, 2007), une reprise de fouille, d'abord co-dirigée en 1999 par une équipe franco-espagnole (I. Barandiarán, A. Cava, J. Fernandez Eraso et C. Normand), puis conduite par C. Normand de 2000-2010, sera centrée sur les niveaux aurignaciens de la salle de Saint-Martin (Normand, 2002 ; 2005 ; Normand *et al*., 2007). À cette occasion, des vestiges attribués au Magdalénien moyen (en partie mélangés au matériel aurignacien) seront mis au jour dans le Grand Diverticule (Pétillon et Chavigneaud, 2005 ; 2008 ; Pétillon *et al.*, 2006 ; Chavigneaud *et al.*, 2007 ; Pétillon, 2009 ; 2010) (fig. 38).

5.2.2. La stratigraphie du gisement

L'ensemble des études menées sur le gisement s'accordent pour dire que les anciens fouilleurs ont relativement bien identifié les principales phases d'occupation dans les deux salles principales (Grande Salle : Aurignacien, Gravettien, Solutréen, Magdalénien, Azilien et Âge du Bronze ; salle de Saint-Martin : Moustérien, Aurignacien, Magdalénien et Âge du Bronze[1]) (tab. 20). Pour autant, les stratigraphies, et notamment leur correspondance, restent dans le détail particulièrement complexes (voir entre autres Delporte 1974, 1980-1981 ; Esparza et Mujika, 1996 ; Goutas, 2004 ; Pétillon, 2004 ; 2006 ; Normand *et al*., 2007 ; Simonet, 2009 ; Szmidt *et al.*, 2009a ; Gambier *et al.*, 2013).

[1] Notons que quelques pièces témoignent de la présence éventuelle de niveaux gravettiens et solutréens dans la salle de Saint-Martin (Normand, 2007).

TABLEAU 20. ÉQUIVALENCES ENTRE LES STRATIGRAPHIES PASSEMARD ET DE SAINT-PERIER.
D'après Henry-Gambier *et al.*, 2013.

Couches de la Grande Salle			Couches de la Salle de Saint-Martin		
Passemard	Saint-Périer	Attribution	Passemard	Saint-Périer	Attribution
stalagmite		sépultures âge du Bronze	stalagmite		sépultures âge du Bronze
B	Ia	Magdalénien final et Azilien	(pas de couches correspondantes)		
F1	I	Magdalénien supérieur			
E	II	Magdalénien moyen	E oméga	SI	Magdalénien moyen
argile	IIIa (sommet)	stérile	(pas de couches correspondantes)		
F2	IIIa	Solutréen			
argile	IIIb	traces de Solutréen			
C	III	« Aurignacien supérieur » (Gravettien)			
F3	IV	« Aurignacien supérieur » (Gravettien)	x, y	SII	Aurignacien ou Gravettien ?
blocs	V (sommet)	stérile	blocs	argile	stérile
A	V	Aurignacien	A	SIII	Aurignacien
(pas de couches correspondantes)			M	SIV	Moustérien
			repaire d'ours		
			P	SV	Moustérien
stalagmite		stérile	stalagmite		stérile
argiles, sables, graviers		stérile	argiles, sables, graviers		stérile

Depuis une dizaine d'années, les niveaux magdaléniens ont fait l'objet d'études approfondies visant à estimer leur homogénéité, d'une part à travers la répartition de certains objets en matière dure animale (Pétillon, 2004 ; 2006), et d'autre part suite à des campagnes de datations directes réalisées sur industrie osseuse (Szmidt *et al.,* 2009a) ou ossements humains (Henry-Gambier *et al.*, *op. cit.*). Selon ces travaux, l'homogénéité des niveaux II/E (Magdalénien moyen de la Grande Salle) doit être considérée avec prudence : des contaminations issues des niveaux sus-jacents ont en effet été constatées à plusieurs reprises. Aussi afin de s'affranchir d'éventuels biais taphonomiques, nous avons pris le parti de ne prendre en compte pour cette étude que les niveaux I/F1 de la Grande Salle pour le Magdalénien supérieur (fig. 40), et les niveaux SI/Eω de la salle de Saint-Martin pour le Magdalénien moyen (fig. 39).

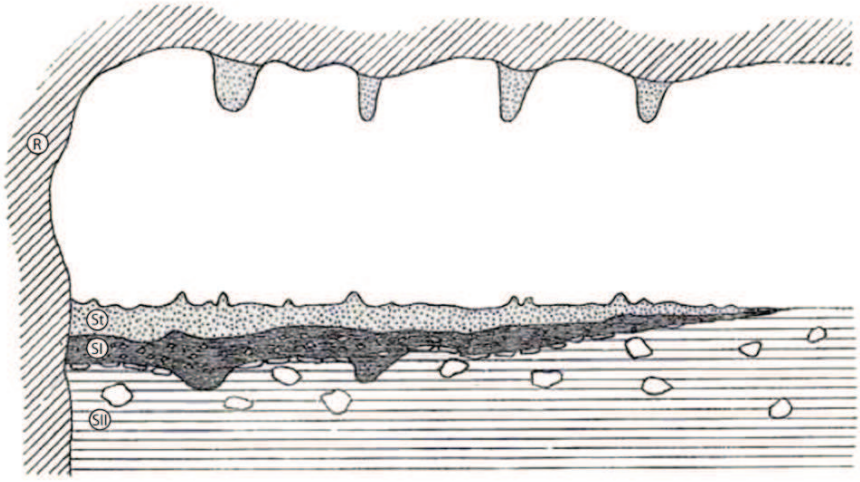


FIGURE 39. COUPE DES COUCHES MAGDALENIENNES DE LA SALLE DE SAINT-MARTIN.
St : stalagmitique, SI : Magdalénien moyen, SII : Aurignacien, R : roche encaissante (d'après Saint-Périer, 1930).

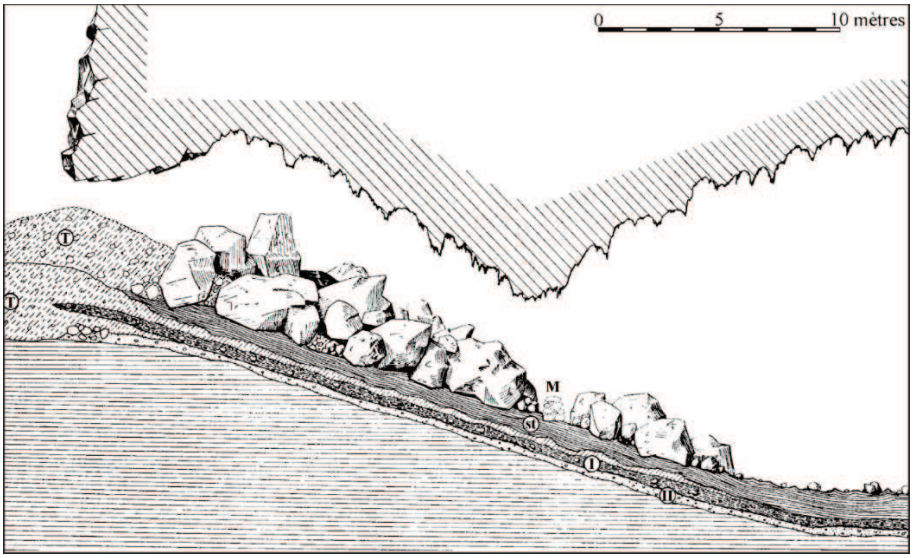


FIGURE 40. COUPE DES COUCHES MAGDALENIENNES DE GRANDE SALLE.
T : tranchée d'accès, M : ancien mur, St : stalagmitique, I : Magdalénien supérieur, II : Magdalénien moyen (Pétillon, 2006 d'après Saint-Périer, 1936).

5.2.3. Le Magdalénien moyen de la salle de Saint-Martin (niveaux SI/Eω)

5.2.3.1. Datations

Les datations AMS récemment effectuées dans le cadre d'une révision du cadre radiométrique des niveaux magdaléniens d'Isturitz fixent désormais les occupations de la salle de Saint-Martin entre 16800-17500 cal BP (Szmidt *et al.*, 2009a ; Barshay-Szmidt *et al.*, 2016) (tab. 21), soit dans la première partie d'HS1. Les trois dates sur renne (industrie osseuse) qui se réfèrent à la salle de Saint-Martin, tout comme les deux dates disponibles pour le Grand Diverticule, apparaissent particulièrement homogènes (tab. 21).

TABLEAU 21. DATATIONS AMS DES NIVEAUX MAGDALENIENS D'ISTURITZ (I/F1/SI/EΩ).

Code	Indications stratigraphiques	BP	Sigma	Échantillon	Référence bibliographique
OxA-19832 (AMS)	SI/Eω	14 075	60	IO baguette 1/2 R (renne)	Szmidt*et al.*, 2009
OxA-19831 (AMS)	SI/Eω	14 110	60	IO pte à rainure lat (renne)	Szmidt*et al.*, 2009
OxA-19830 (AMS)	SI/Eω	13 910	70	IO scapula renne	Szmidt*et al.*, 2009
OxA-26679 (AMS)	GD	13 980	65	Rangifer tarandus	Szmidt*et al.*, 2016
OxA-X-2503-23 (AMS)	GD	14 005	65	Equus caballus	Szmidt et al., 2016
OxA-19834 (AMS)	F1	12 860	55	IO pbf (renne)	Szmidt*et al.*, 2009
OxA-19835 (AMS)	F1	13 455	55	IO pbf (renne)	Szmidt*et al.*, 2009
OxA-19833 (AMS)	F1	13 095	55	IO pointe barbelée (renne)	Szmidt*et al.*, 2009
OxA-28081 (AMS)	I	12 185	55	Pyrrhocorax	Szmidt*et al.*, 2016
OxA-28082 (AMS)	I	12 965	55	B. scandiacus	Szmidt*et al.*, 2016
OxA-28085 (AMS)	I	12 440	55	IO pointe barbelée	Szmidt*et al.*, 2016

Du point de vue de la faune, une récente reprise d'étude vient d'être réalisée par D. Kuntz (inédit). C'est avec son autorisation (et nos remerciements) que nous livrons les premiers

résultats de ce travail. Il apparaît que sur l'ensemble de la salle le renne est l'animal le plus représenté avec 60,2 % des restes déterminés (soit 1102 restes) pour un NMI de 43, et ce contrairement à ce qu'avait constaté Saint-Périer (1930). Il est suivi par le cheval (31 %), les bovidés (4,5 %), l'isard (1,4 %) et le cerf (1,4 % soit 26 restes) représenté seulement par deux individus. L'étude archéozoologique menée sur les rennes témoigne de l'introduction d'individus entiers sur le site et d'une sélection qui, si elle n'apparaît pas centrée sur les âges (malgré une légère surreprésentation des individus de 6-10 ans, les individus sélectionnés appartiennent à toutes les classes d'âge), semble en revanche avoir tenu compte du sexe des individus : en effet, selon les analyses de mélange, le corpus est constitué de 70 % de femelles pour 30 % de mâles, alors que la constitution naturelle des troupeaux livre des effectifs paritaires (Weinstock, 2000 ; 2001).

Au niveau des saisons de chasse, les données dont nous disposons livrent pour l'heure des indications discordantes. D'après le degré d'éruption dentaire, sept mandibules de jeunes rennes témoignent de chasses s'étant déroulées principalement en automne et en hiver (Kuntz, inédit). En revanche, une étude cémentochronologique réalisée par Gordon (1988) à partir de neuf dents de renne issues des niveaux Eω indique la présence d'occupations plutôt de bonnes saisons : 43 % été, 33 % printemps, 23 % hiver. Une relecture de ces lames minces (qui ont été retrouvées dans les réserves du MAN par D. Kuntz) permettrait certainement d'asseoir ces résultats à la lumière des dernières avancées méthodologiques réalisées dans ce domaine d'étude (voir par exemple Rendu *et al.*, 2009-10).

5.2.3.2. Les industries

Les **industries lithiques** du niveau SI et du Grand Diverticule (ensemble patiné) comptent des matières premières d'origine diverse marquée par des silex en Fumélois (Haut-Agenais) et de Treviño dans la vallée de l'Èbre (Langlais, 2007 ; 2010) (fig. 41). L'outillage est principalement réalisé sur lame, le débitage lamellaire est majoritairement réalisé sur tranche transversale à encoche et les microlithes sont principalement des lamelles à dos étroites, souvent appointées, parfois munies d'un pan revers, dont certaines peuvent être définies comme micropointes. En revanche, aucune lamelle scalène n'a été identifiée (*ibid.*).

À l'exception de la thèse de Mujika (1991) restée à ce jour inédite, l'**industrie osseuse** des niveaux magdaléniens moyens de la salle de Saint-Martin n'a pas connu d'étude détaillée. Certains auteurs se sont pourtant intéressés à ces séries, comme Passemard (1922 ; 1944) ou Bertrand (1999), mais aucun d'entre eux ne distingue clairement dans leurs études les niveaux SI/Eω de la salle de Saint-Martin des niveaux II/E de la Grande Salle. Les indications les plus précises se trouvent dans la monographie de Saint-Périer (1930) et concernent la couche SI. L'exploitation du bois de cervidé y est tournée vers la production de pointes de sagaie (N = 116) dont les systèmes d'emmanchement sont exclusivement à biseau simple (lorsque les extrémités proximales sont présentes). Selon lui, plusieurs morphotypes se dégagent en fonction du gabarit des pièces et de la présence d'aménagements de surface (rainures, gouttière, incisions, méplat). Les baguettes demi-rondes constituent la seconde catégorie d'objets en bois de cervidé la plus représentée. La cinquantaine d'exemplaires y figurant présente généralement des aménagements de surface (stries obliques sur la face inférieure, rainure longitudinale ou protubérances sur la face supérieure). Notons enfin la présence d'éventuels bâtons percés et crochets de propulseurs auxquels il faut ajouter divers éléments de parure (dents, bois et os perforés par-

mi lesquels figurent des contours découpés, …) et objets d'art mobilier (gravures et sculptures sur matières osseuses).

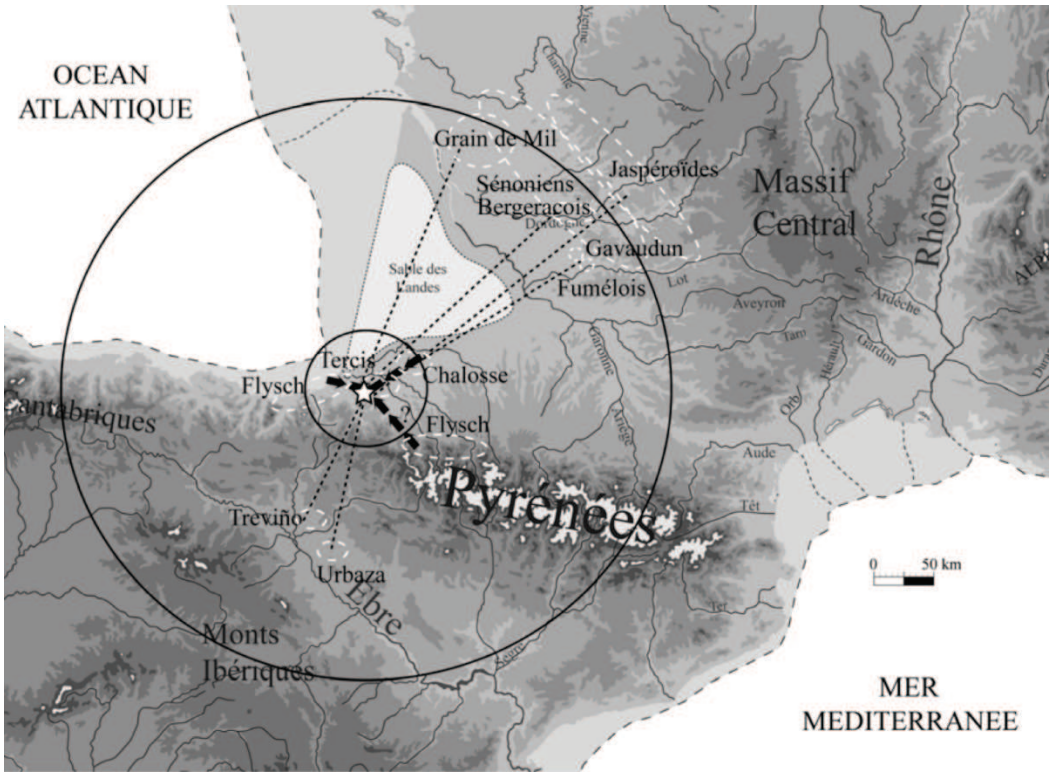


FIGURE 41. ISTURITZ : PROVENANCE DES MATIERES PREMIERES LITHIQUES DU MAGDALENIEN MOYEN. En pointillés : lames ; flèches : volumes à débiter, cercles concentriques de 50 et 250 km (d'après Langlais, 2007).

Enfin précisons que suite à la révision du cadre radiométrique des équipements osseux et lithiques du Magdalénien dans le sud-ouest de la France entrepris par l'ANR Magdatis, les niveaux SI/Eω(/GD) sont désormais rapprochés du Magdalénien moyen récent (Langlais *et al.*, 2016 ; Pétillon, 2016 ; Szmidt *et al.*, 2016).

5.2.4. Le Magdalénien supérieur de la Grande Salle (niveaux I/F1)

5.2.4.1. Datations

Les datations radiométriques disponibles pour les niveaux I/F1 sont plus hétérogènes que celles des niveaux SI/Eω (tab. 21), puisqu'elles se situent entre 16,3-14 ka cal BP. Compte tenu de la quantité de matériel retrouvé dans ce niveau, il est évident qu'il représente la somme de plusieurs occupations. Du point de vue paléo-climatique cela correspond à la fin d'HS1 (chronologie marine) et au stade GI-1e (chronologie glaciaire). Une étude pollinique de la partie supérieure des niveaux I/F1 fut réalisée par Leroi-Gourhan (1959) et témoignerait de conditions climatiques particulièrement froides et humides. Toutefois, comme le souligne son auteur, l'échantillon pollinique est probablement trop limité pour que l'étude soit totalement probante.

Du point de vue de la faune, seule la collection de Saint-Périer est exploitable dans le cadre d'une étude archéozoologique (Pétillon, 2006). En effet, tout porte à croire que la faune de la collection Passemard n'est jamais entrée au Musée d'Archéologique Nationale (MAN) où se trouve pourtant conservé l'essentiel des collection d'Isturitz (seule une cinquantaine de pièces de faune y figurent). Ainsi, sur les 274 restes d'ongulés identifiés dans le niveau I, le renne est l'animal le plus représenté avec 49,3 % des restes déterminés (soit 135 restes, pour un NMI de 14), suivi du cheval (% NRD = 29,6, soit 81 restes) et du cerf (% NRD = 11, soit 30 restes, pour un NMI de 4) (Pétillon et Letourneux, 2006). Les données de saisonnalité disponibles d'après le degré d'usure des séries dentaires de rennes témoignent d'un abattage des proies entre le début du printemps et la fin de l'été (*ibid.*). Rappelons également la présence d'une avifaune abondante largement dominée par le chocard à bec jaune dont l'accumulation est mixte, en partie anthropique et en partie naturelle (Pétillon *et al.*, à paraître).

5.2.4.2. Les industries

Les **industries lithiques** ont fait l'objet d'une révision par Langlais (2007 ; 2010). Elles se caractérisent par un débitage laminaire soigné, accompagné d'une production de petites lames et de lamelles selon un schéma linéaire. L'outillage laminaire est dominé par les burins, les lames appointées et tronquées, auxquels il faut ajouter quelques burins de Lacan et des becs. Au sein des armatures, malgré l'ancienneté des fouilles, une diversité typologique se marque par l'association de lamelles à dos simples, tronquées ou appointées (réalisées sur des supports larges ou étroits) et de pointes à dos. Du point de vue des matières premières, l'ensemble est largement dominé par les silex du Flysch et de Chalosse *lato sensu* (Normand). Pourtant quelques matériaux des Pyrénées centrales comme le Paillon (Simonnet, Lacombe) sont à signaler, à l'instar de quelques outils sur lames en silex "Bergeracoïdes" (Périgord) et d'éléments en silex du "Grain de Mil" (Charente-Maritime) (Langlais, *comm. pers.*, cité dans Pétillon, 2006).

Les **industries osseuses** des couches I/F1 ont été recensées par Pétillon (2006). Le bois de renne y figure comme étant le matériau le plus utilisé notamment pour l'équipement réalisé sur baguette. À côté de plusieurs centaines de fragments de pointes de projectile [pointes à biseau simple (N = 8), à biseau double (N = 100), double pointes (N = 11), et une importante série de pointes à base fourchue (N = 375)], sont mentionnés 48 pointes barbelées, 52 baguettes demi-rondes dépourvues de décor, des bâtons percés (N = 17), des lissoirs (N = 50), des poinçons (N = 15) et des aiguilles à chas (N = ± 40). Les éléments de parure sont représentés par 26 dents percées et 17 coquillages aménagés (pour plus de détails, voir Pétillon, *op. cit.*, p. 38-40).

Signalons enfin la présence d'une industrie sur bois de cerf :

"*En-dehors des outils biseautés* (N = 26) *et d'un unique bâton percé, le bois de Cerf n'est représenté dans la couche I/F1 que par une douzaine d'éléments — 3 extrémités d'andouillers et d'épois non travaillées, quelques fragments de baguettes et déchets sur merrain et sur andouiller qui témoignent d'un débitage par rainurage longitudinal*." (Pétillon, *op. cit.*, p. 39).

Enfin, signalons que suite aux travaux entrepris dans le cadre de l'ANR Magdatis plusieurs éléments concordent pour rapprocher les niveaux I/F1 d'Isturitz du Magdalénien supérieur ancien[1] (Langlais *et al.*, 2016 ; Pétillon, 2016 ; Barshay-Szmidt *et al.*, 2016).

5.2.5. Étude techno-économique de l'industrie sur bois de cervidé des niveaux SI/Eω (salle de Saint-Martin) attribués au Magdalénien moyen récent

La série compte 291 pièces issues des collections de Saint-Périer et Passemard auxquelles on peut ajouter 10 pièces sans marquage (tab. 22). Leur réattribution s'appuie, d'une part sur le fait qu'elles étaient rangées avec les exemplaires des deux dites collections, conjugué au fait que cinq d'entre elles étaient illustrées dans la monographie de Saint-Périer (1930) consacrée au matériel de la salle de Saint-Martin. En somme, après réattribution, cette série compte au total 301 pièces (tab. 22). Nous évoquerons ici le matériel issu des fouilles récentes du Grand Diverticule uniquement à titre consultatif. En effet, nous n'avons pas eu l'occasion d'examiner ce matériel de visu. Le décompte réalisé dans le tableau 22 est à ce titre à considérer avec prudence puisqu'il est réalisé seulement à partir des rapports d'étude dans lesquels la nature de la matière première n'est pas toujours précisée (Pétillon et Chavigneaud, 2005 ; 2008 ; Pétillon *et al.*, 2006 ; Chavigneaud *et al.*, 2007 ; Pétillon, 2009 ; 2010).

L'état de conservation de la série est variable d'une pièce à l'autre : certains vestiges présentent des surfaces osseuses tout à fait préservées, quand d'autres souffrent de pulvérulence, de dissolution (sous la forme de petites cupules), voire dans de plus rares cas de concrétionnement. Ce constat est très probablement à mettre en lien avec la circulation d'eau dans la grotte [ruissellements, percolations (Saint-Périer, 1930 ; Pétillon *et al.* 2006)]. En outre, signalons que les fouilles récentes du Grand Diverticule ont permis de mettre en évidence une conservation différentielle des vestiges en fonction des secteurs de la salle de Saint-Martin (Chavigneaud *et al.*, 2007).

TABLEAU 22. DECOMPTE DE L'INDUSTRIE SUR BOIS DE CERVIDE PAR ESPECE, ISTURITZ, NIVEAUX SI/EΩ.

		SI	**Eω**	**Ind**	**Total**	***GD***
Déchets de débitage	Renne	29	21	0	50	*23*
	Cerf	2	0	0	2	*0*
	Indéterminé	1	0	0	1	*0*
Produits	Renne	19	2	3	24	*6*
	Cerf	4	2	0	6	*0*
	Indéterminé	132	59	7	198	*26*
Frgts. de bois travaillés	Renne	16	3	0	19	*4*
	Cerf	0	0	0	0	*0*
	Indéterminé	1	0	0	1	*2*
TOTAL		204	87	10	301	*61*

[1] Signalons à titre indicatif qu'une partie des datations C14 indique aussi une fréquentation plus récente (Magdalénien supérieur récent).

5.2.5.1. Le travail du bois de renne

L'industrie sur bois de renne compte 93 vestiges dont 50 déchets de débitage, 24 produits et 19 fragments de bois de renne travaillés technologiquement indéterminés (tab. 22).

Les déchets issus d'un débitage longitudinal du bois

. sur parties basilaires

Il s'agit de onze bases dont les modules sont uniquement petits/moyens (tab. 23) :

. Avec un diamètre antéro-postérieur du médaillon compris entre 18-24.3 mm, une circonférence de la perche A1 comprise entre 54-80 mm, et une épaisseur de *compacta* entre 2-3 mm (relevée au niveau de la perche A2), trois bases sont issues de bois de petit module (cf. chapitre 3.7.1.). Il s'agit de bases de bois de massacre dont l'acquisition s'est manifestement déroulée entre l'automne et le début du printemps (cf. chapitre 3.4.). Notons que deux d'entre elles présentent une meule atypique (dont fig. 42, n°1) : elle n'est pas liée au frontal et ne présente pas de cercle de pierrure, ni de médaillon à proprement parler. La question de leur attribution - bois de massacre ou bois de chute ? - s'est donc posée. Compte tenu du fait que les tissus au niveau du médaillon ne soient pas nécrosés (réseau trabéculaire visible), mais aussi qu'aucun stigmate anthropique ne permette de justifier un quelconque sectionnement meule/pariétal, nous avons décidé de les considérer comme des bois de massacre prêts à tomber.

. Avec un diamètre antéro-postérieur du médaillon compris entre 23-34,6 mm, une circonférence de la perche A1 comprise entre 84-115 mm, et une épaisseur de *compacta* entre 4.5-7 mm (relevée au niveau de la perche A2), huit bases sont issues de bois de moyen module (cf. chapitre 3.7.1.) (dont fig. 42, n°2). Six d'entre elles proviennent de bois de chute et deux de bois de massacre dont l'acquisition s'est déroulée entre l'automne et le début du printemps (cf. chapitre 3.4.).

D'un point de vue technique, à l'exception d'une base de bois de massacre de petit module qui témoigne d'une extraction d'une unique baguette de faible calibre (largeur = 8 mm) par double rainurage longitudinal parallèle depuis la face latérale de sa perche A1, l'ensemble de ces déchets sont des bases dites "en arceau" [pour plus de détails voir notamment Pétillon (2016)]. Elles documentent une extraction de bloc secondaire par double rainurage longitudinal convergent à partir la face antérieure de la perche A2 et le départ de l'andouiller de glace (face supérieure) (fig. 42).

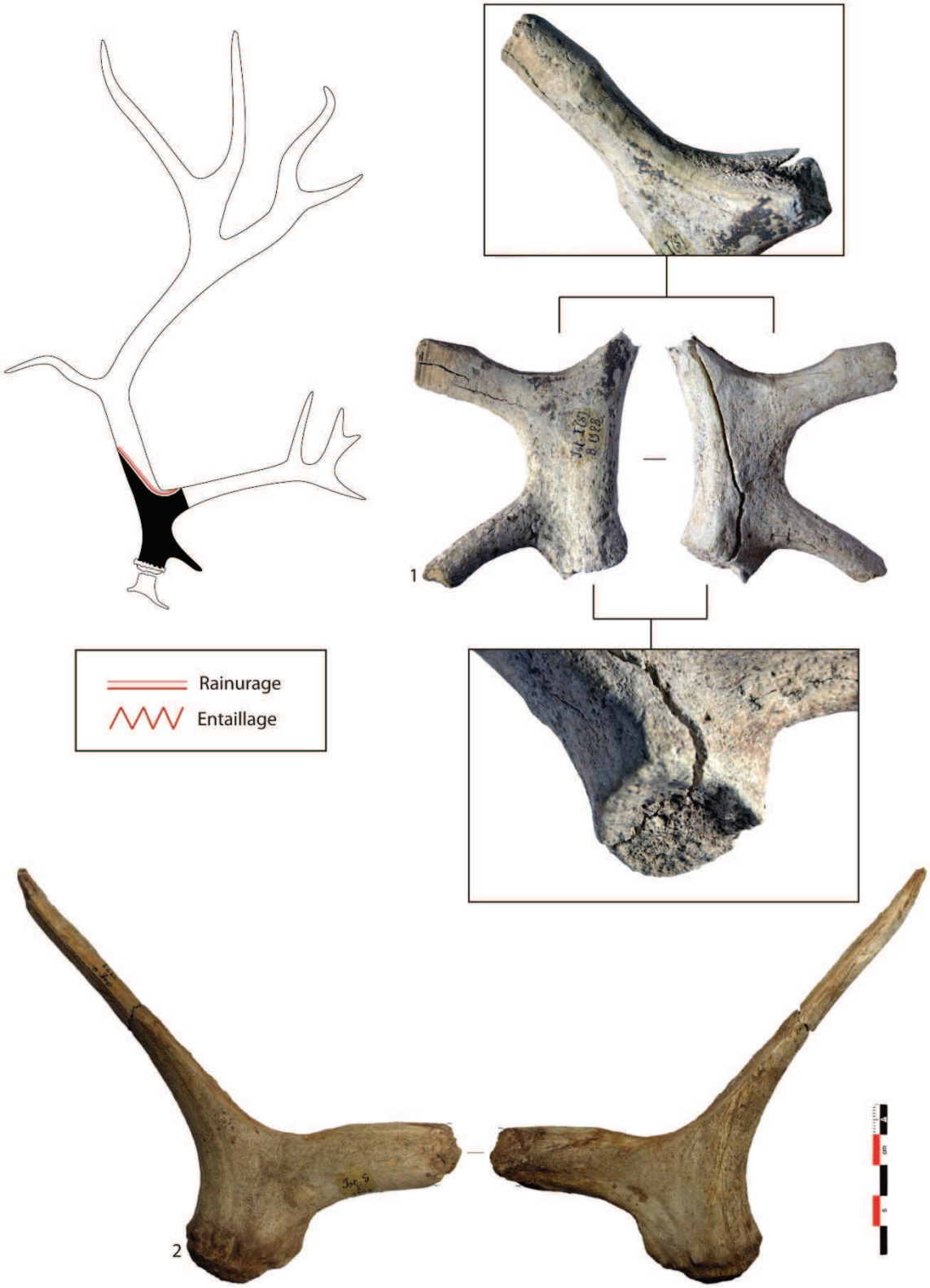


FIGURE 42. BASES EN ARCEAU, BOIS DE RENNE, ISTURITZ, NIVEAUX SI.
n°1 : bois de petit module (84 x 72 x 27 mm), n°2 : bois de moyen module (147 x 182 x 27 mm), photos J.-M. Pétillon.

TABLEAU 23. DECOMPTE DES DECHETS SUR BOIS DE CERVIDE PAR METHODE DE DEBITAGE ET PAR ESPECE ASSOCIE A L'EPAISSEUR MOYENNE DU TISSU COMPACT PAR CATEGORIE TECHNO-TYPOLOGIQUE, ISTURITZ, NIVEAUX SI/EΩ.

			SI		Eω		TOTAL	
			NR	Ép.*compacta* moyenne (mm)	**NR**	Ép.*compacta* moyenne (mm)	**NR**	Ép.*compacta* moyenne (mm)
RENNE	Débitage longitudinal	Déchets d'élagage (épois, andouillers, chevillures)	**14**	3,7 ± 1,9	**10**	3,3 ± 1,1	**50**	4,2 ± 1,7
	Débitage longitudinal	sur parties basialires	**8**	5,6 ± 0,7	**3**	2,3 ± 0,3		
		sur perche	**2**	4,7 ± 1,1	**6**	4,8 ± 1,3		
		sur andouiller	**1**	4	**0**			
		sur épois	**1**	2,5	**0**			
		indéterminés	**2**	2,5 ± 0,7	**0**			
	Débitage transversal	Déchets sur partie basilaire	**2**	6,7 ± 1,1	**0**			
		sur perche B	**1**	5	**0**			
CERF	Débitage longitudinal	Déchet sur merrain A2	**1**	7	**0**		**2**	5,5 ± 2,1
	Débitage transversal	Andouiller élagué	**1**	4	**0**			
IND.	Déchet de débitage longitudinal		**1**	1,5	**0**		**1**	1,5
TOTAL NR			**34**		**19**		**53**	

. sur élément de perche

Huit déchets documentent un débitage de baguette depuis un élément de perche de bois de module essentiellement moyen (épaisseur moyenne de tissu compact de 4,7 ± 1,2 mm) (tab. 23). Quatre d'entre eux témoignent d'une extraction unique de baguette par double rainurage longitudinal généralement depuis la face antérieure du bloc. Il s'agit de deux éléments de perche A2/B, ainsi que d'un élément de perche C qui fut sectionné en proximal par entaillage périphérique (fig. 43). Les largeurs mesurées sur les négatifs d'extraction (entre 20,7-28 mm) documentent un débitage de baguette de gros calibre. Signalons également qu'un bâton percé réalisé sur embranchement de perche A/andouiller témoigne de l'extraction d'une baguette de faible calibre (largeur de 7 mm) depuis la face antérieure de la perche A1 par double rainurage longitudinal (cf. bâtons percés).

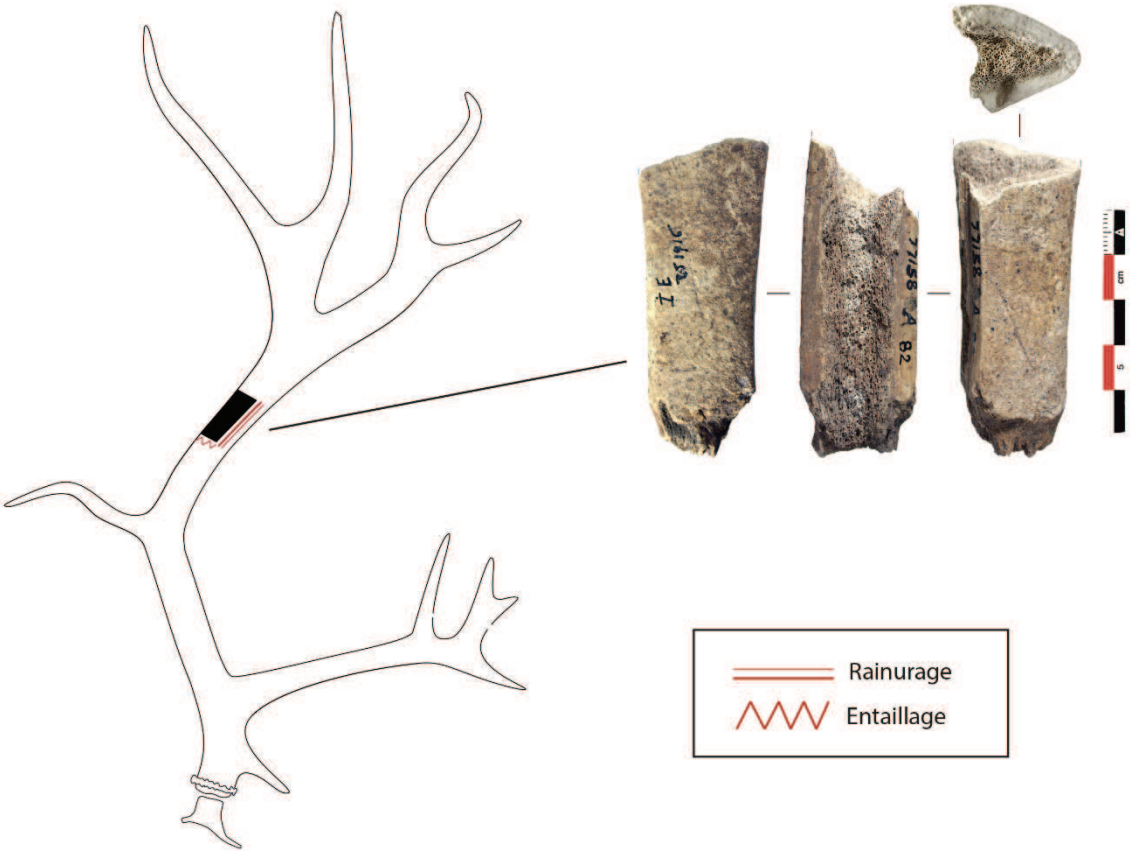


FIGURE 43. DECHET DE DEBITAGE D'UNE UNIQUE BAGUETTE SUR ELEMENT DE PERCHE C, BOIS DE RENNE, ISTURITZ.
Collection Passemard (75 x 28 x 26 mm), photos J.-M. Pétillon.

Par ailleurs, deux éléments de perche A1/A2 peuvent être assimilés à des bases en arceau. En effet, ils présentent le même type d'extraction de bloc secondaire localisé au niveau de la face antérieure de la perche A2 et de la face supérieure de l'andouiller de glace, à la différence près que ces pièces sont cassées au niveau de la perche A1 (dommages post-dépositionnels). Il ne s'agit donc pas là de déchets sur parties basilaires à proprement parler.

Enfin, deux pièces issues, pour l'une d'un bois de module petit/moyen et pour l'autre d'un bois de module moyen/gros, documentent l'extraction d'au moins deux baguettes par rainurage longitudinal multiple. Il s'agit de déchets en triangle simple localisés au niveau de la perche A2/B. Elles témoignent de l'extraction d'une large baguette au niveau de la face antérieure des perches A/B (et peut-être C) et d'une baguette de dimensions plus réduites depuis l'une des faces latérale/médiale de la perche A2.

. sur andouiller

Notons la présence d'un fragment d'andouiller d'œil de bois de moyen module (épaisseur de *compacta* de 4 mm) en grande partie raclé (la *spongiosa* affleure par endroit) qui présente à une extrémité du fût les stigmates d'une extraction de baguette de faible calibre (± 5 mm de largeur) par double rainurage longitudinal (tab. 23). Cette pièce fait écho à une pendeloque réalisée sur andouiller de glace de bois de moyen module, issue elle aussi de la collection Saint-Périer, sur laquelle il se pourrait que deux baguettes de faible calibre (± 8 mm de largeur) soient en cours d'extraction par rainurage longitudinal à partir de chacune de ses arêtes (fig. 47, n°2).

. sur épois

Un fragment distal d'épois de très gros module (épaisseur de *compacta* de 2,5 mm) présente le long d'une arête des surfaces raclées associées, au niveau du bord opposé, à des stigmates d'extraction d'une unique baguette de moyen calibre (longueur = ± 108 mm, largeur = 17 mm) par double rainurage longitudinal parallèle (fig. 44). Cette pièce qui est constituée de trois fragments (raccords J.-M. Pétillon) témoigne de la présence, certes ponctuelle, dans la série de bois de renne de module particulièrement élevé.

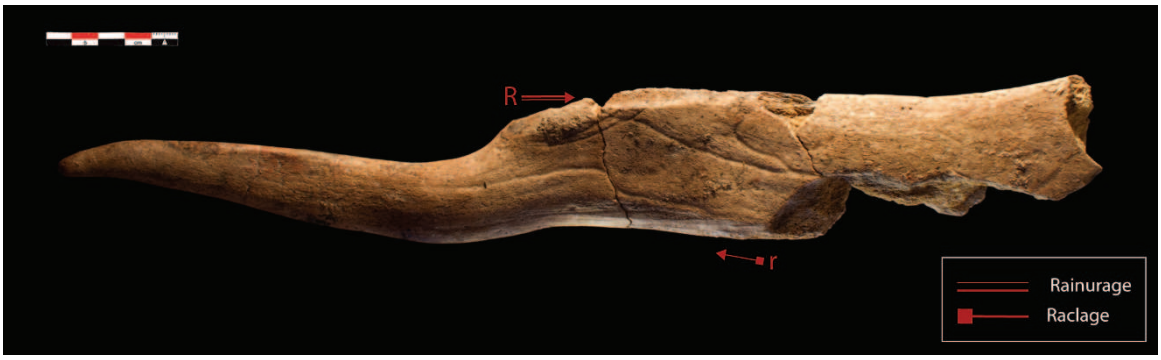


FIGURE 44. DECHET DE DEBITAGE DE BAGUETTE DEPUIS L'ARETE D'UN EPOIS, BOIS DE RENNE, ISTURITZ, NIVEAU SI.
Photo E. Croidieux (406 x 54 x 19 mm).

. localisation indéterminée

Deux déchets de débitage ont une origine anatomique indéterminée en raison de leur fragmentation et de surfaces parfois altérées. Le premier élément est un fragment de bois palmé de moyen module (élément d'empaumure ou d'andouiller) présentant les stigmates d'une extraction de baguette de calibre faible/moyen (largeur = 9 mm) par double rainurage longitudinal parallèle depuis l'une de ses arêtes.

La seconde pièce est un fragment de bois allongé (élément de perche C ou d'empaumure) sur lequel se trouve encore fixée, le long d'une arête, une baguette en cours de débitage par double rainurage longitudinal convergent. La partie de la pièce opposée à la baguette est totalement raclée au point de laisser affleurer le tissu spongieux.

Les épaisseurs de *compacta* respectives de ces deux déchets (3 et 2 mm) ne nous livrent ici aucune indication quant à leur repositionnement anatomique exact sur le bloc de matière première.

. les déchets d'élagage

Vingt-quatre déchets témoignent d'un élagage initial du bois au cours duquel les éléments périphériques ont été supprimés (tab. 23). Quand ils ont pu être correctement repositionnés sur le bloc de matière première, ces vestiges s'avèrent être essentiellement des fragments de chevillure (dont fig. 45) ou d'andouiller (et dans un cas d'épois) issus de bois de petit/moyen module (et dans de plus rares cas de gros module).

FIGURE 45. DECHET D'ELAGAGE (DEBITAGE LONGITUDINAL), CHEVILLURE, BOIS DE RENNE, ISTURITZ, NIVEAU SI.
65 x 40 x 10 mm (photos J. -M. Pétillon).

Le débitage transversal du bois

. sur parties basilaires

Deux pièces entrent ici dans cette catégorie technologique. Avec respectivement un diamètre antéro-postérieur de médaillon de 34 et 37 mm, une circonférence de la perche A1 de 100 mm et 106 mm, pour une épaisseur de tissu compact de 6 mm et 7,5 mm, il s'agit de deux bois de module moyen/gros (selon les données biométriques consignées dans le chapitre 3.7.1.).

À travers la présence de stigmates de sectionnement par entaillage périphérique au niveau de la partie mésiale de la perche A1, ces deux déchets documentent un débitage transversal du bois (dont fig. 46). En outre, la meule de l'une des deux bases (et peut-être des deux) pourrait avoir été mise en forme par raclage, de sorte qu'il pourrait s'agir d'un percuteur (fig. 46, zoom sur détails). Mais en l'absence de points d'impacts clairement identifiés, il paraît délicat de statuer sur la question.

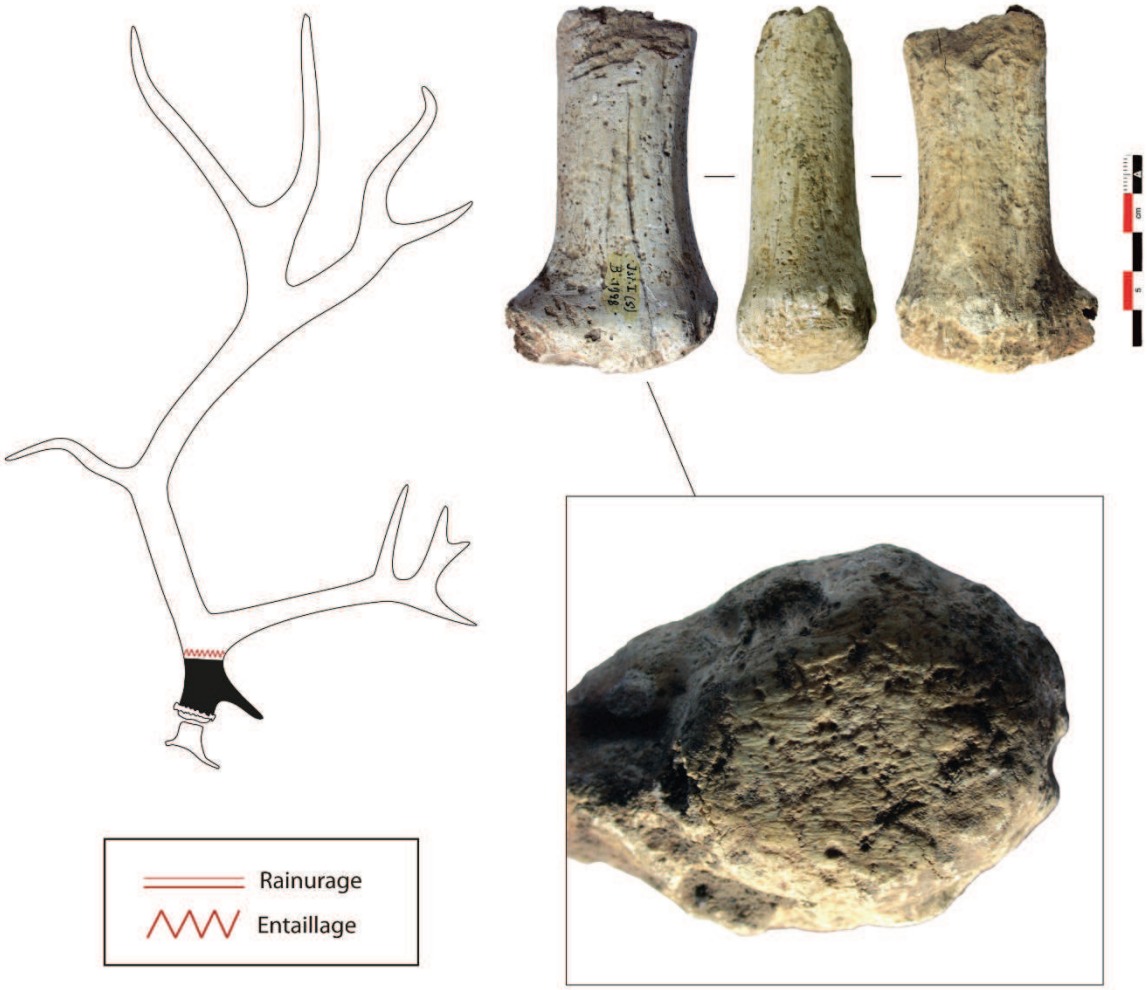


FIGURE 46. DECHET DE DEBITAGE TRANSVERSAL SUR PARTIE BASILAIRE, BOIS DE RENNE, ISTURITZ, NIVEAUX SI.
98 x 55 x 35 mm (photos J. -M. Pétillon).

. sur perche A2/B

Signalons la présence d'un segment de perche A2/B de bois de moyen module (épaisseur de *compacta* de 5 mm) qui présente dans sa partie proximale (soit dans la partie mésiale de la perche A2) des stigmates de sectionnement par entaillage périphérique.

Synthèse sur les déchets de débitage

En premier lieu, rappelons que l'une des caractéristiques de cette série est d'être essentiellement constituée de bois de renne de module petit/moyen. Si l'acquisition des bois de petit module a uniquement concerné des spécimens issus de massacre (N = 3), les bois de moyen module ont quant à eux été récupérés à la fois sous la forme de bois de chute (N = 6) et de bois de massacre (N = 2). Compte tenu de ces caractéristiques, la majorité de ces déchets provient soit d'individus femelles (particulièrement bien représentés dans la faune), soit de jeunes mâles, dont l'acquisition s'est effectuée entre l'automne et le début du printemps pour les bois de massacre (cf. chapitre 3.4.). En outre, notons que deux bases de bois de chute de module plus important (moyen/gros ou gros) complètent cet assemblage ainsi que six fragments d'épois de gros module issus du niveau SI. À titre indicatif, les fragments de bois de renne non travaillés présents dans la faune corroborent ces résultats puisqu'ils sont essentiellement constitués d'éléments de bois de petit module et notamment de cinq bases de bois de massacre (dont deux dagues).

D'un point de vue technologique, les différents types de déchets identifiés dans la série renvoient à divers schémas opératoires que l'on peut synthétiser comme suit :

. L'extraction d'un bloc secondaire par double rainurage longitudinal convergent depuis la face antérieure de la perche A2 et le départ de l'andouiller de glace (face supérieure) est ici un procédé d'extraction privilégié. Il est documenté par la présence de douze bases en arceau et éléments assimilés (fragments de perche ou d'andouiller de glace). Il se pourrait que ce type de débitage, attesté au Magdalénien moyen récent et au Magdalénien supérieur ancien, soit lié à la préparation de blocs secondaires pour un transport entre sites (Pétillon, 2016).

. Le second schéma d'extraction de support identifié dans la série consiste à débiter une baguette de gros calibre par double rainurage longitudinal parallèle à partir de la face antérieure des perches A2/B/C. Ce procédé d'extraction n'est peut-être pas totalement déconnecté de la précédente méthode de débitage, notamment dans le cas de figure où cette dernière impliquerait une extraction de baguette (exemple : Pétillon et Chavigneaud, 2005, p. 5, fig. 2, n° C).

. Une extraction de plusieurs baguettes par rainurage longitudinal multiple est documentée à travers la présence de deux déchets en triangle simple. Dans les deux cas, le débitage a entraîné l'extraction d'une baguette de gros calibre depuis la face antérieure de la perche A2/B et d'une baguette de calibre plus réduit depuis l'une des faces latérale/médiale de la perche A2.

. Une segmentation transversale de la perche A1, et dans une moindre mesure de la perche A2, par percussion tranchante périphérique est identifiée à travers la présence de trois déchets. Cette production n'étant a priori pas liée à l'extraction de baguettes, il se pourrait qu'elle soit associée à celle de supports en volume (percuteurs, bâtons percés, propulseurs, ...). Signalons que cette catégorie de déchets implique dans la série les bois de plus gros module.

. Enfin, quatre éléments de bois d'origine anatomique diverse (andouiller de glace, épois, perche C ou empaumure) témoignent d'une extraction unique de support intermédiaire de type baguette à partir de l'une des arêtes du support. En fonction du module du bois débi-

té (moyen pour trois d'entre eux et très gros pour le dernier), ces baguettes présentent un calibre respectivement moyen à gros.

Les produits issus d'un débitage longitudinal du bois

Signalons, en préambule, que l'ensemble des données brutes relatives aux produits de débitage réalisés en bois de renne nous ont été fournies par J.-M. Pétillon (cela vaut également pour les produits réalisés en bois de cervidé taxinomiquement indéterminé). Nous reproduisons ici les principales conclusions issues de cet inventaire avec son accord et nos remerciements.

Les produits issus d'un débitage longitudinal du bois comptent deux objets réalisés sur support plat et trois réalisés sur support intermédiaire (tab. 24).

. *Les objets réalisés sur support plat (baguette)*

Il s'agit tout d'abord d'un **outil intermédiaire** complet (132 x 20 x 10 mm), de section subquadrangulaire, de profil courbe dont l'extrémité distale est aménagée en biseau bifacial. Il présente un pan de rainurage le long d'un côté, des surfaces façonnées par raclage de l'autre, ainsi qu'une série d'incisions (transversales ?) au niveau de la face supérieure qui semble pouvoir être rapprochée d'un décor. À chacune de ses extrémités se trouvent des stigmates d'écrasement des fibres osseuses diagnostiques d'une utilisation en percussion. Avec une épaisseur de *compacta* de 5,8 mm, il y a fort à parier que cet objet provient d'un bois de gros module.

Le second vestige est un fragment mésio-distal d'objet sur baguette dont l'extrémité active est **spatuliforme**. De calibre moyen (57 x 16 x 10 mm, pour une épaisseur de *compacta* de 3 mm) et de section subquadrangulaire, il se pourrait que ce vestige soit en réalité un outil de fortune réalisé sur déchet.

. *Les objets réalisés sur support intermédiaire (de type baguette)*

Trois vestiges répondent à cette détermination typologique (tab. 24). Outre un fragment mésial de baguette brute de débitage de moyen calibre (86 x 17 x 12 mm) et de section ovalaire, deux fragments mésio-proximaux d'outils intermédiaires composent cet assemblage. Avec des largeurs comprises entre 21-22 mm et des épaisseurs entre 10-13 mm, il s'agit de deux objets de gros calibre, de section ovalaire pour l'un et plano-convexe pour l'autre. Leur repositionnement exact sur le bloc de matière première reste délicat : si le premier semble provenir d'un élément de perche de moyen module, la provenance anatomique du second demeure incertaine. Tout au plus pouvons-nous affirmer qu'avec une épaisseur de *compacta* de 6 mm, il est manifestement compatible avec un bois de module moyen/gros.

Les produits issus d'un débitage transversal

Il s'agit de la catégorie technologique d'objets identifiés comme bois de renne la plus représentée dans l'assemblage (tab. 24). Les 19 produits concernés par cette attribution sont des objets sur support en volume.

. Bâtons percés

Notons la présence de trois bâtons percés à une branche oblique (selon Peltier, 1992) réalisés sur bois de moyen module (épaisseur de compacta de 4-5 mm) dont seul un spécimen est entier (fig. 47, n°1). Leur gabarit général les rapproche d'éléments de bois situés à l'embranchement entre la perche A et l'andouiller de glace (le manche étant constitué de la perche A2). C'est d'ailleurs à cet endroit qu'ils ont généralement été percés. L'un d'entre eux présente les stigmates d'une extraction de baguette au niveau de la perche A1 et peut-être aussi de la perche A2 (cf. déchets issus d'un débitage longitudinal sur perche). Les deux autres ont été ornés, dans un cas d'un bison gravé au niveau de la face supérieure du support, et dans l'autre cas de pattes arrières de cheval sculptées dans la partie proximale de celui-ci (fig. 47, n°1). Notons qu'avant d'être raccordée par Buisson (1999), l'extrémité proximale de ce bâton percé fut illustrée par Saint-Périer (1930, p. 62, fig. 47) qui le rapprochait alors d'un élément de propulseur. C'est d'ailleurs grâce à cette illustration qu'il est aujourd'hui possible de réattribuer cette pièce dénuée de marquage au niveau SI.

. Pendeloques

Avec des épaisseurs de *compacta* comprises entre 1-3,5 mm, trois pendeloques sur andouiller peuvent être rapprochées raisonnablement de bois de module petit/moyen. Il s'agit de fragments mésio-proximaux d'andouiller présentant au moins une perforation diagnostique d'un système de fixation de lien. L'une de ces pièces, qui est réalisée sur andouiller de glace de moyen ou gros module, présente une grande diversité de stigmates de travail de la matière (raclage, incision, rainurage, perforation) (fig. 47, n°2). En plus d'avoir été perforée dans la partie distale du support (selon une représentation anatomique), elle présente sur sa face externe-latérale (face convexe) un court pan de rainurage profond parcourant chacun de ses bords. Il se pourrait que ces stigmates soient à mettre en lien avec une extraction non aboutie de baguette de faible calibre (± 8 mm de largeur) (cf. déchets de débitage longitudinal sur élément d'andouiller). Signalons, en outre, que cette pièce présente une tête de bouquetin gravée sur sa face médiale (face interne-concave).

Une quatrième pendeloque se distingue des autres exemplaires, d'une part parce qu'elle semble présenter les caractéristiques morphométriques d'une meule (et ce malgré des surfaces altérées), et d'autre part en raison d'une épaisseur de *compacta* caractéristique d'un bois de gros module (7 mm). Il semblerait, en fonction des caractéristiques morphométriques du support (37 x 34 x 18 mm), que cette pièce soit quasiment complète.

. Propulseurs de type 4

Deux fragments mésiaux de propulseurs ont été identifiés dans la série. Selon la typologie de Cattelain (1988), il s'agit de deux propulseurs de type 4 présentant une ornementation sculptée en ronde bosse figurant dans les deux cas un ongulé. Si l'un se rapproche d'un élément de bois de moyen module (116 x 29 x 24 mm, pour une épaisseur de *compacta* de 4 mm) situé à la jonction entre la perche A1 et la base de l'andouiller de glace, la localisation anatomique précise du second exemplaire reste incertaine. En tout état de cause, son gabarit plus réduit (197 x 33 x 16 mm), conjugué à une épaisseur de *compacta* plus faible (2,5 mm), nous paraît plutôt diagnostique d'un bois de petit module.

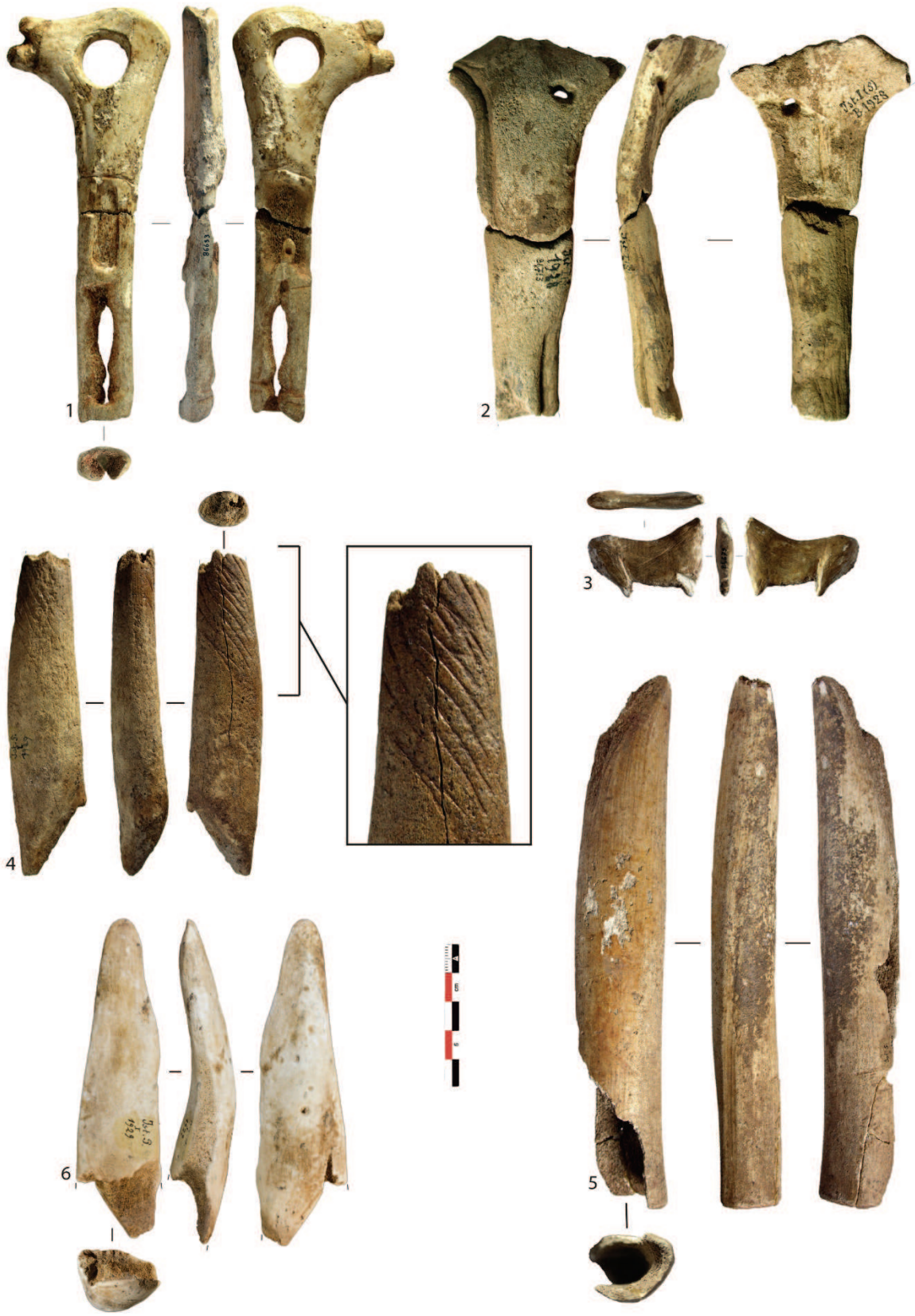


FIGURE 47. ÉQUIPEMENT SUR SUPPORT EN VOLUME, BOIS DE RENNE, ISTURITZ, NIVEAUX SI.
Collection Saint-Périer ; n°1 : bâton percé (145 x 58 x 15 mm), n°2 : pendeloque (97 x 25 x 2 mm), n°3 : statuette (42 x 28 x 7 mm), n°4-6 : divers objets sur épois (n°4 : 114 x 17 x 25 mm, n°5 : 182 x 23 x 32 mm, n°6 : 115 x 32 x 29 mm) (photos J.-M. Pétillon).

TABLEAU 24. DECOMPTE DES PRODUITS EN BOIS DE CERVIDE PAR METHODE DE DEBITAGE ET PAR ESPECE ASSOCIE A L'EPAISSEUR MOYENNE DU TISSU COMPACT PAR CATEGORIE TECHNO-TYPOLOGIQUE, ISTURITZ, NIVEAUX SI/EΩ.

					SI		Eω		Ind		TOTAL	
					NR	Ép.*compacta* moyenne (mm)	NR	Ép.*compacta* moyenne (mm)	NR	Ép.*compacta* moyenne (mm)	NR	Ép.*compacta* moyenne (mm)
RENNE	Débitage longitudinal	Objets sur baguette	Outil intermédiaire		**0**		**1**	5,8	**0**		**24**	3,4 ± 1,7
			Spatule		**1**	3	**0**		**0**			
		Objets sur support intermédiaire	Outils intermédiaires		**2**	5,6 ± 0,5	**0**		**0**			
			Support brut de débitage		**1**	3	**0**		**0**			
	Débitage transversal	Objets sur support en volume	Bâtons percés		**2**	4 ± 1,4	**0**		**1**	4		
			Propulseurs		**0**		**1**	2,5	**1**	4		
			Pendeloques		**3**	2,5 ± 1,3	**0**		**1**	7		
			Outil intermédiaire		**1**	4	**0**		**0**			
			Statuette		**1**	1,5	**0**		**0**			
			Outils sur épois	mousse	**1**	1,5	**0**		**0**			
				biseauté	**1**	2	**0**		**0**			
				indéterminés	**6**	1,8 ± 1,3	**0**		**0**			
CERF	Débitage longitudinal	Baguettes demi-rondes			**2**	5 ± 0,4	**0**		**0**		**6**	5,2 ± 0,5
		Baguette (support)			**0**		**1**	4,8	**0**			
		Pointe de projectile indéterminée			**0**		**1**	5,3	**0**			
	Débitage transversal	Outils intermédiaires			**2**	5,5 ± 0,7	**0**		**0**			
IND.	Débitage longitudinal	Objets sur baguette	Support brut de débitage		**3**	3,4 ± 1,8	**4**	4 ± 0,1	**1**	3	**153**	4,3 ± 1,7
			Baguettes demi-rondes		**31**	4,4 ± 1,1	**27**	4,2 ± 1	**4**	4,3 ± 1		
			Pointes de projectile	à base pleine	**9**	5,8 ± 1,4		6,1 ± 0,8	**0**			
				double pointe	**0**		**1**	6	**0**			
				indéterminées	**42**	5,1 ± 1,5	**8**	5,4 ± 1,8	**0**			
			spatule		**1**	6	**0**		**0**			
			indéterminés		**13**	4,5 ± 1,3	**3**	4,3 ± 1,7	**0**			
			Outils mousses		**1**	5,8	**1**	5,6	**0**			
			Poinçon		**1**	4,8	**0**		**0**			
		Objets sur support intermédiaire	Supports brut de débitage		**0**		**3**	2,5 ± 1,3	**0**		**47**	
			Baguette demi-rondes		**0**		**3**	2,1 ± 1,3	**0**			
			Outils mousses		**0**		**4**	2,8 ± 1,4	**0**			
			Pointes de projectile	à base pleine	**3**	5,6 ± 1,5	**0**		**0**			
				indéteminées	**21**	3,9 ± 1,9	**0**		**0**			
			Outils intermédiaires		**0**		**1**	5	**0**			
			indéterminés		**6**	1,5 ± 0,4	**4**	1,6 ± 1	**2**	2,2 +/- 1,1		
	Débitage transversal	Objet sur support en volume	Objet sur épois		**1**	2,5	**0**		**0**		**1**	
TOTAL					**155**		**63**		**10**		**231**	

. *Outil intermédiaire*

Un fragment mésio-distal d'épois de renne de moyen module (136 x 18 x 26, pour une épaisseur de *compacta* de 4 mm) présente une extrémité distale aménagée en biseau par raclage longitudinal. En raison de surfaces altérées à chacune de ses extrémités, il est difficile d'identifier d'éventuelles stigmates d'utilisation en percussion. Signalons que Saint-Périer figura l'objet dans la monographie de la salle de Saint-Martin (1930, fig. 34, n°1).

. *Statuette*

Il s'agit d'un élément de bois palmé (extrémité distale d'andouiller ou élément d'empaumure) entièrement sculpté, représentant un ongulé (fig. 47, n°3). Seule manque la tête de l'animal emportée par une cassure post-dépositionnelle. Compte tenu de sa morphologie, il serait tentant de le rapprocher d'une extrémité distale de propulseur de type 4. Mais en l'absence de crochet (certes peut-être emporté par la fracture) et de dispositif de fixation sur un manche, il paraît plus juste de le rapprocher d'une statuette sculptée en ronde-bosse. Son façonnage complet ayant fait disparaître tout élément anatomique discriminant, il est difficile de la repositionner sur le bloc de matière première. Ceci étant, sa faible épaisseur de tissu compact (1,5 mm) est compatible avec un bois de petit module. Malgré son absence de marquage, cette pièce est réattribuée au niveau SI dans la mesure où elle fut illustrée par Saint-Périer dans la monographie de la salle de Saint-Martin (Saint-Périer, 1930, p. 107, fig. 93).

. *Divers objets sur épois*

Huit objets, provenant essentiellement d'épois[1] de module variable (malgré des épaisseurs de *compacta* faibles, comprise entre 1-4 mm, ces pièces proviennent de bois de module petit à gros), présentent de longues plages de raclage longitudinal laissant affleurer le tissu spongieux au niveau de l'une des arêtes du support (stigmates dont la fonction reste indéterminée) et/ou, pour trois d'entre eux, des incisions obliques descendantes le long des deux faces du support sur 3 à 6 cm environ (dont fig. 47, n°4). Deux catégories morpho-métriques s'individualisent selon que ces pièces soient réalisées sur support intermédiaire de type baguette (N = 5) (dont fig. 47, n°5), les pièces sont alors relativement longues (182 mm pour l'exemplaire complet - n°5) et de section plutôt subcirculaire, ou qu'elles soient réalisées sur support en volume (N = 3) (dont fig. 47, n°s 4 et 6), auquel cas les pièces sont plus courtes (le seul exemplaire complet mesure 115 mm de long - n°6) et de section plus aplatie (elliptique). En revanche, les largeurs (comprises entre 13-34 mm) et les épaisseurs (comprises entre 11-29 mm) se répartissent de manière continue indifféremment de la nature des supports.

Un exemplaire complet est présent dans chacune des deux catégories, et présente dans un cas (support intermédiaire) une extrémité distale active émoussée (fig. 47, n°5), et dans l'autre (support en volume) une extrémité biseautée (fig. 47, n°6). Il se pourrait donc que ces deux catégories morphométriques soient le reflet de catégories typologiques distinctes. Signalons que pour les objets sur support en volume, l'absence de stigmates proximaux d'écrasement des fibres osseuses écarte d'emblée l'idée d'une utilisation en

[1] Précisons que sur ces huit objets, cinq sont formellement identifiés comme provenant d'éléments d'épois et trois sont suspectés de provenir de la même région anatomique.

percussion indirecte (i.e., outils intermédiaires), et ce malgré le fait que l'une de ces pièces présente des fractures distales particulièrement envahissantes (fig. 48). Enfin, trois de ces pièces présentent des stigmates de sectionnement proximal par rainurage oblique (fig. 47, n^{os}4 et 6) ou sciage transversal (fig. 47, n°5).

FIGURE 48. OBJET INDETERMINE SUR EPOIS, BOIS DE RENNE, ISTURITZ, NIVEAU SI.
136 x 34 x 20 mm.

Signalons qu'Isturitz n'est pas le seul site à avoir livré ce type de vestige : une série de six objets sur épois à arête raclée fut identifiée dans les niveaux Magdalénien moyen/supérieur de Saint-Michel d'Arudy (Pujol, 2008, p. 62) ; d'autres exemplaires (non comptabilisés) sont mentionnés et illustrés dans les niveaux magdaléniens moyens de la grotte d'Enlène (Averbouh, 2000, p. 196 ; fig. 106, n°a ; fig. 107 ; fig. 109, n°46), et enfin deux spécimens sur support en volume ont été identifiés à Canecaude I (dont figure 119, n°2). À Saint-Michel d'Arudy, où certaines de ces pièces proviennent de bois de module particulièrement élevé, les exemplaires complets confirment la présence d'une extrémité distale mousse voire tranchante (Pujol, *op. cit.*). En l'état actuel des connaissances, tout porte à croire que ces pièces, dont l'usage n'est pas encore déterminé, sont typiques du Magdalénien moyen sur le versant nord des Pyrénées.

Fragments de bois travaillés indéterminés

Seize vestiges restent technologiquement indéterminés en dépit du fait qu'ils portent des stigmates techniques. Ces pièces regroupent divers fragments de bois de module variable

(épaisseur de *compacta* moyenne de 2,6 ± 1,2 mm), dont une majorité d'andouiller. Parmi les pièces de plus gros module figure un segment de perche C/empaumure présentant un bord profondément raclé dont l'état fragmentaire nous empêche d'approfondir l'attribution typologique (fig. 49).

FIGURE 49. FRAGMENT DE BOIS TRAVAILLE TECHNOLOGIQUEMENT INDETERMINE, BOIS DE RENNE, ELEMENT DE PERCHE C OU D'EMPAUMURE, ISTURITZ, NIVEAU SI.
100 x 46 x 28 mm.

Synthèse sur l'industrie réalisée en bois de renne

En premier lieu, retenons que dans les niveaux SI/Eω d'Isturitz le bois de renne est essentiellement représenté sous la forme de module petit/moyen, comme en témoignent les épaisseurs moyennes de *compacta* relevées non seulement sur l'ensemble des déchets de débitage (4,2 ± 1,7 mm), mais aussi sur les produits (3,4 ± 1,7 mm) et les éléments de bois travaillés technologiquement indéterminés (2,8 ± 1,1 mm) (tab. 23-25).

Les bois de petit module sont exclusivement représentés par des spécimens issus de massacre (N = 3), alors que les bois de moyen module (N = 8) sont représentés par des exemplaires issus de mue et de massacre. Du point de vue de la saisonnalité de ce faciès d'activité, les bois de massacre ont dans l'ensemble été acquis entre la fin de l'automne et le début du printemps, ce qui corrobore les données fauniques de Kuntz (inédit) sur le degré d'éruption dentaire des mandibules de renne (cf. chapitre 5.2.3.1.).

D'un point de vue technique, la principale méthode de débitage employée ici met en œuvre l'extraction d'un segment/baguette par double rainurage longitudinal convergent depuis la face antérieure de la perche A2 et le départ de l'andouiller de glace (face supérieure). Les déchets de débitage typiquement associés sont des bases en arceau représentées dans la série par douze exemplaires. Si l'objectif de ce débitage ne nous est pas encore clairement apparue, l'hypothèse consistant à y voir une production de blocs secondaires transportables nous paraît, pour l'heure, la plus plausible (Pétillon, 2016).

Signalons que les fouilles récentes du Grand Diverticule corroborent ces conclusions puisque deux bases en arceau sur bois de renne de moyen module (bois de chute) y ont été exhumées (Pétillon et Chavigneaud, 2005).

Par ailleurs, plusieurs méthodes de débitage complémentaires ont été documentées. Elles consistent dans certains cas à extraire une baguette unique de gros calibre depuis la face antérieure de la perche A2/B/C par double rainurage longitudinal, et dans d'autres cas, à produire plusieurs baguettes de calibre moyen depuis la perche A2 par rainurage longitudinal multiple. Une extraction de supports intermédiaires (de type baguette) de faible calibre par double rainurage longitudinal depuis le bord d'un andouiller ou d'un épois de module moyen/gros est également attestée dans la série. Enfin, trois vestiges (dont deux bases de bois de chute) documentent un débitage transversal de bois de gros module par entaillage périphérique, à mettre potentiellement en lien avec la production d'objets sur support en volume (percuteurs ?).

L'équipement identifié comme bois de renne est, pour l'heure, dominé par des objets sur support en volume généralement réalisés à partir d'éléments de bois de moyen module (i.e., bâtons percés, pendeloques, propulseurs, statuette, objets sur épois à extrémité mousse ou biseautée). Si quelques objets sur baguette ont bien été identifiés comme bois de renne (outils intermédiaires, spatules, support brut), il ne fait aucun doute, aux vues des effectifs restés taxinomiquement indéterminés, qu'il ne s'agit pas là des seuls spécimens.

5.2.5.2. Le travail du bois de cerf

L'industrie sur bois de cerf des niveaux SI/Eω se compose de huit vestiges : soit deux déchets de débitage et six produits (tab. 23-24).

Les déchets de débitage

Il s'agit de deux déchets, l'un issu d'un débitage longitudinal du bois, et l'autre d'un débitage transversal (tab. 23) (fig. 50). Le premier est un élément de merrain A2 de gros module (épaisseur de *compacta* de 7 mm) documentant une extraction de baguette de gros calibre (largeur estimée à partir des négatifs d'extraction : 39 mm) à partir de la face postérieure du merrain A2 (et peut-être du merrain B) par double rainurage longitudinal parallèle (fig. 50, n°1). En outre, des stigmates d'entaillage périphérique présents à une extrémité de la pièce témoignent de la fragmentation transversale du bloc après extraction de la baguette.

Le second déchet de débitage documente une phase initiale d'élagage du bois. Il s'agit d'un fragment d'andouiller de gros module (épaisseur de *compacta* de 4 mm) présentant à sa base des stigmates d'entaillage au moins unifacial (fig. 50, n°2).

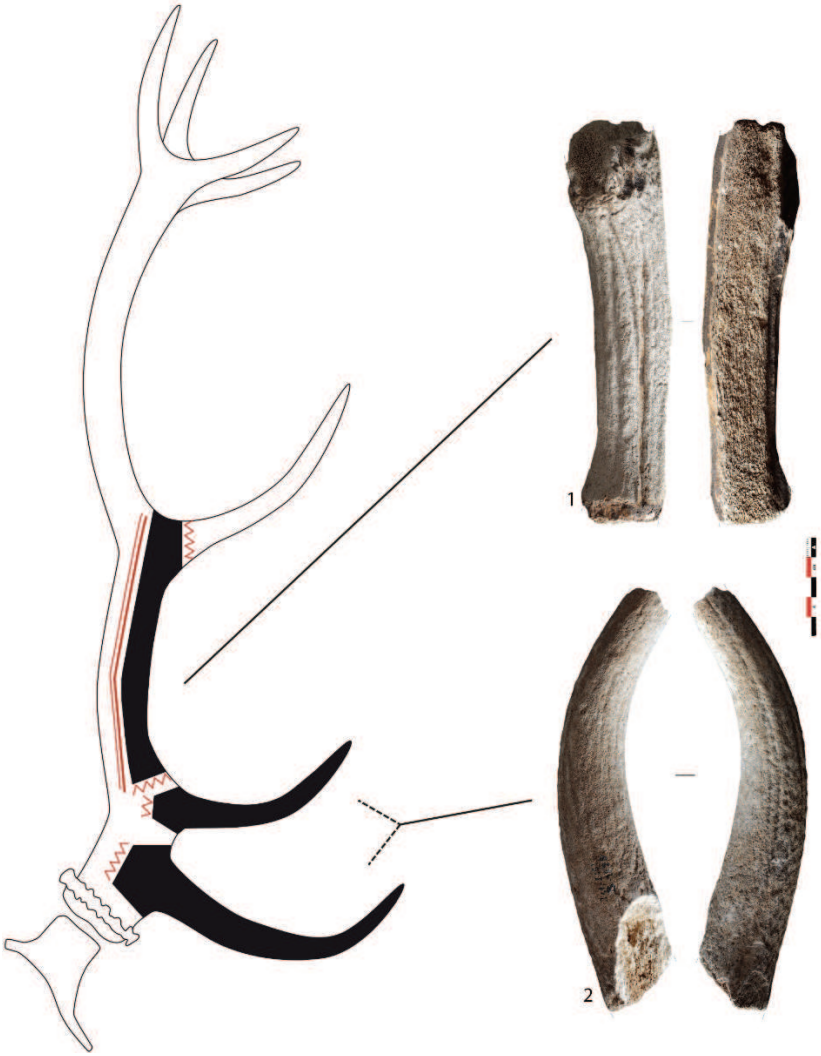


FIGURE 50. DECHETS DE DEBITAGE, BOIS DE CERF, ISTURITZ, NIVEAU SI.
n°1 : déchet de débitage de baguette sur merrain A2 (200 x 48 x 41 mm), n°2 : fragment d'andouiller élagué (203 x 40 x 34 mm).

Les produits issus d'un débitage longitudinal du bois

. *Baguette (support)*

Il s'agit d'une long fragment mésio-proximal de baguette de moyen/gros calibre, de section sub-quadrangulaire, débité par rainurage longitudinal parallèle à partir d'un bois de moyen/gros module (épaisseur de *compacta* de 4,8 mm) (fig. 51, n°1). Il présente à l'une de ses extrémités des stigmates de sectionnement par raclage en diabolo périphérique associés à une flexion (déchet de façonnage). Notons qu'il se rapproche de l'une des deux baguettes demi-rondes présentes dans la série dont il partage l'ensemble des caractéristiques morphométriques (fig. 51, n°2).

. *Baguettes demi-rondes*

Les deux baguettes demi-rondes présentes dans l'assemblage sont tout à fait différentes d'un point de vue morphométrique. La première représente le morphotype généralement

attendu pour ce type d'objet (fig. 51, n°2) : il s'agit d'un long fragment mésial, de calibre moyen et de section plano-convexe issu d'un bois de moyen module (épaisseur de *compacta* de 5,3 mm). Si sa face supérieure est restée brute, sa face inférieure est totalement aplanie par raclage longitudinal et présente de surcroît des aménagements de surface sous la forme d'incisions obliques parallèles.

FIGURE 51. PRODUITS DE DEBITAGE EN BOIS DE CERF, ISTURITZ, NIVEAUX SI/EΩ.
n° 1 : baguette (166 x 21 x 10 mm), nos 2 (131 x 16 x 6 mm) - 3 (78 x 28 x 8 mm) : baguettes demi-rondes, n°4 : pointe de projectile indéterminée (138 x 13 x 11 mm), n°5 : outil intermédiaire (152 x 28 x 24 mm) ; collection Saint-Périer : nos 2, 3, 5 ; collection Passemard : nos 1, 4.

Le second spécimen est un fragment mésio-proximal de section plano-convexe, dont la face inférieure est aplanie par raclage longitudinal mais dénuée d'aménagement de surface. Malgré des surfaces en partie altérées, la présence de gouttières parallèles sur sa

face supérieure, conjuguée à une épaisseur de *compacta* de 4,7 mm, rapproche ce vestige du merrain A1 d'un bois de moyen module (fig. 51, n °3). Son contour losangique le distingue, non seulement du précédent exemplaire, mais aussi plus généralement d'une armature : il s'agit du même principe de construction que pour les armatures bivalves, mais probablement appliqué à un autre type d'outil d'usage indéterminé (Feruglio et Buisson, 1999). Ces baguettes demi-rondes à contour losangique ont été identifiées à travers très peu d'exemplaires, tous en bois de renne, et toujours dans des niveaux attribués au Magdalénien moyen. C'est le cas de deux spécimens s'accolant identifiés dans le niveau II d'Isturitz (*ibid.*, fig. 1, n°3) et deux autres exemplaires également symétriques découverts au Maz-d'Azil (*ibid.*, fig. 1, n°4).

. *Pointe de projectile indéterminée*

Il s'agit d'un fragment mésial d'objet sur baguette de gabarit effilé dont la face inférieure et les deux bords ont été façonnés par raclage (fig. 51, n°4). En dépit du fait que son extrémité distale ait été emportée par une cassure post-dépositionnelle, la convergence de ses deux bords nous incite à croire qu'il s'agit d'une pointe de projectile.

Les produits issus d'un débitage transversal du bois

Deux pièces répondent à cette catégorie typologique. Ce sont deux **outils intermédiaires** sur andouiller de gros module dont les gabarits sont particulièrement homogènes (largeurs de 28 et 29 mm, épaisseurs de 24 et 26 mm, et épaisseur de tissu compact de 5 et 6 mm). Ils présentent tous les deux à la base des stigmates de sectionnement transversal par entaillage périphérique recouverts par des traces de percussion (écrasement des fibres osseuses). Si l'un des deux exemplaires présente une fracture distale ayant emporté une partie de son biseau, l'autre exemplaire, complet, possède une extrémité distale aménagée en biseau unifacial (fig. 51, n°5).

Synthèse sur l'industrie en bois de cerf

Avec des épaisseurs moyennes de *compacta* relevées sur les déchets et produits de débitage comprises entre 5-6 mm (tab. 23-24), l'industrie sur bois de cerf des niveaux SI/Eω est tournée vers l'exploitation de bois de module moyen/gros. Le seul déchet de débitage de baguette identifié documente une extraction de large support (± 40 mm) par double rainurage longitudinal à partir de la face postérieure du merrain A2 (et peut-être du merrain B ?). Signalons que ce déchet n'est manifestement pas compatible avec le seul support brut de débitage présent dans l'assemblage.

L'équipement est composé d'objets sur baguette de calibre moyen-gros, parmi lesquels figurent deux baguettes demi-rondes et une pointe de projectile indéterminée, ainsi que deux outils biseautés de gros calibre sur andouiller. Les deux baguettes demi-rondes documentent des morphotypes clairement distincts. L'une présente des incisons obliques sur la face inférieure et un gabarit effilé assez similaire à celui du support brut de débitage présent dans la série, alors que la seconde présente un morphotype plus rare : elle est dépourvue d'aménagements de surface et présente une largeur mésiale importante qui la rapproche manifestement plus d'une baguette demi-ronde à contour losangique dont l'usage reste indéterminé que d'une armature.

5.2.5.3. Le travail du bois de cervidé taxinomiquement indéterminé

Cette série compte un déchet de débitage, un élément de bois travaillé technologiquement indéterminé et 201 produits de débitage (tab. 23-25).

Un déchet de débitage longitudinal sur épois

Il s'agit d'un fragment mésio-distal d'épois de gros module entièrement façonné par raclage, au point de laisser affleurer du tissu spongieux sur un bord (tab. 23). Au niveau du bord opposé, la pièce porte les stigmates d'une extraction de support intermédiaire (de type baguette) de faible calibre (largeur de 6 mm estimée à partir du négatif d'extraction) par double rainurage convergent (fig. 52, n°1). Son extrémité distale mousse la rapproche des objets à arrête raclée réalisés en bois de renne dont elle pourrait être, soit un exemplaire de seconde intention, soit à l'inverse un spécimen fini recyclé comme matrice. Si sa section elliptique et la structure de son tissu spongieux rapprochent cette pièce d'un épois de renne, son façonnage complet nous incite à la prudence.

Les produits sur baguette

Les 153 produits sur support plat (objets finis + supports bruts + ébauches) que compte la série sont essentiellement constitués de fragments de baguettes demi-rondes et de pointes de projectile.

Les **pointes de projectile** rassemblent 63 exemplaires parmi lesquels figurent douze pointes à base pleine, un fragment de double pointe et 50 fragments de pointes indéterminées (tab. 24), dont 3 sont à rainure ventrale. Notons que trois pointes ont été recyclées comme outil intermédiaire et qu'une pointe à rainure ventrale fut recyclée comme pendeloque.

Lorsque le calibre des pièces a pu être mesuré (essentiellement à partir des fragments mésiaux), il apparaît que ces pointes présentent un calibre faible/moyen (largeurs comprises entre 8-16 mm et épaisseurs entre 6-11 mm), pour une épaisseur de tissu compact qui se situe principalement entre 4-8 mm (5,3 ± 1,5 mm), plutôt caractéristique de bois de moyen/gros module.

Ces pointes sont dans l'ensemble relativement longues (9 fragments se trouvent entre 100-140 mm, un fragment mesure 194 mm et une pièce entière mesure 287 mm) et présentent une section quadrangulaire à circulaire. En termes d'aménagements de surface, elles portent souvent une rainure longitudinale sur les bords et parfois des incisions transversales sur l'embase (fig. 52, n°6). Les fragments mésio-proximaux, lorsqu'ils sont documentés, sont généralement à base pleine (dont fig. 52, n°6). À côté de ces pièces, figurent trois fragments de pointes à rainure ventrale qui se signalent d'un point de vue technique par la présence d'une rainure longitudinale parcourant la face inférieure.

Les **baguettes demi-rondes** sont représentées par 58 exemplaires (dont l'un d'entre eux fut recyclé comme outil mousse) généralement de moyen calibre (largeurs comprises entre 11-17 mm et épaisseur entre 5-10 mm) dont la longueur est difficile à apprécier en raison de leur état fragmentaire (tab. 24). Signalons que seize fragments mesurent entre 100-180 mm de longueur (dont fig. 52, n°3), et que l'exemplaire le plus long est un frag-

ment mésial de 220 mm de long. Avec des épaisseurs de *compacta* comprise entre 3-6 mm (pour une moyenne de 4,1 ± 1,1 mm), ces pièces ont été réalisées pour l'essentiel sur bois de moyen module. Lorsque les extrémités proximales sont présentes, elles documentent des systèmes d'emmanchement à douille (N = 2) (dont fig. 52, n°4) ou à base pleine (N = 3).

Du point de vue des aménagements de surface, la majorité d'entre elles présentent des incisions transversales (ascendantes ou descendantes) sur la face inférieure. Néanmoins pour quelques pièces ces incisions sont longitudinales et parcourent les deux bords de la face inférieure, voire la recouvrent entièrement pour un exemplaire se rapprochant manifestement des spécimens de Gazel (fig. 52, n°5) (Pétillon, à paraître). La face supérieure est souvent décorée d'une rainure longitudinale, parfois guillochée (fig. 52, n°3), ou de tubérosités. Quelques pièces restent néanmoins dénuées d'aménagements de surface. Enfin, huit d'entre elles peuvent être rapprochées de déchets de façonnage ou de réfection par la présence de stigmates de sectionnement proximal par raclage en diabolo associé à une flexion.

Les huit **baguettes** brutes de débitage présentes dans l'assemblage sont essentiellement des fragments mésiaux débités par rainurage longitudinal. Leur calibre est moyen pour l'essentiel (largeur comprise entre 12-22 mm et épaisseur entre 7-13 mm) et leur épaisseur de tissu compact comprise entre 1,5-5 mm. À titre indicatif, l'exemplaire le plus long mesure plus de 100 mm.

Enfin, signalons la présence de vestiges dénombrés quasiment à l'unité, à savoir une **spatule** et deux **outils mousses**, dont un exemplaire sub-complet (fig. 52, n°9) présente au niveau de son extrémité distale des incisions obliques descendantes sur près de 60 mm.

Les produits sur support intermédiaire (de type baguette)

47 vestiges sont concernés par cette attribution (tab. 24). Pour éviter de fastidieuses redites, nous n'allons pas inventorier toutes les catégories typologiques ici intéressées, d'autant plus qu'elles ne sont pas foncièrement différentes de celles présentées pour les exemplaires sur support plat.

En revanche, d'un point de vue biométrique, le tableau 25 indique que s'ils sont en règle générale plus larges et plus épais que les spécimens sur support plat, les produits sur support intermédiaire présentent aussi une épaisseur de *compacta* plus faible (3,2 ± 1,9 mm pour les supports intermédiaires contre 4,8 ± 1,4 mm pour les supports plats - tab. 25). En fait, tout porte à croire qu'ils sont issus d'éléments de bois périphériques (i.e., andouillers, extrémité distale de perche C et épois), alors que les produits sur support plat proviendraient des perches A/B. C'est en tout cas ce que suggèrent les épaisseurs de tissu compact, ainsi que les sections des produits qui sont parfois triangulaires ou plano-convexes pour les premiers (ce qui est plutôt compatible avec un élément de bois de section aplatie) (ex fig. 52, n°7), et généralement quadrangulaires à circulaires pour les seconds. Aussi, que ce soit en raison de la section des vestiges, mais aussi de la structure du tissu spongieux dont la trame est généralement serrée, nous suspectons fortement que ce type de support soit essentiellement issu de bois de renne.

FIGURE 52. INDUSTRIE SU BOIS DE CERVIDE TAXINOMIQUEMENT INDETERMINE, ISTURITZ, NIVEAUX SI/EΩ.

n°1 : déchet de débitage de baguette (117 x 17 x 19 mm), n°2 : déchet de façonnage/recyclage de baguette (74.5 x 17 x 13 mm), n°3 : baguette demi-ronde à rainure guillochée, n°4 : baguette demi-ronde à douille, n°5 : baguette demi-ronde de type Gazel, n°6 : pointe à base pleine, n°7 : pointe à rainure ventrale, n°8-10 : outils mousses (n°8 : 71 x 17 x 18 mm, n°9 : 158 x 17 x 10 mm); collection Saint-Périer : nos 1, 2, 6, 7 ; collection Passemard : nos 3, 4, 5, 8, 9 (photos J.-M. Pétillon).

TABLEAU 25. ÉTUDE BIOMETRIQUE COMPAREE RELATIVE AUX ELEMENTS SUR SUPPORT PLAT ET SUR SUPPORT INTERMEDIAIRE EN BOIS DE CERVIDE TAXINOMIQUEMENT INDETERMINES, ISTURITZ, NIVEAUX SI/EΩ.

	Largeur			Épaisseur			Épaisseur de *compacta*		
	Moyenne	Écart-type	T.test	Moyenne	Écart-type	T.test	Moyenne	Écart-type	T.test
Objets sur baguette (N=153)	11,8	3,2	0,03	7,4	1,8	1,18E-12	4,8	1,4	9,22E-10
Objets sur support intermédiaire (N=47)	12,9	4		10,3	3,6		3,2	1,9	

Probablement à cause de leur gabarit plus important (ex fig. 52, n°2), les supports intermédiaires de type baguette ont surtout été recherchés pour la confection de pointes à rainures ventrales [N = 5 (+ 2 spécimens dont l'attribution est incertaine)], dont les rares fragments mésio-proximaux suggèrent un éventuel rapprochement avec des armatures à pointe proximale déjetée (pointes mono-barbelées ?), et pour la confection d'outils mousses [N = 4 (+ 8 spécimens dont l'attribution est incertaine)]. Dans le premier cas, la présence de tissu spongieux au cœur de la pièce a certainement favorisé l'aménagement de la rainure ventrale (ex. fig. 52, n°7), tandis que dans le second cas, c'est probablement la robustesse du support qui fut recherchée (ex. fig. 52, n°10). Signalons que sur l'ensemble des outils mousses sur support intermédiaire (et assimilés) présents dans la série, sept exemplaires présentent des incisions descendantes couvrant l'extrémité distale sur 25 mm à 45 mm.

Objet sur épois

En l'état, la pièce n°8 illustrée en figure 52 présente toutes les caractéristiques du bois de renne : son tissu spongieux présente une trame relativement serrée et sa section est elliptique. Malgré tout, son façonnage complet nous incite à la prudence. Il s'agit d'un fragment mésio-distal d'outil mousse qui, à l'instar des autres spécimens présents dans l'assemblage, porte des incisions bifaciales descendantes sur l'ensemble de sa hauteur, ainsi qu'une face profondément raclée.

5.2.6. Synthèse sur l'exploitation du bois de cervidé dans les niveaux SI/Eω d'Isturitz attribués au Magdalénien moyen récent

5.2.6.1. Une exploitation privilégiée et totale du bois de renne

Avec près de 30,9 % de l'industrie sur bois de cervidé réalisée sur renne (tab. 26), les Magdaléniens moyens ont manifestement privilégié l'exploitation de ce matériau dans la salle de Saint-Martin, et ce qu'il s'agisse des fouilles anciennes ou récentes (tab. 22). Qui plus est, précisons que cette estimation constitue une fourchette basse pour le renne étant donné que de nombreux produits, qui n'ont pu être clairement déterminés d'un point de vue taxinomique en raison de surfaces trop endommagées ou transformées, se rapprochent manifestement plus du renne que du cerf : c'est le cas non seulement des objets sur épois (dont fig. 52, n°s 1 et 8), de l'ensemble des outils mousses et assimilés (dont fig. 52, n°s 8-10), mais aussi d'une majorité de supports intermédiaires, qu'ils soient restés bruts de débitage (fig. 52, n°2) ou qu'ils aient été façonnés (fig. 52, n°7).

Comme souvent dans le Magdalénien moyen, l'équipement est constitué pour partie d'objets sur baguette parmi lesquels dominent ici les baguettes demi-rondes et les pointes de projectile à base pleine, auxquels il faut ajouter toute une panoplie d'objets sur support en volume (i.e. pendeloques, bâtons percés, propulseurs, objets sur épois mousses ou biseautés).

TABLEAU 26. TAUX DE DETERMINATION TAXINOMIQUE DES VESTIGES PAR ESPECE (EN %), ISTURITZ, NIVEAUX SI/EΩ.

	NR	% NR
Renne	93	30,9
Cerf	8	2,7
Indéterminé	200	66,4
Total	301	100

D'un point de vue technique, le bois de renne fut exploité à exhaustion (toutes les parties anatomiques semblent avoir été investies) à travers une grande variété de méthodes de débitage parmi lesquelles l'extraction de blocs secondaires à partir de la face antérieure de la perche A2 et le départ de l'andouiller de glace (face supérieure) fut nettement privilégiée (cf. synthèse de l'industrie en bois de renne). Retenons à titre singulier, l'intérêt porté par ces artisans pour la confection d'objets mousses ou biseautés sur épois, et plus généralement au débitage sur arête destiné à la production de supports intermédiaires de type baguette (dont certains sont façonnés en objets mousses). Si nous n'expliquons pas encore totalement pourquoi ces Magdaléniens moyens ont privilégié par moment ce choix technique, il est vrai que dans un contexte où la matière première présente sur le site est principalement constituée de bois dont l'épaisseur moyenne de tissu compact est de 4,1 ± 1,7 mm (calcul réalisé sur l'ensemble des vestiges en bois de renne et taxinomiquement indéterminés), l'extraction de baguettes sur arête (support de type intermédiaire) paraît être une solution technique adaptée à la production de supports épais. Rappelons que les objets finis réalisés sur ce type de support, à savoir les pointes à rainure ventrale et certain objets mousses, figurent parmi les exemplaires les plus épais de leur catégorie typologique respective.

Le bois de cerf, avec 2,7 % des effectifs (tab. 26), est quant à lui particulièrement minoritaire dans l'assemblage. À côté des habituels outils intermédiaires de gros calibre sur andouiller, figurent de rares objets réalisés sur baguette de faible/moyen calibre, à savoir une pointe de projectile, une baguette brute de débitage et deux fragments de baguettes demi-rondes. Il n'en demeure pas moins qu'une production de baguette de gros calibre a dû avoir lieu sur le site, comme en témoigne la présence d'un déchet de débitage.

5.2.6.2. La gestion de la matière première : vers une anticipation des besoins ?

Il est étonnant de constater à quel point les Magdaléniens moyens ont sélectionné la matière première dans la salle de Saint-Martin : le bois de renne y est principalement représenté sous la forme de spécimens de module petit/moyen à partir desquels l'essentiel de l'équipement fut constitué. Le bois de renne de gros module, largement minoritaire, est

quant à lui essentiellement présent sous la forme de parties basilaires sectionnées (potentiellement destinées à être utilisées comme percuteurs) et d'épois. Il est d'ailleurs possible qu'il y ait eu une fragmentation spatiale de la chaîne de traitement du bois de renne de gros module visant à ne ramener sur le site que de potentiels supports d'objets. À l'opposé, le bois de cerf, qui est rare dans la série, est exclusivement représenté par des spécimens de moyen/gros module (épaisseur moyenne de tissu compact de 5,3 ± 1 mm). Compte tenu de la répartition des cervidés entre 19-16 ka cal BP (fig. 3), il se pourrait que les faibles effectifs de cerf dans l'industrie soient ici le reflet de la présence limitée de l'animal dans l'environnement du site.

Du point de vue de la saisonnalité de ces activités, les données pour l'heure les plus fiables proviennent de l'étude de l'éruption dentaire de jeunes rennes d'une part (Kuntz, inédit), et de l'acquisition des bois de massacre (renne) pour l'industrie osseuse d'autre part (cette étude). Ces deux sources d'information s'accordent pour fixer les occupations de la salle de Saint-Martin entre la fin de l'automne et le début du printemps ; moment de l'année où toutes les catégories de bois de renne (en termes de module) devaient être à peu de choses près disponibles dans l'environnement local du site (fig. 12). Mais comment expliquer alors que l'exploitation de bois de renne de module petit/moyen ait été privilégiée dans la salle de Saint-Martin aux dépens de bois de renne de gros module, comme cela est généralement le cas au Magdalénien (Averbouh, 2000 ; Pétillon, 2016) ?

Une des interprétations possibles est à rechercher du côté de la composition de l'équipement : selon Pétillon (*op., cit.*), il se pourrait que cette sélection privilégiée des bois de petit/moyen module soit à rapprocher de séries dans lesquelles la confection de baguettes demi-rondes tient une place importante, à l'instar des niveaux magdaléniens moyens de Gazel. En effet, ces pièces sont généralement assez fines et ne nécessitent donc pas forcément une épaisseur de tissu compact importante (soit 4,1 ± 1,1 mm dans la série contre 5,2 ± 1,5 mm pour l'ensemble des pointes de projectile). Si nous souscrivons à cette hypothèse, la présence d'un équipement sur support en volume (i.e. propulseurs, bâtons percés, statuettes), lui aussi principalement réalisé sur bois de petit/moyen module (à l'exception des objets sur épois), pourrait, dans le même ordre d'idées, avoir jouer un rôle dans ce constat, à l'instar du matériel exhumé dans la salle du Fond d'Enlène (Averbouh 2000 ; 2005).

Ainsi, en tout état de cause, les Magdaléniens moyens de la salle de Saint-Martin ont manifesté des stratégies d'adaptation tout à fait intéressantes quant à la gestion de la matière première. Mais peut-on parler pour autant d'une gestion du bois de cervidé faisant preuve d'anticipation ? Le fait que les bois de renne de petit/moyen module, appartenant généralement à de jeunes mâles ou des femelles (jeunes ou adultes), soient finalement disponibles sur une longue période de l'année (entre début octobre et fin avril - fig. 12) irait plutôt ici dans le sens d'une anticipation des besoins peu marquée.

5.2.7. Étude techno-économique de l'industrie sur bois de cervidé des niveaux I/F1 (Grande Salle) attribués au Magdalénien supérieur ancien

La série compte 1034 vestiges répartis plus ou moins paritairement entre les deux collections (tab. 27). Dans le cadre de sa thèse de doctorat, Pétillon (2006) signale la disparition d'une partie du matériel probablement survenue après les fouilles et avant l'entrée des séries au MAN. La série qui aurait manifestement le plus souffert de ces pertes est la collection Saint-Périer (que Pétillon écarta d'ailleurs pour partie de son analyse). Si ce phénomène est certainement préjudiciable d'un point de vue économique quant à l'étude de la gestion de la matière première sur le site, nous n'imaginons pas en revanche que ce tri ait pu tenir compte de la détermination taxinomique des vestiges réalisés en bois de cervidé. Si bien que nous avons pris le parti d'intégrer l'ensemble des deux collections dans notre analyse, en faisant preuve néanmoins de la plus grande prudence au moment de l'interprétation économique des résultats. L'assemblage en bois de renne ayant déjà fait l'objet d'une étude techno-économique (et fonctionnelle) approfondie (pour plus de détails, voir Pétillon, *op. cit.*), nous passerons plus rapidement sur ces éléments pour aborder en détail l'industrie réalisée en bois de cerf. Précisons que nos décomptes sont à peu de choses près équivalents à ceux réalisés par Pétillon ; les différences minimes observées résultant probablement de divergences de déterminations typologiques. Enfin, sur les recommandations de cet auteur (*ibid.*, p. 48), nous avons écarté de l'étude les doubles pointes et les pointes à biseau simple de la série manifestement issues de contaminations depuis les niveaux sous-jacents attribués au Magdalénien moyen.

L'état de conservation des pièces est dans l'ensemble très bon. À l'exception de quelques pièces présentant des altérations de surface diagnostiques d'une circulation d'eau dans la cavité (cupules de dissolution, desquamation ou concrétionnement), les traces d'agents biologiques, qu'ils soient d'origine animale (carnivores) ou végétale (racines) restent rares.

5.2.7.1. Le travail du bois de renne

L'industrie sur bois de renne comprend 397 vestiges dont 130 déchets de débitage, 250 produits et 17 éléments technologiquement indéterminés (tab. 27).

TABLEAU 27. DECOMPTE DE L'INDUSTRIE SUR BOIS DE CERVIDE PAR ESPECE, ISTURITZ, NIVEAUX I/F1.

		I	F1	Total
Déchets de débitage	Renne	21	109	130
	Cerf	1	3	4
	Indéterminé	1	0	1
Produits	Renne	81	169	250
	Cerf	20	33	53
	Indéterminé	314	262	576
Frgts. de bois travaillés	Renne	10	7	17
	Cerf	1	0	1
	Indéterminé	1	1	2
TOTAL		450	584	1034

Les déchets issus d'un débitage longitudinal

. sur parties basilaires

40 pièces sont rassemblées sous cette catégorie technologique (tab. 27-29). Il s'agit principalement de bases en arceau (N = 29) de bois de chute de module moyen à gros débitées par double rainurage longitudinal convergent depuis la face antérieure de la perche A2 et le départ de l'andouiller de glace (face supérieure). Quelques rares spécimens documentent, une fois le débitage de la perche A2 achevé, l'extraction d'une baguette supplémentaire de moyen calibre par double rainurage longitudinal depuis la face latérale de la perche A2 (par ex fig. 53, n°1) ou depuis la face inférieure de l'andouiller de glace et le départ de la face antérieure de la perche A1 (par ex fig. 53, n°2). Signalons que lorsque les surfaces osseuses sont préservées, l'andouiller de glace s'avère être le plus souvent sectionné par entaillage unifacial suivi d'une flexion, et dans de plus rares cas seulement par percussion.

Outre cette modalité d'exploitation qui est majoritaire dans la série et qui frappe par son degré de standardisation, onze bases (essentiellement de module moyen à gros et principalement issues de bois de chute) témoignent de modalités de débitage annexes :

. Trois d'entre elles témoignent d'un débitage de plusieurs baguettes (4 à 5) de calibre petit/moyen (largeurs comprises entre 7-15 mm) par rainurage longitudinal multiple [bases dentelées selon Averbouh (2000, p. 163)] sur toute la périphérie de la perche A2. Si l'extraction s'arrête dans la partie proximale de la perche A2 pour les faces latérale/médiale/antérieure, le débitage se poursuit jusqu'à la meule sur la face postérieure.

. Trois bases documentent le débitage d'une unique baguette de moyen calibre (largeurs comprises entre 10-15 mm) par double rainurage longitudinal parallèle depuis la face antérieure de la perche A2.

. Quatre bases témoignent d'un débitage envahissant de la perche A1, au point de ne laisser que des déchets de taille réduite, dont l'objectif reste incertain (débitage d'une ou plusieurs baguettes, segmentation du bloc ?).

. Enfin, notons qu'une dague de bois de massacre présente quatre rainures longitudinales parallèles non abouties le long du fût.

TABLEAU 28. DECOMPTE DES DECHETS SUR BOIS DE CERVIDE PAR METHODE DE DEBITAGE ET PAR ESPECE ASSOCIE A L'EPAISSEUR MOYENNE DU TISSU COMPACT PAR CATEGORIE TECHNO-TYPOLOGIQUE, ISTURITZ, NIVEAUX I/F1.

				I		F1		TOTAL	
				NR	Ép.*compacta* moyenne (mm)	**NR**	Ép.*compacta* moyenne (mm)	**NR**	Ép.*compacta* moyenne (mm)
RENNE	Débitage longitudinal	sur parties basialires	bases en	**3**	4,2 ± 1,4	**26**	5,9 ± 2,1	**126**	4,9 ± 1,8
			divers	**0**		**11**	5,8 ± 2,1		
		sur perche	A	**0**		**7**	5,5 ± 1,7		
			B	**5**	3,3 ± 1,1	**27**	5,2 ± 1,1		
			C	**1**	3	**5**	4,7 ± 1,1		
			ind	**0**		**13**	5,4 ± 1,3		
		sur andouiller		**4**	3,7 ± 0,5	**5**	3,4 ±1,1		
	Débitage transversal	Déchets sur partie basilaire		**1**	3,5	**0**			
		Divers		**2**	2,7 ± 0,9	**3**	3,6 ± 1,3		
	Indéterminés			**5**	4,4 ± 2,2	**10**	2,8 ± 1,4		
CERF	Débitage longitudinal	Déchet sur merrain		**0**		**1**	4	**4**	4,5 ± 1,7
		Déchets sur and. ou épois		**1**	3	**1**	7		
	Débitage transversal	Andouiller ou épois élagué		**0**		**1**	4		
IND.	Débitage longitudinal	Déchet en triangle		**1**	4,5	**0**		**1**	4,5
TOTAL NR				**23**		**110**		**131**	

TABLEAU 29. PARTIES BASILAIRES DE BOIS DE RENNE DES NIVEAUX I/F1, CLASSEES PAR MODULES.

	Dagues	Module				**Total**
		Petit	Moyen	Moyen/Gros	Gros	
Bois de massacre	1	6	1	0	0	8
Bois de chute	0	1	11	3	15	30
Indéterminés	0	1	0	1	1	3
Total	1	8	12	4	16	41

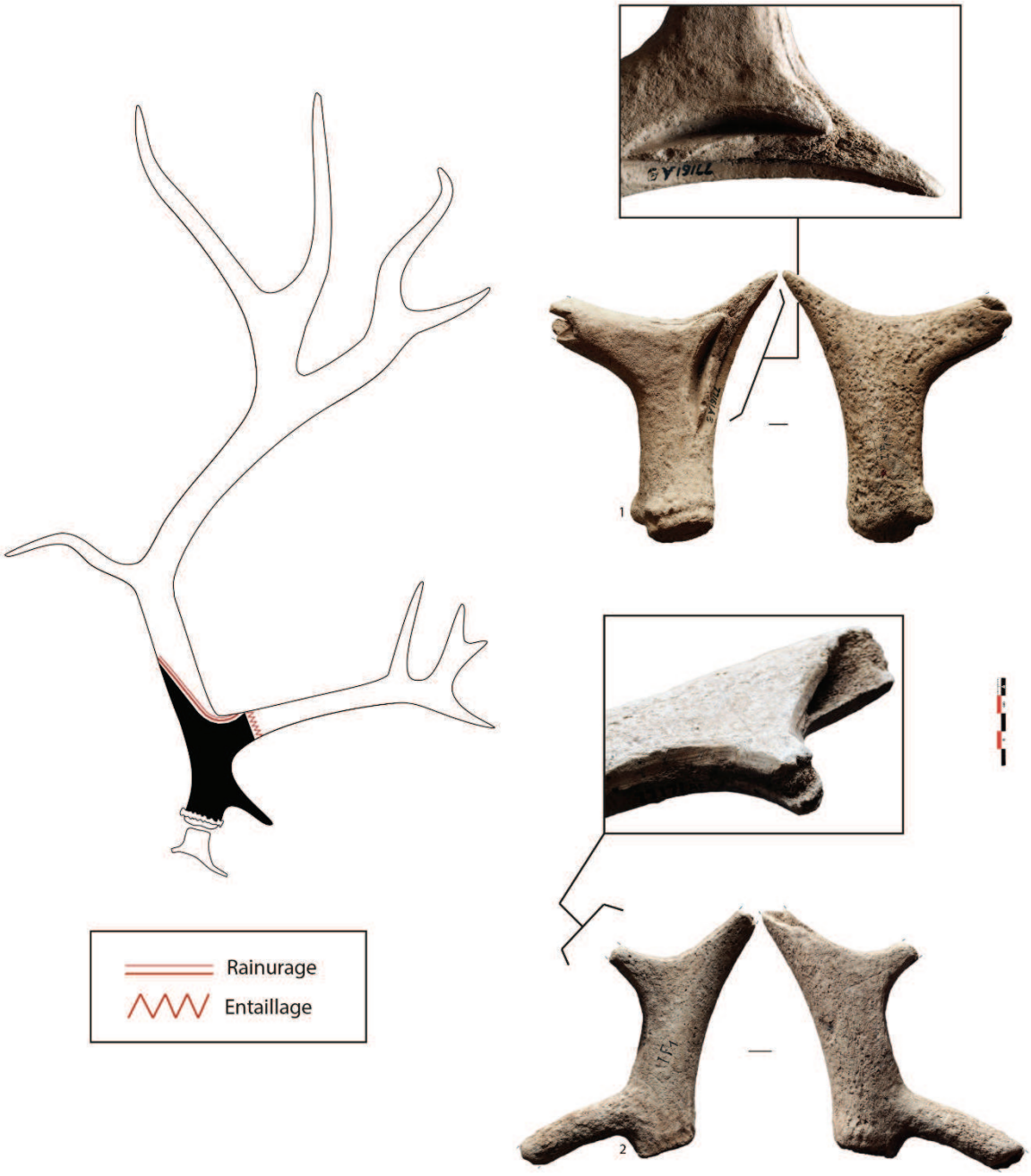


FIGURE 53. BASES EN ARCEAU EN BOIS DE RENNE, ISTURITZ, NIVEAU F1.
Collection Passemard (n°1 : 161 x 103 x 35 mm, n°2 : 10 x 11 x 32 mm).

. sur perche

Parmi les 58 déchets de débitage sur perche présents dans la série, 7 proviennent de la perche A, 32 de la perche B et 6 de la perche C (tab. 28).

Le débitage de la **perche A** est représenté par sept éléments de bois de module variable (épaisseur de compacta comprises entre 3-7 mm) généralement situés au niveau de la face antérieure de la perche A1/A2. Après sectionnement de l'andouiller de glace par entaillage (uni ou bifacial), les faces latérale et mésiale de la perche A1 ont été débitées par double rainurage longitudinal parallèle dans quatre cas (extraction simple ou multiple ?), alors que dans les trois autres, seule la face antérieure de la perche A2 fut débitée afin d'extraire une unique baguette de moyen calibre.

Le débitage de la **perche B** est représenté par trente-deux déchets issus de bois de module moyen/gros (épaisseur de *compacta* comprises entre 4-7 mm), parmi lesquels les déchets en triangle simple et plus rarement double (fig. 54, n°1) sont nettement majoritaires (N = 25). Ces pièces documentent une extraction de plusieurs baguettes de calibre moyen par rainurage longitudinal multiple depuis les faces antérieure et postérieure de la perche A2. Dans la majorité des cas, les pans de rainurages présents sur la face antérieure semblent se prolonger le long de la perche C (pour plus de détails, voir Pétillon, 2006, p. 184, fig. 160). Pour le reste, sept chevillures présentent les stigmates d'une extraction unique de baguette par double rainurage longitudinal depuis la face antérieure des perches A/B/C. Comme dans l'étude de la série précédente, on ne peut écarter l'idée que certaines de ces pièces soient en réalité des déchets d'élagage du bois.

Le débitage de la **perche C** est représenté par six éléments de bois essentiellement de gros module (épaisseur de *compacta* comprise entre 3-6 mm) (par ex fig. 54, n°2). S'ils documentent tous l'extraction d'une unique baguette de grande longueur et de calibre moyen (largeur comprise entre 15-20 mm, pour une longueur de 300 mm pour l'exemplaire le plus long) par double rainurage longitudinal, trois d'entre eux (dont deux peuvent être assimilés à des triangles doubles) présentent en outre les stigmates d'une extraction de plusieurs baguettes par rainurage longitudinal multiple en proximal (soit au niveau de la perche B).

. sur andouiller

Neuf fragments d'andouillers présentent des stigmates de débitage longitudinal. Si dans l'ensemble leur section elliptique les rapproche plutôt d'andouillers de glace de bois de module moyen/gros (épaisseurs de *compacta* comprises entre 3-5 mm), la section circulaire de certains n'exclut pas la présence d'andouillers d'œil dans la série. Dans l'ensemble, ces pièces présentent surtout des extrémités de rainures témoignant généralement de l'extraction d'une baguette (par ex fig. 54, n°3). Des andouillers les plus volumineux ont été extraites les baguettes les plus longues (jusqu'à 250 mm), pour des calibres restant généralement faibles à moyens (largeurs comprises entre 7-13 mm). Signalons que la majorité de ces pièces présentent des stigmates de sectionnement proximal par entaillage uni- à bifacial ou rainurage longitudinal (dont fig. 54, n°3).

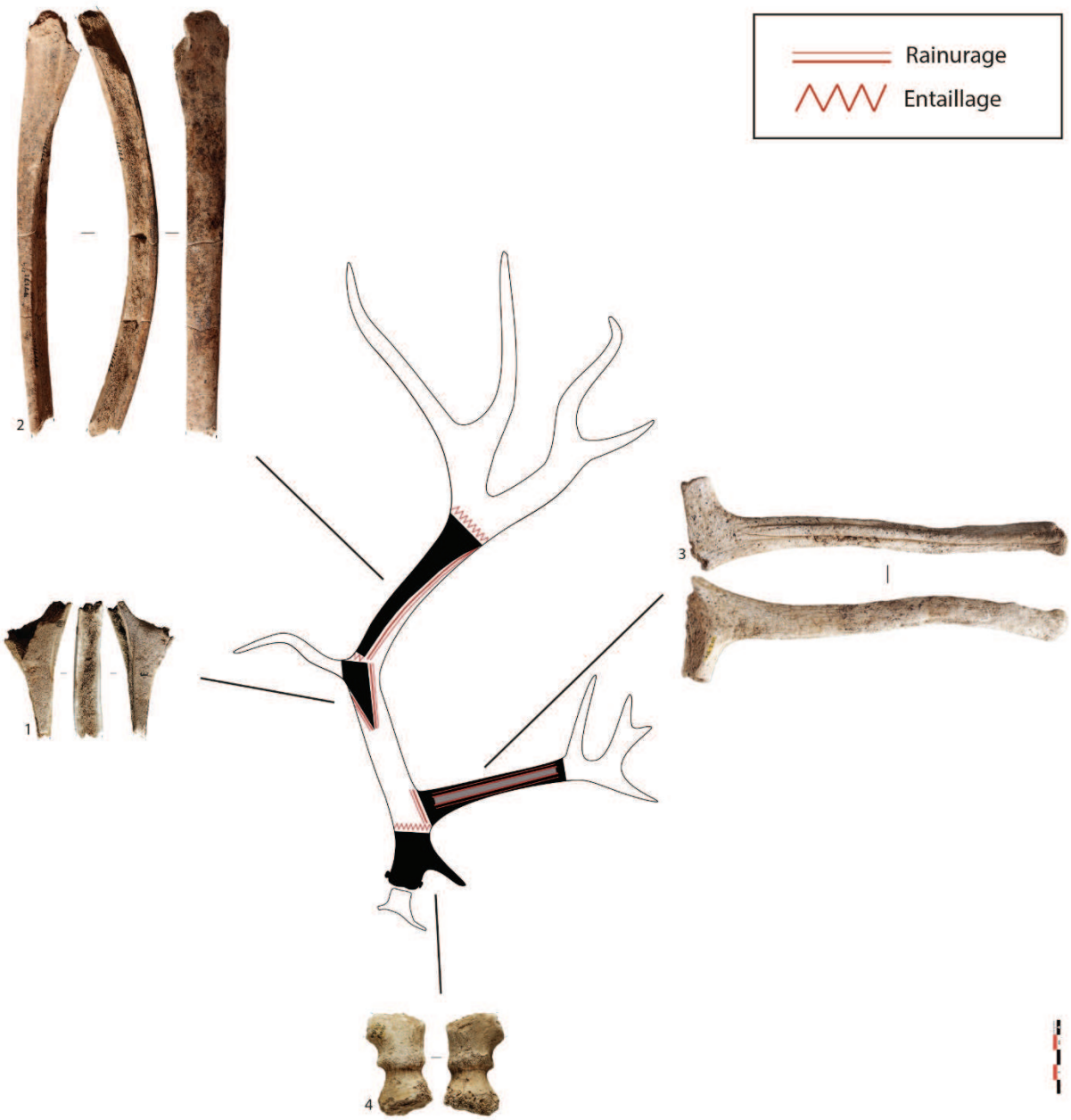


FIGURE 54. DECHETS DE DEBITAGE, BOIS DE RENNE, ISTURITZ.
Niveau F1 : nos 1 (86 x 27 x 16 mm) et 2 (285 x 35 x 19 mm), niveau I : nos 3 (263 x 72 x 16 mm) et 4 (68 x 31 x 36 mm)

Les déchets issus d'un débitage transversal du bois

Il s'agit d'une base de bois de massacre de petit module (épaisseur de *compacta* de 3,5 mm, pour une circonférence de la perche A1 de 83 mm) présentant dans la partie mésiale de sa perche A1 les stigmates d'un sectionnement transversal soigné par percussion tranchante bifaciale (tab. 28 ; fig. 54, n°4), d'un fragment d'andouiller de bois de moyen module également sectionné par entaillage dans sa partie proximale, d'un fragment d'épois de gros module détaché par percussion, et enfin de deux éléments de perche A2 soigneusement sectionnés en distale par sciage périphérique dans un cas, et entaillage dans l'autre (tab. 28). À travers la diversité des origines anatomiques et des procédés de sectionne-

ment mis en œuvre, il est délicat de rapprocher ces déchets d'une modalité d'exploitation claire et unique. Tout au plus pouvons-nous assurer qu'ils ne sont pas directement liés à un débitage de baguette.

Synthèse sur les déchets de débitage

L'exploitation du bois de renne dans les niveaux magdaléniens supérieurs d'Isturitz est donc principalement tournée vers l'extraction d'un bloc secondaire par double rainurage longitudinal convergent depuis la face antérieure de la perche A2 et le départ de l'andouiller de glace (face supérieure) de bois de module moyen/gros. Si le mode opératoire est ici bien documenté, le devenir du support extrait reste en revanche flou dans la mesure où son traitement technique n'a, à notre connaissance, jamais été clairement décrit. Enfin, les déchets sur perche et parties basilaires complémentaires des bases en arceau témoignent d'un débitage du bloc intensif (fig. 54) dont les principaux éléments peuvent être synthétisés comme suit :

. Une exploitation sur toute la hauteur de la face antérieure des perches A/B/C afin d'extraire par double rainurage longitudinal parallèle une longue baguette de moyen/gros calibre par bloc.

. Une exploitation périphérique de la perche A2 afin de produire plusieurs baguettes de calibre moyen par rainurage longitudinal multiple.

. Une exploitation annexe des andouillers pour produire de longues baguettes de calibre moyen par double rainurage longitudinal parallèle.

. Un débitage transversal du bloc impliquant la plupart des éléments anatomiques du bois (i.e. épois, empaumure, base, perche) dont les objectifs restent incertains et la mise en œuvre marginale.

Signalons que les bois de massacre, rares dans l'assemblage (N = 8), sont essentiellement représentés à travers des spécimens de petit module (tab. 29) dont l'acquisition s'est manifestement déroulée entre le mois d'octobre et le début du mois de mars. À l'exception d'un spécimen témoignant d'un sectionnement transversal (fig. 54, n°4), ces pièces ont été exploitées suivant les mêmes modalités de débitage que les bois de chute.

Les produits issus d'un débitage longitudinal

Baguettes (supports)

28 pièces entrent ici dans cette catégorie technologique (tab. 30). Il s'agit pour l'essentiel de supports plats (*stricto sensu*) de calibre moyen (largeurs comprises entre 11-20 mm pour 21 exemplaires et épaisseurs comprises entre 7-15 mm pour 24 spécimens) et de section quadrangulaire (ex fig. 55, n°1). Ces pièces sont particulièrement longues : 17 d'entre elles mesurent plus de 100 mm. Le seul spécimen entier mesure 130 mm de long, pour autant, il ne s'agit pas là du spécimen le plus long, qui est un fragment mésio-distal de 193 mm de long (fig. 55, n°2). Si toutes les pièces ont été débitées par double rainurage longitudinal, dont elles portent les stigmates sur chacun des bords, cette dernière baguette est la seule à présenter un pan de fracturation opposé à un pan de rainurage.

TABLEAU 30. DECOMPTE DES PRODUITS EN BOIS DE CERVIDE PAR METHODE DE DEBITAGE ET PAR ESPECE ASSOCIE A L'EPAISSEUR MOYENNE DU TISSU COMPACT PAR CATEGORIE TECHNO-TYPOLOGIQUE, ISTURITZ, NIVEAUX I/F1.

				I		F1		TOTAL	
				NR	Ép.*compacta* moyenne (mm)	NR	Ép.*compacta* moyenne (mm)	NR	Ép.*compacta* moyenne (mm)
RENNE	Débitage longitudinal	Baguettes (supports)		**17**	5,1 ± 1,7	**10**	5,6 ± 1,5	**250**	5,5 ± 1,4
		Pointes de projectile	à base fourchue	**16**	5 ± 1	**90**	5,5 ± 1,1		
			à biseau double	**8**	5,2 ± 1,1	**16**	5,5 ± 1,6		
			indéterminées	**0**		**3**	5,3 ± 1,5		
			Préhampes (et assimilés)	**2**	NC	**16**	5,3 ± 1,6		
		Pointes barbelées	unibarbelées	**0**		**2**	6 ± 1,4		
			indéterminées	**0**		**1**	6 ± 1,4		
		Baguettes demi-rondes		**2**	4,2 ± 0,3	**0**			
		Outils intermédiaires sur baguette		**11**	6,1 ± 1,1	**7**	6,3 ± 2,4		
		Objets indéterminés sur baguette		**6**	5 ± 1,3	**9**	5,8 ± 0,8		
	Débitage transversal	Outils intermédiaires sur (hémi-)tronçon		**11**	5,5 ± 1,3	**9**	6,1 ± 2,3		
		Bâtons percés		**8**	4,2 ± 1	**6**	4,7 ± 1,7		
CERF	Débitage longitudinal	Baguette (support)		**6**	3,8 ± 1,6	**3**	5 ± 1	**53**	5,1 ± 1,5
		Outils intermédiaires sur baguette		**0**		**5**	7,2 ± 1,8		
		Baguettes demi-rondes		**1**	4	**0**			
		Pointe unibarbelée		**0**		**1**	5,5		
		Objets indéterminés sur baguette		**5**	5 ± 1,2	**0**			
	Débitage transversal	Outils intermédiaires sur (hémi-)tronçon		**8**	4,7 ± 1,4	**21**	5,6 ± 1,6		
		Bâton percé		**0**		**1**	5		
		Outils indéterminé sur (hémi-)tronçon		**0**		**2**	4 ± 1,4		
IND.	Débitage longitudinal	Baguettes (supports)		**4**	5 ± 1,4	**2**	8 ± 2,8	**576**	4,5 ± 1,5
		Pointes de projectile	à base fourchue	**110**	NC	**144**	5,7 ± 1		
			fourchons isolés	**6**	NC	**5**	5,4 ± 0,5		
			à biseau double	**26**	5,7 ± 1,2	**19**	5,5 ± 1		
			Préhampes (et assimilés)	**15**	6 ± 2,6	**8**	5,1 ± 1,2		
			indéterminées	**43**	NC	**28**	5 ± 0,9		
		Baguettes demi-rondes		**40**	3,7 ± 1,1	**9**	4,1 ± 0,7		
		Pointes barbelées	unibarbelées	**4**	7 ± 4,2	**17**	4,7 ± 0,7		
			bibarbelées	**6**	5,4 ± 0,5	**6**	NC		
			indéterminées	**0**		**2**	4,5 ± 0,7		
		Outils intermédiaires sur baguette		**24**	5,3 ± 1,6	**7**	7,4 ± 1,7		
		Objets indéterminés sur baguette		**34**	NC	**14**	5,4 ± 1,7		
	Débitage transversal	Outils indéterminé sur (hémi-)tonçon		**1**	3,5	**1**	8		
		Bâton percé		**1**	6	**0**			
TOTAL NR				**415**		**464**		**879**	

Pointes de projectile

106 fragments de **pointes à base fourchue** provenant essentiellement de la collection Passemard (90/106) ont été identifiés comme bois de renne grâce à l'aspect lisse de la face supérieure du support quand cette dernière est restée brute de débitage (fig. 55, n°3, zoom sur détails). Avec des largeurs comprises entre 4-17 mm et des épaisseurs entre 4-12 mm, ces pointes présentent dans l'ensemble un calibre faible/moyen. Les spécimens (sub-)complets présentent des longueurs qui s'échelonnent entre 67-163 mm, pour des sections qui varient de circulaire à quadrangulaire. Malgré des différences métriques notoires, notamment en ce qui concerne leur longueur totale, Pétillon démontre dans sa thèse (2006) qu'il n'y a pas de sous-types clairement distinguables. Quatre exemplaires à rainure longitudinale ont été identifiés comme bois de renne dans la collection Passemard (dont fig. 55, n°4). D'un point de vue technique, l'aménagement de la rainure prolonge de manière plus ou moins continue celui de la fourche le long de la face supérieure du support dans la moitié des cas, et sur les deux faces dans l'autre moitié.

FIGURE 55. PRODUITS DE DEBITAGE, BOIS DE RENNE, ISTURITZ, NIVEAUX I/F1.
nos 1 (122 x 13 x 12 mm) - 2 (193 x 21 x13 mm) : baguettes (supports), n°3 (119 x 10 x 8 mm) : pointe à base fourchue, n°4 (123 x 11 x 8 mm) : pointe à base fourchue rainurée, nos 5 (108 x 10 x 11 mm) - 6 (112 x 9 x 7 mm) : pointes à biseau double, n°7 (131 x 13 x 9 mm) : pointe uni-barbelée, n°8 : élément intermédiaire d'emmanchement (134 x 24 x 13 mm) ; collection Saint-Périer : 2, 8 ; collection Passemard : 1, 3, 4, 5, 6, 7.

24 fragments de **pointes à biseau double**, principalement issus de la collection Passemard, ont été identifiés comme bois de renne (tab. 30). Globalement, ces pièces se rapportent au sous-type "typique", dominant dans la série selon Pétillon (*op. cit.,* p. 69), et plus généralement dans le Magdalénien supérieur pyrénéen (Lefebvre, 2014). Avec des largeurs comprises entre 5,5-15 mm, des épaisseurs entre 5-11 mm, pour des longueurs relativement moyennes, voire courtes pour certaines (comprises entre 53-166 mm pour les spécimens entiers), ces pointes à biseau double témoignent d'une production relativement homogène dont l'objectif est la production de pointes effilées de section circulaire à elliptique (fig. 55, n°s 5-6). Lorsque ces pointes sont complètes (N = 14), leur biseau double, qui est strié transversalement de manière plus ou moins profonde sur les deux faces pour plus de la moitié d'entre elles (N = 9), occupe près de 30 % de la longueur totale des pièces (les longueurs des biseaux complets sont comprises entre 20-34 mm).

Signalons que trois pièces se distinguent ici par leur gabarit, dans un cas massif [cf. les "grosses" pointes selon Pétillon (*op. cit.*, p. 71)], et dans deux cas particulièrement effilé [les pointes "fines" selon Pétillon (*op. cit.*, p. 72)].

En ce qui concerne les **éléments intermédiaires d'emmanchement**, ou **préhampes**, 18 spécimens ont été identifiés comme bois de renne (tab. 30). Deux d'entre eux sont complets (longueur de 49 mm et 79 mm) et présentent de fait un système d'emmanchement à chaque extrémité de la pièce, soit une double fourche dans un cas et une fourche opposée à un biseau double dans l'autre cas. Pour le reste, les seize pièces supplémentaires sont des fragments proximaux assimilés à des préhampes d'après la présence d'une fourche non évidée, généralement associée à un fût dont l'épaisseur maximale se trouve du côté opposé à la fourche (Pétillon, 2006). À l'instar des pointes de projectile, certaines préhampes présentent des fractures d'utilisation, quand d'autres présentent des stigmates de sectionnement anthropique, le plus souvent par raclage en diabolo associé à une flexion (fig. 55, n°8) et dans de plus rares cas par sciage transversal (déchet de façonnage). D'un point de vue morphométrique, ces pièces présentent un calibre faible/moyen homogène (largeurs comprises entre 9-12 mm et épaisseur entre 7-11 mm), pour une section généralement circulaire à elliptique.

Pointes barbelées

Trois fragments mésio-distaux de pointes uni-barbelées ont été identifiés comme bois de renne. Il s'agit de spécimens de calibre moyen (largeur comprise entre 13-20 mm et épaisseur entre 8-12 mm) issus de bois de moyen/gros module (épaisseur de *compacta* comprise entre 5-7 mm). Leurs barbelures sont compactes, faiblement dégagées du fût, à bord distal anguleux, fortement espacées les unes des autres (elles ne présentent pas plus de trois barbelures chacune). Du point de vue des aménagements de surface, seule l'une d'entre elles présente sur chaque face du fût des incisions obliques parallèles, alors que leurs barbelures en sont totalement dépourvues. Signalons, en outre, que deux de ces pointes présentent à leur base des stigmates de sectionnement anthropique sous la forme d'un raclage en diabolo ou d'un sciage périphérique (déchets de recyclage/façonnage) (fig. 55, n°7).

Baguettes demi-rondes

Deux fragments mésiaux de baguettes demi-rondes en bois de renne ont été identifiés dans la collection Saint-Périer sur la base de surfaces lisses au niveau de la face supé-

rieure restée brute de débitage (tab. 30). De section plano-convexe et de calibre faible/moyen (largeurs de 9 mm et 12 mm, et épaisseur de 4.5 mm et 5 mm), ces deux pièces présentent des aménagements de surface sur la face inférieure sous la forme d'incisions obliques parallèles. Ces deux pièces devaient manifestement appartenir à des objets relativement longs puisqu'en dépit de leur état fragmentaire, ces deux fragments mésiaux, dont les bords sont parallèles, mesurent 74 mm et 89 mm de long.

Outils intermédiaires sur baguette

Au nombre de 18 (tab. 30), il s'agit principalement d'outils intermédiaires de première intention. Identifiés par la présence d'un biseau distal bifacial et de stigmates d'écrasement des fibres osseuses diagnostiques d'un travail en percussion contre un matériau dur à chaque extrémité, ils sont aménagés sur des supports plats plus moins façonnés de section circulaire à quadrangulaire dont les bords sont parallèles (ex. fig. 56, n°s 1-2). Les pièces les plus façonnées présentent pour certaines un décor en chevron de part et d'autre du fût (fig. 56, n°2). Leur calibre est dans l'ensemble moyen (largeurs comprises entre 10-17 mm et épaisseur entre 9-13 mm), exceptés quatre exemplaires dont les dimensions apparaissent plus importantes. Avec des épaisseurs de tissu compact généralement situées au-delà de 5 mm, la plupart de ces pièces ont été réalisées sur bois de gros module.

Par ailleurs, précisons que quatre de ces pièces dont les bords sont convergents témoignent de pratiques de recyclage de pointes de projectile endommagées, parmi lesquelles figure une ancienne pointe à biseau double.

Les produits issus d'un débitage transversal du bois

Outils intermédiaires sur support en (semi-)volume

Ces 20 pièces (tab. 30) sont issues d'éléments de perche ou d'andouiller de bois de module moyen à gros (épaisseur de *compacta* comprise entre 4-10 mm) dont le schéma de production paraît somme toute assez peu standardisé en regard de la diversité des supports utilisés et des techniques employées. En effet, aux objets sur support en volume (N = 8) (ex. fig. 56, n°3), s'ajoute la présence d'objets sur support en semi-volume (N = 12), dont la préparation du biseau distal a pu nécessiter dans certains cas une ouverture initiale du bloc afin d'extraire une baguette par double rainurage longitudinal (N = 6) ou par percussion (N = 6) (ex. fig. 56, n°4)

Bâtons percés

À l'exception d'un bâton percé réalisé sur baguette de gros calibre orné de multiples motifs géométriques et d'un exemplaire réalisé sur andouiller de glace, les bâtons percés de la série sont principalement réalisés sur élément de perche A1/A2 de bois de module petit/moyen (N = 8) (ex. fig. 56, n°s 5-6) dont l'épaisseur de tissu compact est proche de 4 mm (tab. 30). La perforation est généralement localisée à la jonction entre la perche A et l'andouiller de glace, tandis que le manche est le plus souvent constitué de la perche A2, voire dans de plus rares cas, de l'andouiller de glace ou de la perche A1. Si dans l'ensemble ces pièces sont peu, voire pas du tout décorées, l'une d'elle présente une tête de renne profondément gravée sur le manche (fig. 56, n°5).

FIGURE 56. PRODUITS DE DEBITAGE, BOIS DE RENNE, ISTURITZ, NIVEAUX I/F1.
nos 1 (134 x 24 x 13 mm) - 2 (148 x 12 x 12 mm) : outils intermédiaires sur baguette, nos 3 (123 x 23 x 15 mm) - 4 (108 x 25 x 18 mm) : outils intermédiaires sur support en (semi-)volume, nos 5 (204 x 55 x 21 mm) - 6 (136 x 22 x 12 mm) : bâtons percés sur élément de perche A1/A2 ; collection Saint-Périer : 5 ; collection Passemard : 1, 2, 3, 4, 6.

Synthèse sur l'exploitation du bois de renne dans les niveaux I/F1 d'Isturitz

L'industrie sur bois de renne des niveaux I/F1 de la Grande Salle d'Isturitz attribuée au Magdalénien supérieur ancien est principalement orientée vers l'exploitation de bois de chute de module moyen à gros par rainurage longitudinal destinée à la production d'objets sur baguette à partir d'éléments de perche, objets parmi lesquels figurent principalement des pointes à base fourchue et des pointes à biseau double. Cette production met en œuvre des chaînes opératoires fortement standardisées dont l'une des résultantes est l'obtention de nombreux déchets caractéristiques, à savoir des bases en arceau. Du point de vue économique, Pétillon signale l'existence possible d'un excédent de production d'armatures de projectile, signe, entre autres, d'une relative abondance de la matière première (2006, p. 191).

D'autres pratiques complémentaires, certes sous-représentées vis-à-vis de ce que l'on vient de présenter, doivent néanmoins être évoquées. C'est le cas de la production de bâtons percés sur éléments de perche A1/A2 issus de bois de module petit/moyen. Même si nous manquons d'éléments pour le confirmer, il se pourrait que les déchets issus d'un débitage transversal du bois soient en partie liés à ce type de production. À l'appui de cette hypothèse, soulignons notamment la présence dans la collection Saint-Périer d'un déchet sur partie basilaire issu d'un bois de petit module présentant des stigmates de sectionnement transversal au niveau de la perche A1 (fig. 54, n°4). Par ailleurs, si les bois de chute ne nous apportent que peu d'indications quant à la saisonnalité des occupations, tel n'est pas le cas des bois de massacre (de module petit/moyen) dont l'acquisition s'est manifestement déroulée entre le début de l'automne et le début du printemps, rallongeant par la même la période d'occupation supposée du site, jusqu'à présent fixée par les études fauniques entre le début du printemps et la fin de l'été (cf. chapitre 5.2.4.1.).

Enfin, rappelons la présence d'une production nettement moins standardisée, à savoir celle des outils intermédiaires : à travers la diversité des supports utilisés et des techniques mises en œuvre pour leur production (et en particulier d'un débitage par percussion), tout porte à croire qu'il s'agit là d'une production nettement plus "flexible" que celle des pointes de projectile.

5.2.7.2. Le travail du bois de cerf

L'industrie sur bois de cerf comprend 58 pièces, soit 4 déchets de débitage, 53 produits et 1 élément technologiquement indéterminé (tab. 27).

Les déchets issus d'un débitage longitudinal du bois

sur merrain

Deux déchets de débitage sur merrain proviennent de la collection Passemard (tab. 28). Il s'agit, pour l'un, d'un hémi-tronçon de bois de moyen module (épaisseur de *compacta* = 4 mm) qui porte de part et d'autre les stigmates d'un débitage par double rainurage longitudinal auxquels s'ajoute sur la face supérieure (dorsale) un troisième sillon de rainurage profond mais non abouti ; de sorte que l'artisan a probablement recherché l'extraction de plusieurs baguettes par rainurage longitudinal multiple (fig. 57, n°1).

Le deuxième déchet est un élément distal de merrain B issu d'un bois de moyen module (épaisseur de *compacta* = 5 mm) (fig. 58, n°3). Il présente en proximal des stigmates de sectionnement transversal par entaillage, et sur la face postérieure les traces d'une extraction de deux baguettes de moyen calibre par rainurage longitudinal multiple parallèle. Cet élément ayant été recyclé comme outil intermédiaire, nous l'avons intégré aux produits de débitage.

sur andouiller ou épois

Deux bipartites ont été débités à partir d'éléments d'andouiller (ou d'épois d'empaumure) de bois de module moyen à gros (épaisseur de *compacta* de 3 mm et 7 mm). Si dans un cas le débitage fut mis en œuvre par double rainurage longitudinal, le second déchet présente un pan de rainurage opposé à une surface d'arrachement (fig. 57, n°2). La présence de fibres osseuses comprimées au milieu du pan de rainurage semble, en outre, plaider pour l'utilisation d'un outil intermédiaire en levier afin d'achever l'ouverture du bloc par arrachement. Mais il ne s'agit pas là des seuls stigmates présents sur la pièce : notons, d'une part, la présence sur sa face dorsale de deux extrémités de rainures ayant manifestement présidé à l'extraction d'un support plat (baguette), et d'autre part la présence potentielle d'éléments diagnostiques d'une utilisation comme outil intermédiaire. En effet, l'une des extrémités pourrait avoir été aménagée en biseau unifacial par raclage, tandis qu'à l'opposé pourrait se trouver un plan de frappe. Mais en raison de son état fragmentaire, il nous est impossible de confirmer ce diagnostic.

Déchet issu d'un débitage transversal du bois

Le seul déchet issu d'un débitage transversal du bois est un fragment d'andouiller ou d'épois de bois de module moyen/gros présentant à sa base des stigmates de sectionnement par percussion tranchante périphérique. Il s'agit très certainement d'un déchet d'élagage résultant de la préparation initiale du bloc.

Les produits issus d'un débitage longitudinal du bois

Baguettes

Neuf supports plats bruts de débitage ont été identifiés en bois de cerf (tab. 30). Si ces pièces partagent la particularité d'avoir une section quadrangulaire et d'être relativement longues (malgré leur état fragmentaire cinq d'entre elles mesurent plus de 100 mm, la plus longue mesurant 175 mm de long), elles se répartissent en deux catégories métriques selon qu'elles présentent un calibre moyen (épaisseur comprise entre 13-15 mm, pour une épaisseur comprise entre 6-12) pour cinq d'entre elles (dont fig. 57, n°3), ou gros (épaisseur comprise entre 23-39 mm, pour une épaisseur comprise entre 10-22) pour les quatre autres (dont fig. 57, n°4). Leur origine anatomique est difficile à préciser, notamment en regard de valeurs d'épaisseur de *compacta* particulièrement dispersées (entre 2-6 mm). Seules deux pièces pourraient être rapprochées d'éléments de merrain de bois de moyen/gros module (épaisseur de *compacta* de 5-6 mm) en raison de la rectitude de leurs fibres osseuses d'une part, conjuguée à la présence de gouttières rectilignes parallèles sur la face supérieure d'autre part (dont fig. 57, n°4).

FIGURE 57. INDUSTRIE SUR BOIS DE CERF, ISTURITZ, NIVEAUX I/F1.
n°1 (140 x 26 x 37 mm) : déchet de débitage sur merrain, n°2 (94 x 29 x 15 mm) : déchet de débitage sur andouiller, nos 3 (153 x 14 x 10 mm) - 4 (175 x 30 x 13 mm) : baguettes (supports), nos 5 (122 x 12 x 11 mm) - 6 (109 x 40 x 15 mm): outils intermédiaires sur baguette, n°7 (129 x 7.5 x 4 mm) : baguette demi-ronde, n°8 (150 x 25 x 11 mm) : objet indéterminé sur baguette, n°9 (88 x 14 x 10 mm) : fragment de pointe uni-barbelée (88 x 14 x 10 mm) ; collection Saint-Périer : 3, 7, 8 ; collection Passemard : 1, 2, 4, 5, 6, 9.

Outils intermédiaires sur baguette

Cinq pièces sont intéressées par cette catégorie typologique (tab. 30). Réalisées sur support plat, ces outils intermédiaires ont été identifiés par la présence d'un biseau double distal opposé en proximal à un plan de frappe. À l'exception d'un exemplaire de calibre très important (largeur de 40 mm) débité par double rainurage longitudinal parallèle (fig. 57, n°6), les quatre autres spécimens sont très proches d'un point de vue morphométrique : ils présentent une même section circulaire à quadrangulaire, un même calibre moyen (les largeurs sont comprises entre 11-14 mm, et les largeurs entre 10-12 mm), une longueur totale homogène (les trois exemplaires complets mesurent entre 110-145 mm de long), à quoi s'ajoutent des bords parallèles entre eux (ex. fig. 57, n°5). Leur épaisseur de tissu compact importante (comprise entre 6-9 mm), conjuguée à la présence de gouttières rectilignes sur la face supérieure de certains exemplaires, plaiderait plutôt pour une origine anatomique localisée sur le merrain de bois de gros module. D'un point de vue des aménagements de surface, un exemplaire porte des motifs géométriques sur l'un des bords du fût (deux profondes incisions longitudinales entrecoupées de cinq incisions transversales - fig. 57, n°5), tandis qu'un autre en porte sur les deux bords (chevrons).

Baguette demi-ronde

Seule une baguette demi-ronde fut identifiée comme bois de cerf. En dépit du fait que la majeure partie de sa face supérieure présente des surfaces altérées, il est tout de même possible de distinguer une perlure caractéristique à l'une de ses extrémités (fig. 57, n°7, zoom sur détails). Ce fragment mésial relativement rectiligne présente un gabarit effilé associé à un calibre faible, une section plano-convexe et une face inférieure parcourue de profondes stries obliques parallèles.

Notons qu'il ne s'agit pas là du seul objet sur baguette en bois de cerf à présenter ce type d'aménagement puisqu'un autre vestige (resté typologiquement indéterminé) présente aussi une face inférieure plane incisée ; à la différence près que son contour est nettement curviligne et qu'il possède, en outre, une extrémité distale mousse, soit deux éléments paraissant peu compatibles avec une utilisation comme pointe de projectile (fig. 57, n°8). Ajouté à cela la présence d'une fracture sur bois frais nous empêchant d'apprécier sa morphologie générale, il nous paraît délicat de rapprocher avec certitude cette pièce d'une baguette demi-ronde destinée à être accolée à un homologue parfaitement symétrique.

Pointe barbelée

Un fragment mésial de pointe unibarbelée de calibre moyen et de section subquadrangulaire fut réalisé sur bois de cerf. La morphologie de ses barbelures se rapproche manifestement de celle des exemplaires réalisés en bois de renne : les deux barbelures qu'elle arbore sont compactes, faiblement dégagées du fût, à bord distal anguleux (voire rectiligne tellement elles sont couchées sur le fût) et moyennement espacées l'une de l'autre (fig. 57, n°9).

Objets indéterminés sur baguette

Outre le vestige illustré en figure 57 (n°8), dont le rapprochement avec les baguettes demi-rondes vient d'être discuté, figurent quatre fragments mésiaux d'objets sur baguette de

calibre moyen (largeurs comprises entre 11-18 mm et épaisseur entre 6-14 mm) et de section circulaire à elliptique, plus ou moins façonnés (tab. 30). Parmi ces pièces, trois d'entre elles dont les bords sont plutôt convergents semblent devoir être rapprochées de pointes de projectile, alors que la quatrième, en raison de bords parallèles, est manifestement plus proche d'un outil intermédiaire sur baguette. L'absence d'aménagements de surface (sur les six objets indéterminés) ne livre ici aucune indication diagnostique.

Les produits issus d'un débitage transversal

Outils intermédiaires sur support en (semi-)volume

Il s'agit d'éléments de merrain (N = 7) (dont fig. 58, n°1) et plus fréquemment d'andouiller (N = 11) (par exemple fig. 58, n°2) issus de bois de module moyen/gros (épaisseur de *compacta* moyenne de 5,2 ± 1,5 mm). Lorsqu'ils ne sont pas trop fragmentés, ces pièces présentent un plan de frappe proximal opposé à une extrémité distale aménagée en biseau. La préparation de ce biseau a pu nécessiter dans certains cas une ouverture initiale du bloc afin d'extraire dans certains cas une baguette de gros calibre (par exemple fig. 56, n°6), voire plus exceptionnellement, deux baguettes de moyen calibre par rainurage longitudinal, à l'image du déchet de débitage recyclé comme outil intermédiaire illustré en figure 58 (n°3).

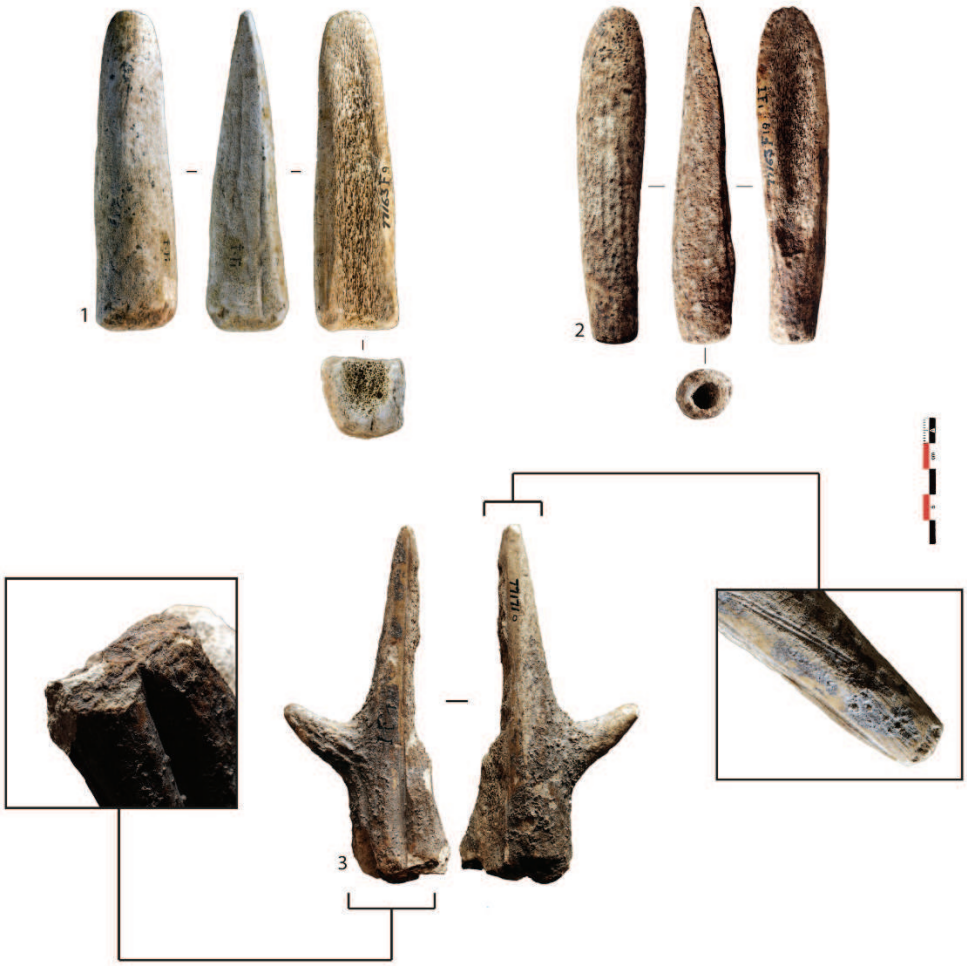


FIGURE 58. OUTILS INTERMEDIAIRES SUR SUPPORT EN (SEMI-) VOLUME, BOIS DE CERF, ISTURITZ, NIVEAU F1.
n°1 : 124 x 31 x 31 mm, n°2 : 127 x 27 x 35 mm, n°3 : 133 x 58 x 26 mm.

Bâton percé

Notons la présence d'un bâton percé réalisé sur andouiller de bois de cerf de moyen/gros module (épaisseur de *compacta* = 5 mm) (fig. 59). La perforation (26/18 mm) dont les parois présentent un poli d'utilisation est localisée dans la partie proximale (anatomique) du support. À chaque extrémité se trouvent des stigmates de sectionnement par entaillage périphérique et flexion, auxquels s'ajoutent ceux d'une extraction non aboutie d'une longue baguette de moyen calibre (largeur maximum = 14 mm) par double rainurage longitudinal sur l'une des faces du fût.

FIGURE 59. BATON PERCE SUR ANDOUILLER, BOIS DE CERF, ISTURITZ, NIVEAU F1.
229 x 29 x 36 mm.

Outils indéterminés sur support en semi-volume

Deux hémi-fragments d'andouiller de bois de moyen/gros module (épaisseur moyenne de *compacta* de 4 ± 1,4 mm) présentent, au niveau de la face inférieure, des surfaces aménagées par raclage recoupées à chaque extrémité par des pans de fracture. La présence d'une extrémité de pan de rainurage sur un côté d'une des deux pièces semble plaider pour une bipartition ayant impliqué du rainurage au moins sur un côté (fig. 60). Si dans un cas (non illustré), la pièce peut être rapprochée d'un outil intermédiaire de gros calibre sur la présence de stigmates d'écrasement des fibres osseuses en proximal, l'attribution typologique de la seconde est plus délicate (fig. 60).

FIGURE 60. OBJET INDETERMINE SUR ANDOUILLER, BOIS DE CERF, ISTURITZ, NIVEAU F1.
108 x 29 x 20 mm.

Synthèse sur l'exploitation du bois de cerf dans les niveaux I/F1 d'Isturitz

Avec des épaisseurs moyennes de *compacta* de 4,5 ± 1,7 mm pour les déchets de débitage et de 5,1 ± 1,5 mm pour les produits, cette industrie est résolument tournée vers l'exploitation de bois de cerf de moyen à gros module (tab. 28-29). Les déchets étant faiblement représentés, il est légitime de poser la question de l'intégrité de la série (tab. 27). Comme nous l'avons évoqué au début de l'étude de cette série, le biais en défaveur des déchets s'explique très bien pour la collection Saint-Périer par le problème de représentativité de la série lié au tri du matériel en défaveur des éléments les plus grands et les plus déterminables (Pétillon, 2006, p. 175), et donc des déchets de débitage au premier chef. En outre, on ne peut pas écarter l'idée qu'une partie du matériel ait migré vers les niveaux II/E sous-jacents à la suite d'évènements taphonomiques post-dépositionnels comme l'attestent certaines datations manifestement trop récentes pour être rapprochées du Magdalénien moyen (Szmidt *et al.*, 2009a, Barshay-Szmidt *et al.*, 2016, Henry-Gambier *et al.*, 2013). Par ailleurs, rappelons que l'absence de parties basilaires nous prive en l'état d'éventuelles indications saisonnières pour ce faciès d'activité.

L'équipement est principalement réalisé sur support en (semi-)volume à partir d'éléments d'andouiller, et dans une moindre mesure de merrain, pour la confection d'outils intermédiaires de gros calibre. Signalons une production complémentaire de baguettes par double rainurage longitudinal essentiellement réalisée à partir d'éléments de merrain dont l'objectif est la réalisation d'outils intermédiaires sur baguette, et dans une moindre mesure d'objets sur baguettes dont les canons typo-métriques ne semblent pas se distinguer des exemplaires réalisés en bois de renne (notamment pour ce qui concerne les dimensions des supports et l'absence de décors). Outre une baguette demi-ronde (fig. 57, n°7) et

une pointe uni-barbelée (fig. 57, n°9) formellement identifiées comme bois de cerf, deux pointes à biseau double (dont fig. 61), une pointe à base fourchue et quatre baguettes demi-rondes sont suspectées d'avoir été elles aussi confectionnées dans ce matériau. Mais en raison de surfaces perlées de dimensions trop réduites sur la face supérieure, nous avons jugé préférable de les laisser taxinomiquement indéterminées. Enfin, notons la présence d'éléments plus singuliers, comme un objet sur baguette dont l'extrémité distale est probablement mousse (fig. 57, n°8), et d'un bâton percé sur andouiller de gros calibre (fig. 59).

5.2.7.3. Le travail du bois de cervidé taxinomiquement indéterminé

Afin d'éviter toute répétition, nous n'allons pas caractériser aussi finement que précédemment les catégories techno-typologiques des vestiges restés taxinomiquement indéterminés des niveaux I/F1 d'Isturitz. Nous allons plutôt essayer de voir dans quelle mesure il est possible d'estimer leur attribution. En effet, avec un taux de détermination élevé (55 % - tab. 37), en particulier pour les pointes de projectile, nous bénéficions d'un pool de données suffisamment important pour tenter de dégager des premières tendances.

Les produits issus d'un débitage longitudinal du bois

Pour ce qui concerne les **pointes à base fourchue**, dans la mesure où 106 spécimens ont été identifiés comme bois de renne sur les 360 exemplaires présents dans la série, alors qu'aucun d'entre eux n'a été formellement reconnu en bois de cerf, il est vraisemblable que la majorité de ces pièces a été réalisée en bois de renne, et ce d'autant plus que les exemplaires en bois de renne et ceux restés taxinomiquement indéterminés partagent des caractéristiques morphométriques communes (tab. 31).

TABLEAU 31. ÉTUDE MORPHOMETRIQUE COMPAREE DES POINTES A BASE FOURCHUE EN BOIS DE RENNE ET DES EXEMPLAIRES RESTES TAXININOMIQUEMENT INDETERMINES DES NIVEAUX I/F1 D'ISTURITZ.

	RENNE		IND.	
	NR	Moyenne et écart-type	NR	Moyenne et écart-type
Longueur moyenne des spécimens compets (mm)	42	97 ± 22	55	95 ± 24
Largeur totale moyenne (mm)	88	10,1 ± 2,2	143	9,4 ± 1,9
Épaisseur totale moyenne (mm)	88	7,7 ± 1,3	143	7,4 ± 1,1
Épaisseur de compacta moyenne (mm)	88	5,5 ± 1,1	143	5,6 ± 1

Avec 24 **pointes à biseau double** réalisées en bois de renne sur les 45 présentes dans la série, il y a fort à parier encore une fois que la majeure partie de ces pièces a été réalisée dans ce matériau (tab. 30). C'est notamment ce que nous indiquent certaines variables morphométriques comme la largeur totale, l'épaisseur totale ou l'épaisseur du tissu compact dont les valeurs mesurées sur les spécimens en bois de renne et ceux restés taxinomiquement indéterminés sont à nouveau très proches (tab. 32). Seule la variable "longueur totale des spécimens complets" ne souscrit pas à cette hypothèse, dans la mesure où

les exemplaires indéterminés sont dans l'ensemble plus longs que ceux réalisés en bois de renne. Le spécimen le plus long étant fortement suspecté d'avoir été réalisé en bois de cerf (fig. 61), il se pourrait qu'une des raisons de ce constat réside dans la présence de longues pointes à biseau double (effilées ?) en bois de cerf dans la série[1].

TABLEAU 32. ÉTUDE MORPHOMETRIQUE COMPAREE DES POINTES A BISEAU DOUBLE EN BOIS DE RENNE ET DES EXEMPLAIRES RESTES TAXINOMIQUEMENT INDETERMINES DES NIVEAUX I/F1 D'ISTURITZ.

	RENNE		IND.	
	NR	Moyenne et écart-type	NR	Moyenne et écart-type
Longueur moyenne des spécimens compets (mm)	14	101 ± 26	19	112 ± 32
Largeur totale moyenne (mm)	20	9,5 ± 2,4	26	9,4 ± 2
Épaisseur totale moyenne (mm)	20	8 ± 1,6	26	7,8 ± 1
Épaisseur de compacta moyenne (mm)	20	5,4 ± 1,5	26	5,5 ± 1,1

FIGURE 61. POINTE A BISEAU DOUBLE, BOIS DE CERVIDE, ISTURITZ, NIVEAU I.
194 x 6 x 6 mm.

[1] Signalons que le second exemplaire suspecté d'avoir été réalisé en bois de cerf mesure 102 mm de long malgré son état fragmentaire, à la différence près qu'il présente un calibre plus important.

Pour le reste de l'équipement, le taux de détermination taxinomique des vestiges étant nettement inférieur, il est impossible en l'état de proposer une appartenance, fût-elle spéculative.

À l'exception de deux spécimens écartés car suspectés de provenir du Magdalénien moyen[1], les 49 fragments de **baguettes demi-rondes** présents dans la série partagent un même morphotype (tab. 30).

Réalisés sur support plat *stricto sensu* de section plano-convexe à quadrangulaire, leur calibre est dans l'ensemble faible à moyen (tab. 33). La distribution des valeurs selon leurs largeurs et leurs épaisseurs est à ce point linéaire qu'il nous paraît peu probable que les exemplaires les plus effilés (parmi lesquels figure une pointe potentiellement réalisée en bois de cerf), ou à l'inverse ceux de plus gros calibre (à section quadrangulaire), représentent des sous-types à part entière (fig. 62). À l'exception d'un exemplaire sub-complet de 178 mm de long, les longueurs ne sont en revanche pas significatives, car tronquées par des fractures. Quand les systèmes d'emmanchement ont pu être documentés, neuf pièces présentent une extrémité fourchue et cinq autres un biseau latéral ou facial. Si la majorité de ces pièces présente des incisions obliques parallèles sur la face inférieure, elles sont en revanche dans l'ensemble dépourvues d'aménagements de surface sur la face supérieure ou sur les bords. Enfin, notons que leur épaisseur moyenne de tissu compact (3,8 ± 1 mm), nettement inférieure à celle des autres catégories d'objets sur baguette (tab. 30), suppose une sélection de la matière première dirigée vers des éléments de petit/moyen module.

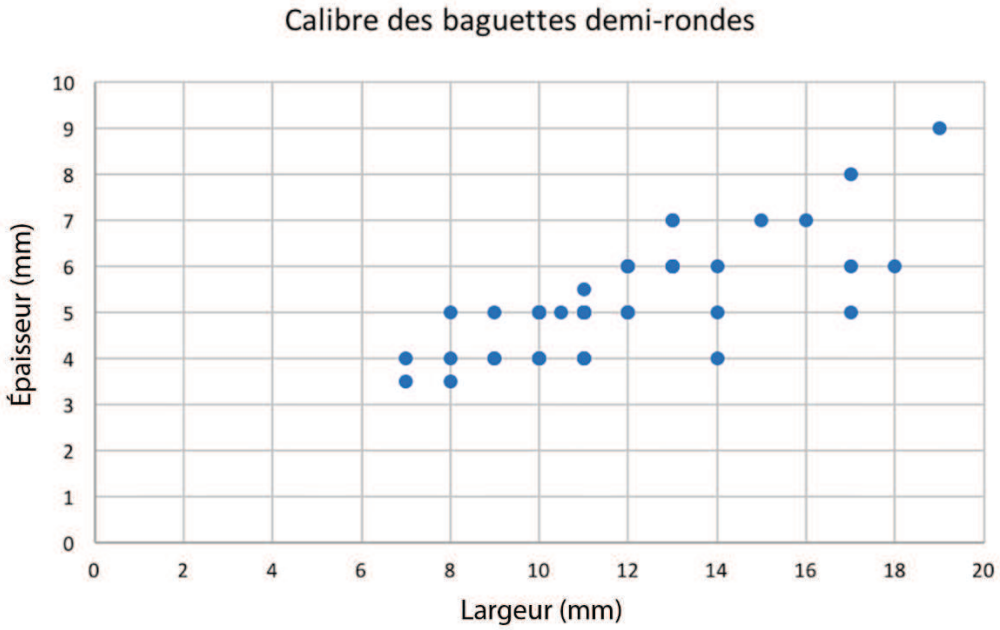


FIGURE 62. REPRESENTATION GRAPHIQUE DU CALIBRE DES BAGUETTES DEMI-RONDES, BOIS DE CERVIDE TAXINOMIQUEMENT INDETERMINE, ISTURITZ, NIVEAUX I/F1.

[1] Pièces réalisées sur support intermédiaire de type baguette qui présentent des aménagements de surface caractéristiques du Magdalénien moyen (récent ?), à savoir dans un cas, des incisions transversales parallèles sur les bords, et dans l'autre une rainure longitudinale sur la face supérieure (cf. chapitre 5.2.5.).

TABLEAU 33. CARACTERISTIQUES MORPHOMETRIQUES DES BAGUETTES DEMI-RONDES RESTEES TAXINOMIQUEMENT INDETERMINEES ISSUES DE NIVEAUX I/F1 D'ISTURITZ.

	BOIS DE CERVIDÉ IND.	
	NR	Moyenne et écart-type
Longueur moyenne des spécimens compets (mm)	NC	NC
Largeur totale moyenne (mm)	52	11,7 ± 2,6
Épaisseur totale moyenne (mm)	52	5,2 ± 1,1
Épaisseur de compacta moyenne (mm)	52	3,8 ± 1

Pour ce qui concerne les **pointes barbelées**, le même constat peut être avancé à quelques nuances près. Ces 35 fragments (dont 21 sont unibarbelés et 12 bibarbelés) témoignent d'une production relativement homogène (tab. 30). Dans l'ensemble, les barbelures sont généralement peu nombreuses, compactes, à bord distal anguleux à rectiligne, faiblement dégagées du fût et moyennement espacées. D'un point de vue métrique, elles présentent un même calibre moyen et une épaisseur de *compacta* témoignant de l'utilisation de bois de moyen/gros module (tab. 34). Deux pièces sortent néanmoins de ce morphotype, à savoir une pointe bi-barbelée miniature, et, à l'opposé, un fragment mésial de pointe uni-barbelée réalisé sur support intermédiaire (de type baguette) de gros calibre dont les barbelures (N = 3) sont faiblement développées. Signalons que ces pièces sont peu, voire pas du tout décorées. En raison d'une largeur totale et d'une épaisseur de tissu compact plus importantes que pour les baguettes demi-rondes, l'origine anatomique de ces vestiges est manifestement plus à rechercher du côté d'éléments de perche/merrain de bois de moyen/gros module (tab. 34).

TABLEAU 34. CARACTERISTIQUES MORPHOMETRIQUES DES POINTES BARBELEES RESTEES TAXINOMIQUEMENT INDETERMINEES ISSUES DE NIVEAUX I/F1 D'ISTURITZ.

	BOIS DE CERVIDÉ IND.	
	NR	Moyenne et écart-type
Longueur moyenne des spécimens compets (mm)	NC	NC
Largeur totale moyenne (mm)	29	13,8 ± 3,1
Épaisseur totale moyenne (mm)	29	8 ± 2,1
Épaisseur de compacta moyenne (mm)	29	5,1 ± 1,3

Pour terminer, la situation n'est pas forcément plus claire en ce qui concerne les **outils intermédiaires sur baguette** dont des exemplaires ont été identifiés dans les deux matériaux (tab. 30). D'un point de vue morphométrique, le recouvrement des valeurs observé entre les spécimens réalisés en bois de cerf et en bois de renne ne permet pas de réattribuer *a posteriori* les spécimens indéterminés (tab. 35). Rappelons que toutes les outils intermédiaires sur baguette de la série présentent une même section circulaire à quadrangulaire, quelle que soit la nature de la matière première concernée.

TABLEAU 35. ÉTUDE MORPHOMETRIQUE COMPAREE DES OUTILS INTERMEDIAIRES SUR BAGUETTE DES NIVEAUX I/F1 D'ISTURITZ EN FONCTION DE LA NATURE DE LA MATIERE PREMIERE.

	RENNE		CERF		IND.	
	NR	Moyenne et écart-types	NR	Moyenne et écart-types	NR	Moyenne et écart-types
Longueur moyenne des spécimens compets (mm)	14	117 ± 76	4	123 ± 16	7	102 ± 28
Largeur totale moyenne (mm)	20	15,1 ± 5,7	3	12,6 ± 1,1	19	12,7 ± 3,5
Épaisseur totale moyenne (mm)	20	11 ± 1,5	4	12,5 ± 1,7	19	10,8 ± 2,5
Épaisseur de compacta moyenne (mm)	20	6,2 ± 2	4	7,5 ± 1,9	19	6,2 ± 1,9

5.2.7.4. Synthèse sur l'exploitation du bois de cervidé dans les niveaux I/F1 d'Isturitz

Retour sur la question de la représentativité de la série

Comme le suspectait Pétillon (2006, p. 175), il y a bien un biais de représentativité de la collection Saint-Périer. Le tableau 36, dans lequel se trouve consignée la part de chaque espèce au sein des effectifs d'industrie sur bois de cervidé, indique que le pourcentage de bois de renne déterminé fut particulièrement impacté étant donné qu'il diminue de moitié entre les collections Passemard et Saint-Périer. Les effectifs de cerf semblent en revanche nettement moins affectés par ce phénomène. Toujours est-il que cela nous conduit pour la suite de ce travail à écarter les effectifs de la collection Saint-Périer.

TABLEAU 36. PART DE CHAQUE ESPECE AU SEIN DE L'INDUSTRIE SUR BOIS DE CERVIDE PAR COLLECTION (EN NOMBRE ABSOLU ET EN POURCENTAGE), ISTURITZ, NIVEAUX I/F1.

	Saint-Périer		Passemard	
	NR/NRt	% NR	NR/NRt	% NR
Renne	112/450	24,9	285/584	48,8
Cerf	22/450	4,9	36/584	6,1

Une série particulièrement bien conservée

Vis-à-vis des autres séries précédemment étudiées, dont le taux de détermination taxinomique se situe généralement entre 25-35 %, celui du niveau F1 d'Isturitz est nettement plus élevé, atteignant 55 % (tab. 37). Qui plus est, avec 28,4 % des effectifs déterminés (soit 250/879 - tab. 30), les produits de débitage sont ici particulièrement bien représentés. Le seul élément que nous retenons pour expliquer ce constat est la bonne préservation des surfaces osseuses, qui aura permis de mettre en évidence plus aisément les éléments anatomiques discriminants (cf. chapitre 3.8.).

TABLEAU 37. TAUX DE DETERMINATION TAXINOMIQUE DES VESTIGES PAR ESPECE (EN %), ISTURITZ, NIVEAU F1.

	NR	% NR
Renne	285	48,8
Cerf	36	6,2
Indéterminé	263	45
Total	584	100

Le bois de renne : principale matière première de l'équipement

Le bois de renne, qui représente 48,8 % de l'industrie en bois de cervidé, fut ici principalement exploité sous la forme de bois de chute de module moyen/gros débités par rainurage longitudinal, dont l'objectif est la production plus ou moins standardisée de pointes de projectile ne présentant que peu d'aménagements de surface (principalement des pointes à base fourchue, et dans une moindre mesure des pointes à biseau double - tab. 30). Selon Pétillon (2006), le nombre de déchets de débitage présents dans la série rend compte de la totalité de la production des objets sur baguette, voire peut-être de l'existence d'une production excédentaire. Les bois de petit module sont quant à eux essentiellement représentés sous la forme de bois de massacre dont l'acquisition s'est déroulée entre les mois d'octobre et mars. Ils seraient plutôt destinés à la production d'objets en volume, et en particulier de bâtons percés. La situation est moins claire pour les baguettes demi-rondes, dont les effectifs arrivent tout de même au troisième rang des productions d'objets sur baguette. S'il est clair que ces pièces présentent une épaisseur moyenne de tissu compact plus faible que les autres catégories de vestiges, des doutes persistent quant à la nature de la matière première utilisée. Enfin, la production qui paraît ici la moins standardisée, qu'il s'agisse des supports utilisés (support plat ou intermédiaire de type baguette, support en volume ou en semi-volume, objets recyclés), des techniques mises en œuvre pour son débitage (rainurage, percussion) ou de la nature de la matière première utilisée (bois de renne ou bois de cerf), reste celle des outils intermédiaires.

Le bois de cerf : un matériau d'appoint destiné à la production d'outils intermédiaires

Le bois de cerf, qui constitue 6,2 % de l'industrie sur bois de cervidé des niveaux I/F1, se trouve représenté dans l'assemblage uniquement sous la forme de spécimens de moyen/gros module (tab. 28 et 30). Du point de vue de l'équipement, ce matériau fut essentiellement utilisé pour la production d'outils intermédiaire [sur baguette et support en (semi-)volume] et, dans une moindre mesure, comme matériau d'appoint destiné à compléter très ponctuellement les productions sur baguettes en bois de renne (pointes de projectile, baguettes demi-rondes, pointes barbelées, bâtons percé, …). Enfin, si les mesures d'épaisseur de tissu compact par espèce et catégorie techno-typologique de vestiges (tab. 28 et 30) témoignent de valeurs légèrement inférieures pour le bois de cerf (de l'ordre de quelques dixièmes de millimètre), il n'en demeure pas moins que dans l'ensemble, l'équipement sur baguette ne diffère pas d'un point de vue typo-métrique d'un matériau à l'autre (ce qui n'est pas le cas pour les objets en volume).

Chapitre 6. Analyse techno-économique de l'exploitation du bois de cervidé dans l'ensemble 2

6.1. La grotte-abri du Moulin à Troubat (Hautes-Pyrénées, France)

La grotte-abri de Troubat documente les différents stades du Magdalénien s'étant succédés entre le début du Dryas ancien et le début de l'Allerød dans les Pyrénées centrales. Les séries qu'elle abrite constituent des cas d'étude privilégiés pour observer la transition entre les dernières sociétés de chasseurs-collecteurs glaciaires et les premières sociétés postglaciaires (Barbaza, 1996a, 1996b, 2011). Les fouilles qui y ont été menées pendant plus de quinze ans offrent un cadre de lecture précis des occupations préhistoriques. Le séquençage stratigraphique en sous-niveaux et la notification des carrés de provenance sur chacune des pièces permet une lecture tridimensionnelle circonstanciée des archives archéologiques.

La grotte-abri de Troubat s'ouvre à 541 m d'altitude dans les retombées de calcaire secondaire formant la bordure septentrionale des massifs nord-pyrénéens du piémont garonnais (fig. 10-11). Située à proximité du bassin de l'Ourse (affluent de la Garonne), cette petite cavité de 100 m^2 est surmontée d'un front de falaise formant abri. Les fouilles dirigées par M. Barbaza de 1986 à 2002 ont concerné deux secteurs situés dans la zone du porche (Barbaza, 1996a, 1996b, 2009, 2011) : un locus interne qui s'étend sur une quarantaine de mètres carrés et une zone externe de 20 m^2 (fig. 63). À l'issue d'une étude taphonomique comparée entre les deux locus, Chevallier (2015, p. 379) conclut qu'"*aucune complémentarité n'a pu être mise en évidence entre les deux secteurs de Troubat, que ce soit en termes d'espèces représentées, de parties anatomiques rejetées ou d'activités documentées. Aucune hypothèse concernant la contemporanéité de l'occupation des deux secteurs ne peut donc être formulée.*"

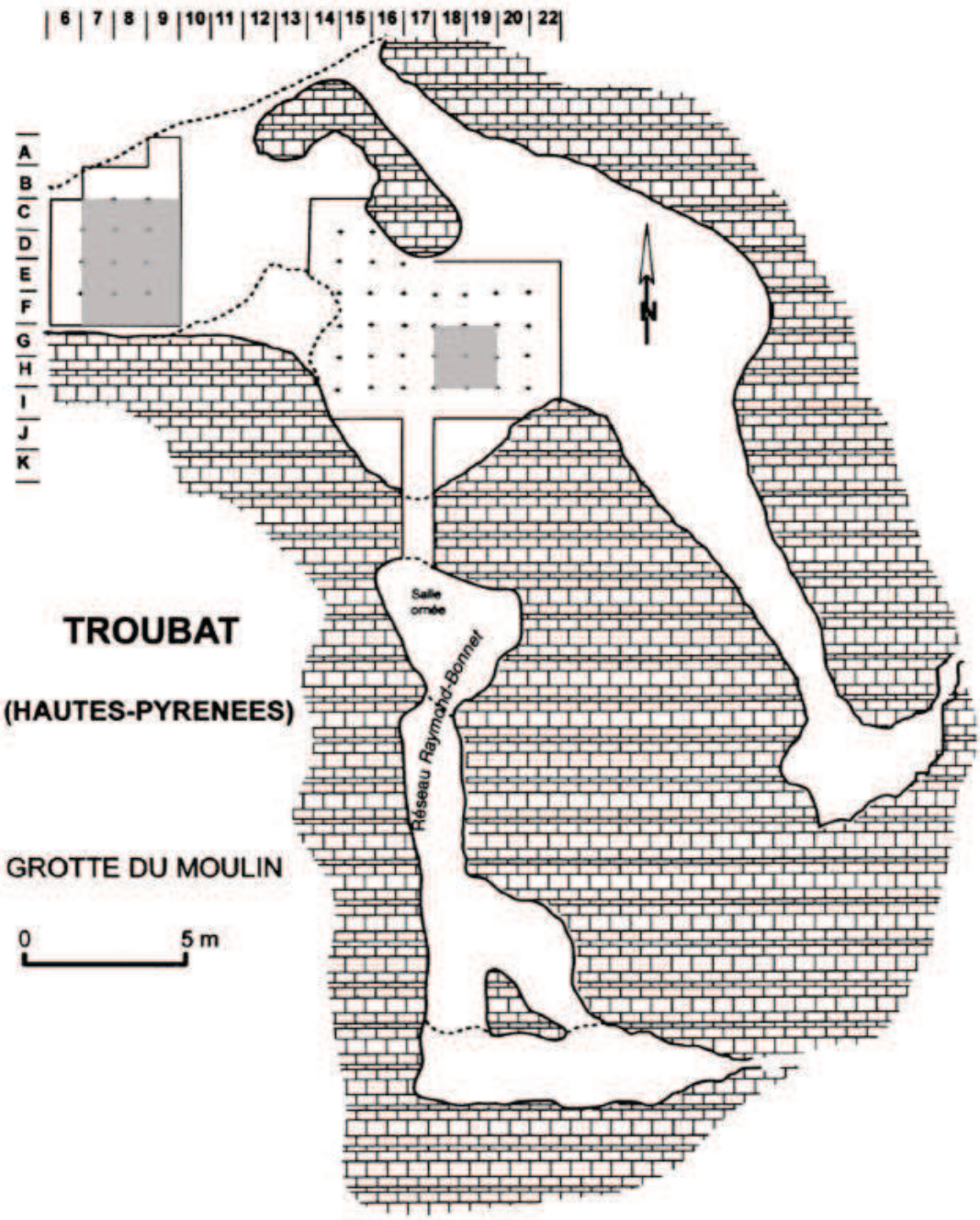


FIGURE 63. PLAN DES FOUILLES DE LA GROTTE DE TROUBAT.
Modifié de Costamagno, 2005 ; en gris les carrés étudiés.

6.1.1. Données géo-stratigraphiques

Les études géologiques préliminaires documentent un remplissage sédimentaire qui rassemble sur près de quatre mètres d'épaisseur des colmatages fluvio-glaciaires - pour les niveaux les plus profonds atteints - et des éboulis de pente venus régler le versant dans lequel s'ouvre la cavité - pour les niveaux supérieurs. Située à l'interface de ces deux ensembles, la couche 9 introduit un élément de séparation nette au sein de la séquence suite au dépôt d'origine interne de sédiments limoneux jaunâtres (fig. 64) (Barbaza, 2009).

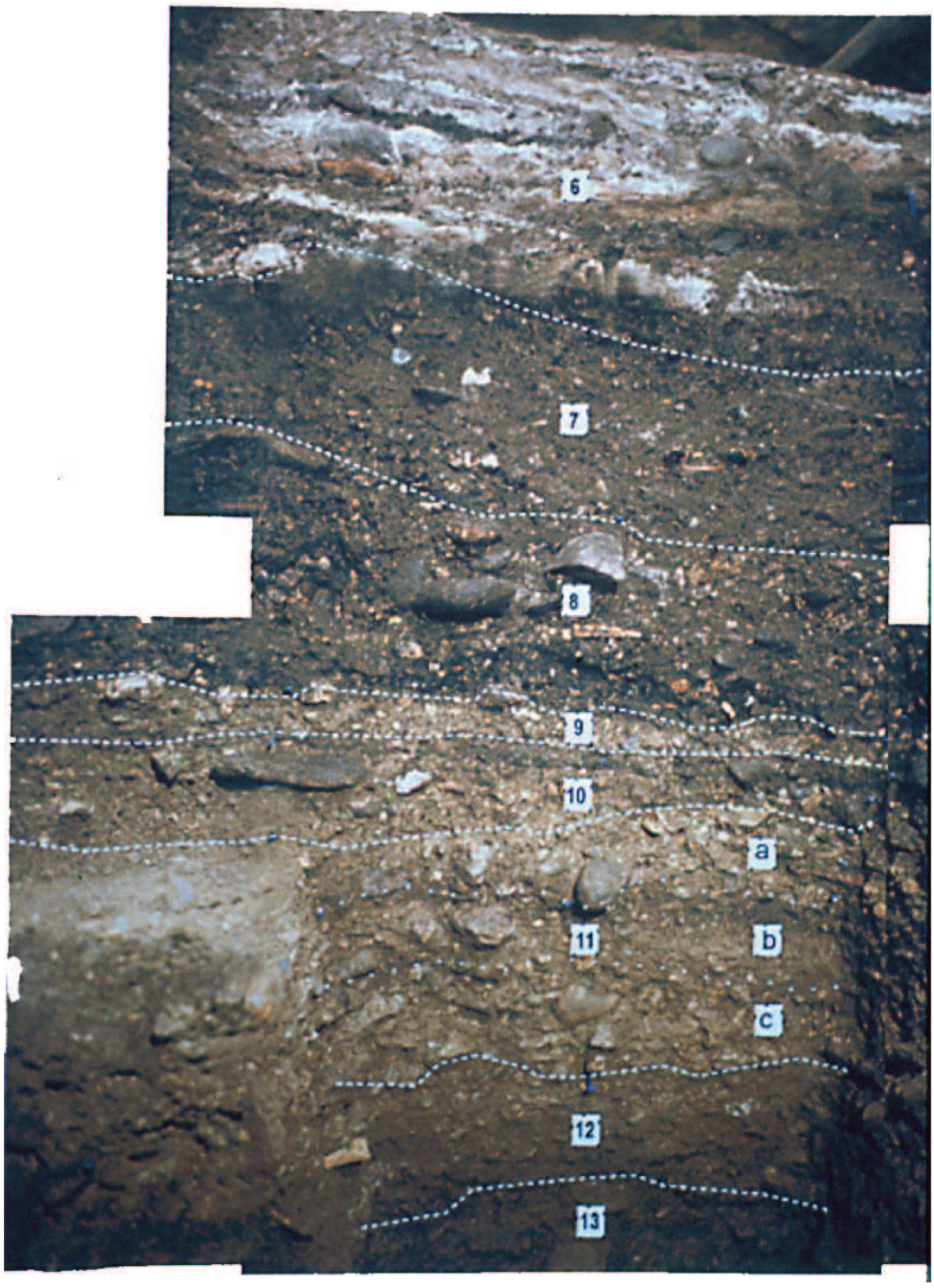


FIGURE 64. STRATIGRAPHIE DE LA ZONE INTERNE.
Photo M. Barbaza.

TABLEAU 38. DATATIONS DES NIVEAUX DE TROUBAT, OXCAL V4.2.3.
Calibration à 94,5 % ; Bronk Ramsey, 2013 (d'après Fat Cheung, 2015).

Code laboratoire	Indication stratigraphique	Nature de l'échantillon	Datation BP	Cal. BP (à 2σ)	Fiabilité physique des dates	Référence bibliographique
Ly-9968/SacA32593	6	os (cerf)	10 225 ± 45	12114-11765	?	Costamagno *et al.*, 2016
Ly5275	6b (base)	charbon	10 765 ± 96	12878-12439	très fiable	Barbaza *et al.*, 1996c
Ly6404	7a	charbon	9530 ± 194	11277-10256	"Très faible quantité de carbone disponible pour la mesure. Il s'est dillué au traitement."	Barbaza *et al.*, 1996c
Ly5272	7b	charbon	11 320 ± 411	14301-12239	"Très faible quantité de carbone disponible, même après traitement."	Barbaza *et al.*, 1996c
Ly913	7 (H18-rel21)	charbon	11 520 ± 100	13552-13156	?	http://www.archeometrie.mom.fr/banadora/
Ly-9969/SacA32594	8	os (cerf)	12 860 ± 60	15600-15145	fiable (AMS)	Costamagno *et al.*, 2016
Ly-9970/SacA32595	8	os (renne)	13 040 ± 60	15846-15335	fiable (AMS)	Costamagno *et al.*, 2016
Ly914	11 (H19-rel 33)	charbon	11 450 ± 95	13462-13109	?	http://www.archeometrie.mom.fr/banadora/
Ly956(OxA)	13 (H19-rel 63)	charbon	14 270 ± 135	17770-16981	?	http://www.archeometrie.mom.fr/banadora/
Gra14937	Réseau Bonnet	os	12 980 ± 70	15779-15270	?	http://www.archeometrie.mom.fr/banadora/

La stratigraphie mise au jour intéresse des occupations du Tardiglaciaire et du début du Postglaciaire. Les études bio-environnementales font apparaître une transformation progressive de conditions climatiques assez rigoureuses vers des ambiances plus douces (Barbaza et Heinz, 1992 ; Heinz et Barbaza, 1998). Au sein des dépôts sédimentaires des deux secteurs de fouille, plusieurs niveaux archéologiques ont été distingués sur la base d'éléments biostratigraphiques et matériels : les niveaux 13 à 11 documentent des occupations attribuées au Magdalénien moyen, les niveaux 10 à 8 au Magdalénien supérieur, le niveau 7 est attribué au Magdalénien final, le niveau 6 à l'Azilien récent, les niveaux 5 à 3 au Sauveterrien moyen-Montclusien, et le niveau 2 à l'âge du Bronze (Barbaza, 1996a, ; 1996b ; 2009) (fig. 64).

6.1.2. Données paléo-environnementales et culturelles relatives aux niveaux 13-8

6.1.2.1. Niveaux 13-11

La seule datation fiable pour cette séquence (certes avec un écart-type élevé) fixe les occupations du niveau 13 au début du Dryas ancien (Ly956-OxA : 14270 ± 135) (tab. 38). La faible quantité de matériel retrouvée dans les niveaux 13 à 11, reflet du rétrécissement de la surface de fouille [(circonscrite à ½ m^2 en fond de sondage (Barbaza, 1997)] et/ou d'occupations éphémères (Barbaza, 1998), limite grandement les interprétations archéologiques. Du point de vue de la faune, les cinquante-trois restes déterminés témoignent d'une exploitation du bouquetin (N = 23) suivi des bovinés (N = 17), du renne (N = 8) et du cheval (N = 5) (Costamagno *et al.*, 2016).

L'étude de l'industrie lithique livre peu d'informations diagnostiques. Les traits du Magdalénien moyen pyrénéen sont reconnus sans percevoir de réelles distinctions de faciès (Barbaza, 2009). La composition de l'industrie osseuse confirme cette attribution chrono-culturelle (*ibid.*). La présence de pointes de Lussac-Angles dans le niveau 12, surmontées dans le niveau 11 par une extrémité distale de crochet de propulseur décoré, d'un fragment de rondelle et d'un contour découpé en forme de poisson (*ibid.*) laisse même envisager un diagnostic plus précis : un scénario dans lequel un Magdalénien moyen récent (niveau 11) succèderait à un Magdalénien moyen ancien (niveau 12). En l'état, seules des datations réalisées sur du matériel caractéristique (i.e., industrie osseuse) pourraient confirmer cette hypothèse.

6.1.2.2. Niveaux 10-8

Bien que les niveaux 10, 9 et 8 correspondent à trois épisodes sédimentaires distincts (Defaye, 1996 ; Barbaza *et al.*, 1999), l'étude des restes anthracologiques témoigne du maintien de conditions climatiques rigoureuses au moment de leur formation respective à la fin du Dryas ancien (Barbaza et Heinz, 1992 ; Heinz et Barbaza, 1998), soit entre 16-15 ka cal BP (tab. 38).

Du point de vue **archéozoologique**, seule la couche 8 a fait l'objet d'une étude quantifiée (Chevallier, 2015). Ce niveau est dominé par le cerf (NR = 626), représenté par 16 individus (tab. 39). Les classes d'âge correspondant aux juvéniles (N = 4) et aux adultes dans la force de l'âge sont les mieux représentées (N = 10). Les profils de mortalité élaborés à partir des restes dentaires, s'ils restent difficiles à interpréter en raison de la taille réduite de l'échantillon (NR = 12), mettent en évidence l'existence d'"*au moins un épisode*

d'acquisition réalisé aux dépens de groupes de femelles et juvéniles à la fin de la bonne saison" (Chevallier, 2015, p. 348). Une partie de la prédation se serait donc exercée au détriment de groupes familiaux dont l'abattage aurait pu être favorisé par le regroupement des individus au moment du rut entre la fin de l'été et le début de l'automne (Chevallier, *op. cit.*). Avec trente-neuf restes identifiés (NMI = deux individus adultes), le renne est la cinquième espèce chassée après le bouquetin (NR = 517), l'isard (NR = 186) et le chevreuil (NR = 61). L'acquisition du gibier et des salmonidés [dont la fréquence ne cesse de croître tout au long de la séquence et ce jusqu'à la transition entre les niveaux 7 et 6 (Le Gall, 2002)] se serait déroulée préférentiellement à la fin de la bonne saison (automne).

TABLEAU 39. NOMBRE MINIMUM D'INDIVIDUS PAR CLASSES D'AGE, ET PAR ESPECE (CERF ET RENNE), TROUBAT, NIVEAU 8.
D'après Chevallier, 2015.

	CERF (NMI)	RENNE (NMI)
0-2 ans	4	0
2-5 ans	2	0
> 5 ans	10 (dont 3 de plus de 8 ans)	2

Les **séries lithiques** se distinguent nettement des assemblages précédents. L'ouverture progressive du spectre des matières premières utilisées vers des ressources autochtones, associée à la présence de quelques rares objets spécifiques (triangles scalènes allongés, pointes à dos courbes, pointe à cran) sont à rapprocher du Magdalénien supérieur pyrénéen (Barbaza, 2009). Cette attribution chrono-culturelle est confirmée par la présence dans l'industrie osseuse de pointes barbelées de morphologie variée (*ibid.*).

Notons en préambule des études techno-économiques que l'état de surface général des pièces indique des conditions de conservation particulièrement bonnes : aucune trace de délitement, de concrétion ou de desquamation n'a été observée. Les seules traces d'agents biologiques détectées sont d'origine animale et proviennent uniquement du niveau 8.

6.1.3. Étude techno-économique de l'industrie sur bois de cervidé des niveaux attribués au Magdalénien moyen (13-11)

L'industrie sur bois de cervidé issue des niveaux 13-11 regroupe seize produits de débitage provenant exclusivement d'un sondage de 4 m^2 réalisé dans le secteur interne de la grotte (fig. 63, zone grisée) (tab. 40-41). Compte tenu des effectifs réduits, toute approche systémique est d'emblée impossible. Tout au plus, pouvons-nous avancer quelques tendances. L'objectif principal de cette production est la confection d'objets sur baguette (N=15) dont l'extraction, lorsqu'elle put être documentée, fut réalisée par rainurage longitudinal. Les pointes de projectile à biseau simple sont majoritaires (5/6) et comptent au minimum trois exemplaires de type Lussac-Angles (Pinçon, 1988) (tab. 41). La catégorie des baguettes demi-rondes est représentée à travers quatre spécimens fragmentés. Les objets réalisés sur baguette présentent dans l'ensemble un calibre faible/moyen (largeurs comprises entre 7-15 mm dans 13 des 15 cas, épaisseurs entre 4-9 mm) et une longueur réduite pour les trois spécimens complets (L = 47-84 mm). Aucun déchet de débitage n'est documenté.

TABLEAU 40. DECOMPTE DE L'INDUSTRIE SUR BOIS DE CERVIDE PAR ESPECE, TROUBAT, NIVEAUX 13-11.

		Niveau 13	Niveau 13/12	Niveau 12	Niveau 11	TOTAL
Déchets de débitage	Renne	0	0	0	0	0
	Cerf	0	0	0	0	0
	Indéterminé	0	0	0	0	0
Produits	Renne	**1**	0	**2**	**3**	**6**
	Cerf	0	0	**1**	0	1
	Indéterminé	**4**	**1**	**2**	**1**	**8**
Frgts. de bois travaillés ind.	Renne	0	0	0	**1**	**1**
	Cerf	0	0	0	0	0
TOTAL		5	1	5	5	16

TABLEAU 41. DECOMPTE DES PRODUITS EN BOIS DE CERVIDE PAR METHODE DE DEBITAGE ET PAR ESPECE ASSOCIE A L'EPAISSEUR MOYENNE DU TISSU COMPACT PAR CATEGORIE TECHNO-TYPOLOGIQUE, TROUBAT, NIVEAUX 13-11.

				Niveau 13		Niveau 13/12		Niveau 12		Niveau 11		TOTAL	
				NR	Ép.*compacta* moyenne (mm)	**NR**	Ép.*compacta* moyenne (mm)	**NR**	Ép.*compacta* moyenne (mm)	**NR**	Ép.*compacta* moyenne (mm)	**NR**	Ép.*compacta* moyenne (mm)
RENNE	Façonnage complet	Extrémité distale propulseur		**0**		**0**		**0**		**1**	6,5	**7**	4,7 ± 2,2
	Débitage longitudinal	Supports (baguettes)		**0**		**0**		**1**	7	**1**	7		
		Baguettes demi-rondes		**1**	2	**0**		**1**	5	**0**			
		Ébauche (indéterminée)		**0**		**0**		**0**		**1**	3		
	Indéterminé			**0**		**0**		**0**		**1**	2,5		
CERF	Débitage longitudinal	Baguette demi-ronde		**0**		**0**		**1**	4	**0**		**1**	4
IND.	Débitage longitudinal	Pointes de Lussac-Angles	Attribution sûre	**2**	5,2 ± 1,2	**1**	5	**0**	4	**0**		**8**	4,4 ± 0,8
			Attribution probable	**0**		**0**		**1**		**0**			
		Pointe à biseau simple		**1**	4	**0**		**0**		**0**			
		Pointe de projectiles ind.		**0**		**0**		**0**		**1**	5		
		Baguette demi-ronde		**1**	3	**0**		**0**		**0**			
		Objets sur baguette indéterminés		**0**		**0**		**1**	4	**0**			
TOTAL NR				**5**		**1**		**5**		**5**		**16**	

6.1.3.1. L'industrie sur bois de renne

Elle rassemble sept objets. Trois d'entre eux présentent une épaisseur de tissu compact strictement supérieure à 6 mm compatible avec un (des) bois de gros module. Parmi ces pièces figure un fragment de baguette brut de débitage présentant à chaque extrémité de sa face inférieure un négatif d'arrachement (voire deux à l'une des extrémités). Cet élément intermédiaire de sectionnement est manifestement le résultat d'une segmentation en trois parties de la baguette initiale par flexion (fig. 65, n°1). Malgré son état fragmentaire, il devait initialement appartenir à un support de gros calibre. Outre la présence d'un objet sur baguette indéterminé en cours de façonnage (ébauche), signalons la présence d'une extrémité distale de crochet de propulseur réalisée sur support en volume retrouvé à la base de la couche 11(b). Ce vestige présente une ornementation sculptée en ronde bosse, soit le type 4 dans la typologie élaborée par Pierre Cattelain (1988), ainsi qu'une perforation circulaire décorée de quelques incisions transversales unifaciales. Compte tenu du façonnage complet de l'objet (au point de laisser affleurer du tissu spongieux à plusieurs endroits) et de son caractère fragmentaire, il est difficile d'être certain de sa provenance anatomique exacte sur la ramure. Son gabarit réduit (dimensions : 28 x 30 x 7 mm) et sa section elliptique aplatie tendraient plutôt à le rapprocher d'un élément palmé (andouiller ou empaumure) de bois de petit/moyen module, tandis que son épaisseur de tissu compact importante (6,5 mm), mesurée au niveau de sa perforation, irait, quant à elle, plutôt dans le sens d'un bois de gros module. En l'état, il nous semble préférable de ne pas statuer sur son module (indéterminé). Signalons enfin la présence dans le niveau 11 d'un élément d'empaumure portant de longues plages de raclage longitudinal sur sa face supérieure (fig. 65, n°2). Cet élément technologiquement indéterminé est à rapprocher d'un bois de gros module en raison de ses dimensions importantes, et ce malgré une faible épaisseur de tissu compact (2,5 mm).

Pour les catégories de bois de module inférieur, deux vestiges réalisés sur support intermédiaire sont probablement issus de bois de petit module. Il s'agit d'un objet sur baguette indéterminé de section circulaire présentant une épaisseur de *compacta* de 3 mm (fig. 65, n°3), et d'un fragment de baguette demi-ronde de calibre moyen dont une des extrémités porte des stigmates probables de sectionnement par raclage longitudinal (fig. 65, n°4). Il ne s'agit pas du seul objet de ce type dans l'assemblage puisqu'un deuxième fragment (mésial) de baguette demi-ronde fut découvert dans le niveau 12 (fig. 65, n°5). S'il partage avec le précédent exemplaire un même calibre moyen et une absence d'aménagement de surface sur la face inférieure, il s'en distingue aussi en raison de sa section quadrangulaire, et d'une épaisseur de compacta supérieure (5 mm), plutôt caractéristique des bois de moyen module.

6.1.3.2. L'industrie sur bois de cerf

La seule pièce identifiée en bois de cerf est un fragment mésial de baguette demi-ronde de moyen calibre. Dénuée de tout aménagement technique de surface sur les deux faces, son épaisseur de tissu compact (4 mm) serait plutôt compatible avec un bois de module moyen (fig. 65, n°6).

FIGURE 65. INDUSTRIE SUR BOIS DE RENNE (1-5) ET SUR BOIS DE CERF (6), TROUBAT, MAGDALENIEN MOYEN.
n^{os}1 (57 x 25 x 8 mm) - 2 (120 x 30 x 7 mm) - 3 (68 x12 x 9 mm) - 4 (45 x 13 x 7 mm) - 5 (71 x 13 x 6 mm) - n°6 : 43 x 15 x 6 mm, (niveau 13 : n°4 ; niveau 12 : n^{os}1, 5, 6 ; niveau 11 : n°s 2-3).

6.1.3.3. Une économie orientée vers l'exploitation du bois de renne

Avec sept pièces réalisées en bois de renne sur seize vestiges présents dans la série, l'industrie sur bois de cervidé des niveaux 13-11 est manifestement tournée vers l'exploitation de cette matière première (tab. 40). Si toutes les catégories de module sont représentées dans l'assemblage (petit, moyen, gros) : il semblerait que les objets sur support en volume et sur support intermédiaire (de type baguette) ont plutôt été réalisés à partir de bois de petit module, contrairement à ceux sur support plat (*stricto sensu*) qui proviennent uniquement de bois de moyen/gros module. Signalons que l'absence de dé-

chets de débitage nous prive de données relatives à la phase d'acquisition de la matière première (abattage ou collectage).

L'exploitation privilégiée du bois de renne vis-à-vis du bois de cerf semble refléter dans cette série les tendances mises en évidence dans la faune où le renne, certes minoritaire, est représenté par huit restes, alors que le cerf en est absent.

6.1.4. Étude techno-économique de l'industrie sur bois de cervidé des niveaux attribués au Magdalénien supérieur (10-8)

L'industrie sur bois de cervidé issue des niveaux 10 à 8 compte 112 vestiges inégalement répartis par secteurs de fouille et par niveaux archéologiques (tab. 42) : le secteur externe (N = 95/112) (fig. 63, zone grisée) et la couche 8 (N = 85/113), regroupent respectivement près de ¾ des vestiges. Si bien que la partie externe de la couche 8 est largement surreprésentée dans le cadre de cette étude (N = 70/112).

L'état de préservation des surfaces osseuses de l'ensemble des vestiges de la série est particulièrement bon. Signalons tout de même que certains vestiges issus de la couche 8 portent des traces de mâchonnement du tissu compact diagnostiques de l'action de carnivores. Notons que si l'essentiel des vestiges est actuellement conservé dans les réserves du Service Régional d'Archéologie de Toulouse, vingt et un d'entre eux ont été retrouvés par Aude Chevallier dans le cadre de sa thèse (Chevallier, 2015) dans des bacs de faune issus du niveau 8.

6.1.4.1. L'industrie sur bois de renne

L'industrie sur bois de renne des niveaux 10-8 regroupe 27 vestiges dont 8 déchets de débitage, 16 produits et 3 vestiges restés indéterminés technologiquement (tab. 42).

TABLEAU 42. DECOMPTE DE L'INDUSTRIE SUR BOIS DE CERVIDE PAR ESPECE, TROUBAT, NIVEAUX 10-8.

		Niveau 10	Niveau 9	Niveau 9/8	Niveau 8	TOTAL	Niveau 8/7	Ind
Déchets de débitage	Renne	**1**	0	0	**7**	8	0	0
	Cerf	0	0	**1**	0	1	0	**1**
	Indéterminé	0	0	0	**4**	4	0	0
Produits	Renne	**3**	0	0	**13**	16	0	**1**
	Cerf	0	0	0	**4**	4	**1**	0
	Indéterminé	**5**	**11**	**5**	**55**	76	**1**	**3**
Frgts. de bois travaillés ind.	Renne	0	0	**2**	**1**	3	0	0
	Cerf	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		9	11	8	84	112	2	5

Déchets de débitage longitudinal

. le débitage de la perche A2 + B

Trois déchets de débitage en triangle double (pour plus de détails voir Averbouh, 2000, p. 163/164) documentent une extraction de baguettes par rainurage longitudinal multiple

depuis la face antérieure de la perche A2 + B et la face postérieure de la perche A2, issus de deux bois de moyen[1] (dont celui illustré en fig. 66, n°1) et d'un bois de gros module (fig. 66, n°2) (tab. 43). Si dans un des cas, des fractures distales sur bois frais ne nous permettent pas de vérifier l'éventuel prolongement du débitage le long de la face antérieure de la perche C (fig. 66, n°1), le débitage des deux autres déchets s'interrompt plus ou moins distinctement dans la partie proximale de la perche C (arrêt du débitage longitudinal associé à la présence de stigmates de sectionnement transversal par percussion tranchante). Notons la présence dans la série de quatre autres déchets de débitage, sous la forme d'éléments en triangle simple, provenant a priori eux aussi de la perche A2 + B de bois de moyen-gros module (épaisseurs se *compacta* comprises entre 4-6,5 mm) (tab. 43).

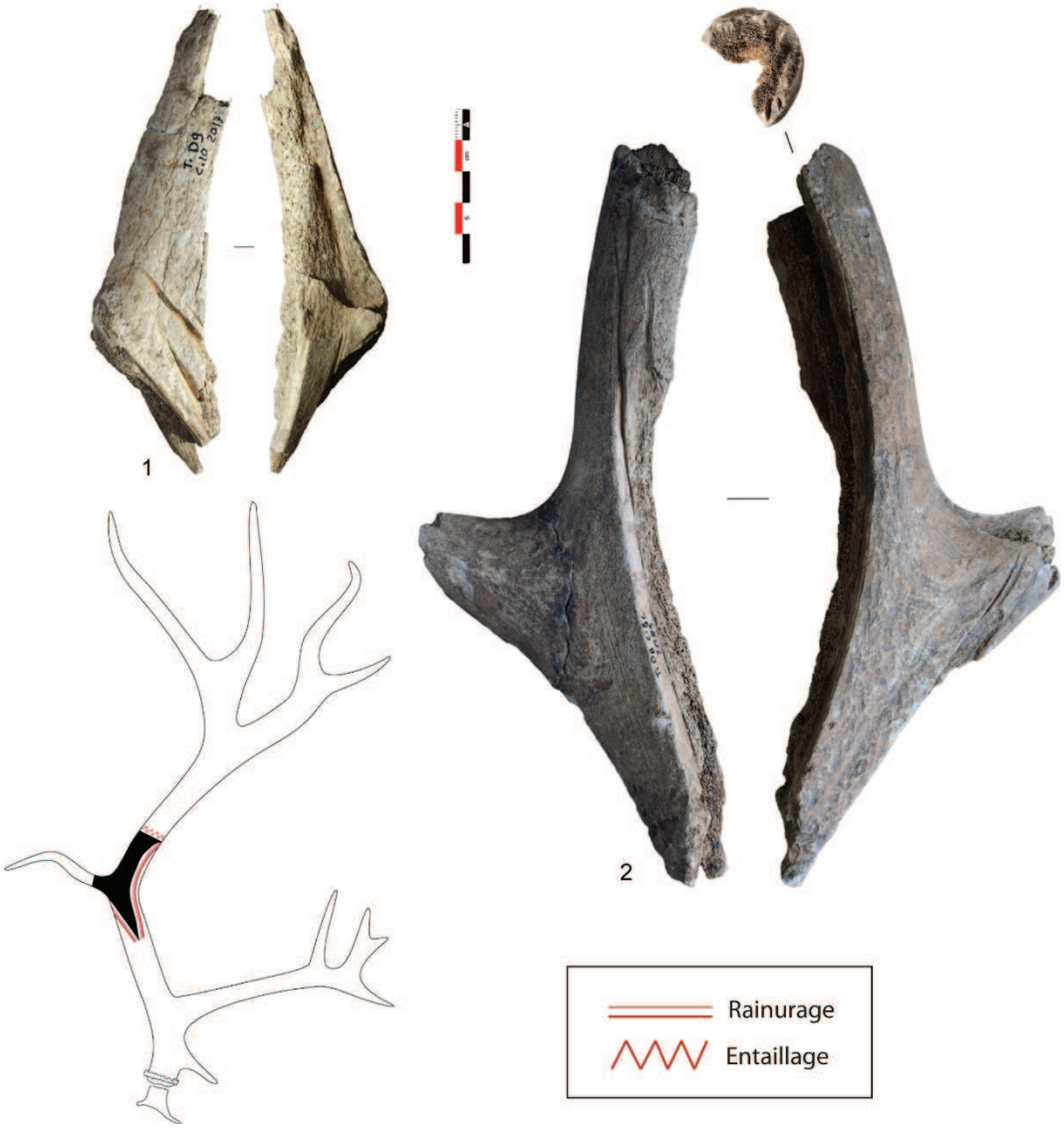


FIGURE 66. DECHETS DE DEBITAGE SUR ELEMENT DE PERCHE A2 + B, BOIS DE RENNE, TROUBAT.
n°1 : couche 10 (147 x 34 x 31 mm) ; n°2 : couche 2 (225 x 72 x 42 mm).

[1] Les deux déchets de bois de moyen module proviennent pour l'un du niveau 10 et pour l'autre du niveau 8.

TABLEAU 43. DECOMPTE DES DECHETS SUR BOIS DE CERVIDE PAR METHODE DE DEBITAGE ET PAR ESPECE ASSOCIE A L'EPAISSEUR MOYENNE DU TISSU COMPACT PAR CATEGORIE TECHNO-TYPOLOGIQUE, TROUBAT, NIVEAUX 10-8.

			C10		C9		C9/8		C8		C8/7		TOTAL	
			NR	Ép.*compacta* moyenne (mm)	**NR**	Ép.*compacta* moyenne (mm)	**NR**	Ép.*compacta* moyenne (mm)	**NR**	Ép.*compacta* moyenne (mm)	**NR**	Ép.*compacta* moyenne (mm)	**NR**	Ép.*compacta* moyenne (mm)
RENNE	Débitage longitudinal	Déchets sur perche A2+B	**1**	5	**0**		**0**		**6**	4,2 ± 0,6	**0**		**8**	4,9 ± 1
	Débitage transversal	Déchets sur perche A1	**0**		**0**		**0**		**1**	6,5	**0**			
CERF	Débitage longitudinal	Déchet sur andouiller	**0**		**0**		**1**	5	**0**		**0**		**1**	5
IND.	Déchet de débitage en triangle sur perche		**0**		**0**		**0**		**4**	3,8 ± 0,7	**0**		**4**	3,8 ± 0,7
TOTAL NR			**1**		**0**		**1**		**11**		**0**		**13**	

Du point de vue de la productivité des bois, les deux éléments issus de bois de moyen module ont livré chacun au minimum trois baguettes de calibre faible/moyen (largeur comprise entre 7-17 mm). En privilégiant l'extraction d'une large (29 mm) et longue baguette depuis la face antérieure du bloc, le débitage du bois de gros module n'aura, quant à lui, produit que deux baguettes (la seconde, extraite depuis la face postérieure, mesure 11 mm de large).

Déchets de débitage transversal

. le débitage sur perche A1

Un déchet de débitage sur partie basilaire de bois de chute de gros module (diamètre médaillon = 38 mm / épaisseur de tissu compact = 6,5 mm) ne documente pas un débitage de baguette mais un sectionnement transversal soigné par percussion tranchante périphérique de la partie mésiale de la perche A1 et de la base de l'andouiller d'œil (fig. 67). La présence de stigmates d'arrachement en escalier situés au-delà de ceux d'entaillage prouve que le sectionnement final de la perche fut réalisé par flexion postéro-antérieure (fig. 67, zoom sur détails).

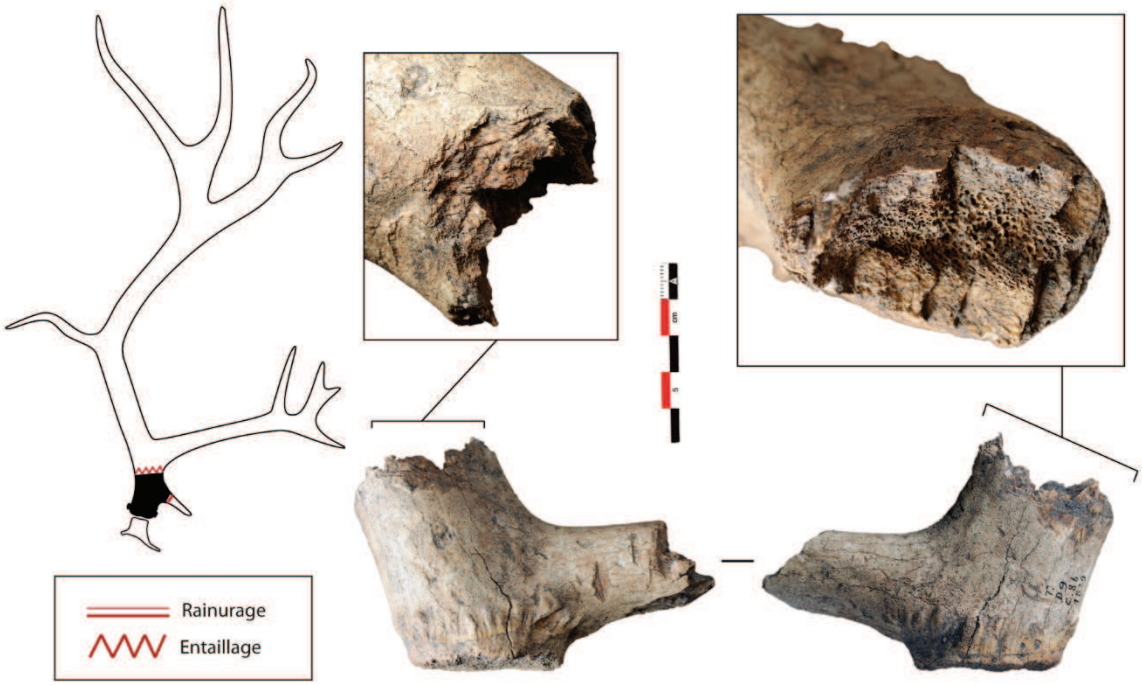


FIGURE 67. DECHET DE DEBITAGE TRANSVERSAL SUR PARTIE BASILAIRE, BOIS DE RENNE, TROUBAT, NIVEAU 8.
62 x 82 x 35 mm.

Synthèse sur les déchets

Signalons avant tout qu'il est difficile de juger ici de la représentativité de la série. L'absence d'éléments d'empaumure et d'andouiller travaillés peut être interprétée de deux façons : soit cela signale une segmentation de la chaîne opératoire selon laquelle ne

sont rapportés sur le site que les éléments de perche, soit cela résulte d'une répartition différentielle des catégories de vestiges sur le site d'habitat (en somme, ces parties anatomiques n'auraient pas été mises au jour lors de la fouille). Pour l'heure, il est impossible de statuer sur la question. Pour être tout à fait exact, signalons qu'une extrémité distale d'andouiller de bois de renne de gros module (ainsi qu'une partie basilaire et une extrémité distale de perche C) fut découverte dans la zone externe. Les seules traces anthropiques visibles sur ces pièces se réduisant à d'éventuels stigmates de percussion tranchante transversale isolés, peu soignés et non-aboutis (associés pour la partie basilaire à des fractures en languettes à la base des deux andouillers et de la perche A2), nous avons décidé de ne les intégrer à cette étude que sous la forme de "bois travaillés" (tab. 42). Qui plus est, elles présentent des altérations physiques de la matière, que nous rapprochons par analogies de l'action de carnivores (Averbouh, 2000, p. 69-70).

En définitive, le débitage du bois de renne dans la série a conduit à l'extraction, par rainurage longitudinal multiple, de deux à trois baguettes de faible/moyen calibre sur chaque élément de perche A2/B. Signalons que pour le bois de plus gros module ce débitage a conduit à l'extraction d'une large (29 mm) et longue baguette depuis la face antérieure de la perche A/B/C (fig. 66, n°2). L'épaisseur de tissu compact de ces neuf déchets de débitage, répartie uniformément entre 3-6,5 mm, reflète l'exploitation d'au minimum deux bois de moyen et gros (Nombre Minimum de Bois travaillés = 4). En tout état de cause, l'exploitation du bois de renne nous semble ici, d'une part centrée sur la perche, et d'autre part réalisée "à exhaustion".

En l'absence de bois de massacre dans la série, et mis à part le bois de chute de gros module dont la chute est intervenue pendant l'hiver, nous ne bénéficions d'aucune donnée de saisonnalité probante pour ce faciès d'activité.

Les produits issus d'un débitage longitudinal du bois

Les produits en bois de renne issus d'un débitage longitudinal sont tous des baguettes, et objets sur baguette, de calibre moyen/gros (tab. 44).

. Baguettes

Les deux seuls supports restés complètement bruts de débitage ne proviennent pas du même niveau. Le premier provient de la couche 8 (zone externe). Il s'agit d'un fragment de baguette de calibre moyen débité par double rainurage longitudinal (fig. 68, n°1). Sa section trapézoïdale couplée à la présence d'une arrête plus ou moins marquée le long de sa face supérieure suggèrent que ce support intermédiaire devait avoir pour origine anatomique le bord d'un élément plus ou moins aplati (i.e., andouiller, empaumure ou extrémité distale de perche C). Sa faible épaisseur de tissu compact (3 mm) est semble-t-il plutôt compatible avec un bois de petit module. Son état de surface médiocre pourrait également refléter l'action de carnivores[1].

[1] Signalons que les quatre pièces présentant des altérations taphonomiques de surface ont été retrouvées à proximité sur quatre mètres carrés de la zone externe.

TABLEAU 44. DECOMPTE DES PRODUITS EN BOIS DE CERVIDE PAR METHODE DE DEBITAGE ET PAR ESPECE ASSOCIE A L'EPAISSEUR MOYENNE DU TISSU COMPACT PAR CATEGORIE TECHNO-TYPOLOGIQUE, TROUBAT, NIVEAUX 10-8.

				C10		C9		C9/8		C8		C8/7		TOTAL	
				NR	Ép.*compacta* moyenne (mm)	**NR**	Ép.*compacta* moyenne (mm)	**NR**	Ép.*compacta* moyenne (mm)	**NR**	Ép.*compacta* moyenne (mm)	**NR**	Ép.*compacta* moyenne (mm)	**NR**	Ép.*compacta* moyenne (mm)
RENNE	Débitage longitudinal	Objets sur baguette indéterminés		**0**		**0**		**0**		**9**	4,3 ± 1	**0**		**16**	5,2 ± 1,2
		Outils intermédiaires		**1**	7	**0**		**0**		**2**	5,5 ± 0,7	**0**			
		Pointe à biseau double		**0**		**0**		**0**		**1**	7	**0**			
		Objet à extrémité mousse		**1**	5,5	**0**		**0**		**0**		**0**			
		Baguettes (support)		**1**	6	**0**		**0**		**1**	3	**0**			
CERF	Débitage longitudinal	Baguettes (support)		**0**		**0**		**0**		**3**	4,8 ± 1,1	**1**	5	**5**	4,5 ± 1
	Débitage transversal	Outil intermédiaire		**0**		**0**		**0**		**1**	3	**0**			
IND.	Débitage longitudinal	Pointes de projectiles	Pointes à biseau simple	**0**		**1**	5	**0**		**0**		**0**		**77**	4,4 ± 0,8
			Pointes à biseau double	**0**		**0**		**1**	5	**1**	6	**0**			
			Indéterminées	**1**	4	**2**	5 ± 1	**1**	5	**5**	4,2 ± 0,8				
		Pointes barbelées	unibarbelées	**3**	5 ± 0,7	**2**	4,5 ± 0,5	**0**		**6**	4,6 ± 0,7	**0**			
			bibarbelées	**0**		**0**		**0**		**5**	4,6 ± 0,7	**0**			
			indéterminées	**0**		**1**	6	**0**		**5**	5,2 ± 1	**0**			
		Barbelures		**0**		**0**		**0**		**13**	3,7 ± 0,5	**0**			
		Baguette demi-ronde		**0**		**0**		**1**	3	**0**	4,3 ± 0,8	**0**			
		Objets sur baguettes indéterminés		**1**	4,5	**2**	5,5 ± 0,5	**1**	4	**13**		**1**	8		
		Baguettes (support)		**0**		**3**	4 ± 0,5	**0**		**6**	4,9 ± 1	**0**			
		Indéterminés		**0**		**0**		**1**	5	**1**	4	**0**			
TOTAL NR				**8**		**11**		**5**		**72**		**2**		**98**	

FIGURE 68. FRAGMENTS DE BAGUETTES BRUTES DE DEBITAGE, BOIS DE RENNE, TROUBAT.
n°1 : couche 8 (59 x 19 x 9 mm), n°2 : couche 10 (69 x 26 x 11 mm).

Le deuxième fragment de baguette provient de la couche 10 (zone interne). Réalisé sur support plat de section trapézoïdale, il présente un calibre et une épaisseur de tissu compact élevés (6 mm) compatibles avec un élément de perche de bois de gros module (fig. 68, n°2). La principale différence entre ces deux pièces réside dans la méthode de débitage mis en œuvre pour leur extraction. En effet, la présence de pans de fractures longitudinaux de chaque côté du second exemplaire documente un débitage par fracturation, tandis que l'exemplaire n°1 fut débité par double rainurage longitudinal.

À l'aune du débat qui se tient actuellement autour de la place de la percussion au sein des industries osseuses préhistoriques et notamment vis-à-vis du traitement réservé au bois de cervidé (Alain *et al.*, 1974 ; Rigaud, 2004, 2007 ; Averbouh et Pétillon, 2012 ; Pétillon et Ducasse, 2012 ; Baumann et Maury, 2013 ; Baumann, 2014), la présence de ce type de débitage à la fin du Paléolithique supérieur ne paraît pas incongrue. L'absence de points

d'impact sur cette pièce, complique toutefois sa lecture technique. En l'état actuel des connaissances, la rectitude de ces deux pans de fractures, qui plus est parallèles entre eux, rapproche ce vestige d'un débitage par percussion diffuse directe (Baumann, 2014, et en particulier le n°I, fig. 37, p. 103).

. Les outils intermédiaires

Parmi les objets sur bois de renne dont les déterminations taxinomique et typologique furent possibles de manière concomitante, la catégorie la plus représentée est celle des outils intermédiaires de première intention sur baguette (support plat) de section quadrangulaire à circulaire (N = 3) (tab. 44). Ces pièces présentent un écrasement des fibres osseuses (parfois associé à des enlèvements d'esquilles) situé, en fonction des fractures, à l'une des extrémités de l'objet. Sur les trois spécimens identifiés, un seul est complet (fig. 69). Bien qu'il soit entièrement façonné, son profil rectiligne et son épaisseur de tissu compact importante (6,5 mm) le rapprochent d'un élément de bois de gros module. Si d'un point de vue morphométrique ces quatre vestiges sont très proches les uns des autres (largeurs comprises entre 12-15 mm / épaisseurs entre 9-11 / épaisseur de tissu compact entre 5-7 mm), leur degré de façonnage varie d'une pièce à l'autre : de surfaces restées entièrement brutes de débitage à la mise en place d'aménagements de surface sous la forme de motifs en chevrons contigus le long des deux côtés du fût [souvent présents sur cette catégorie d'objets (Allain et Rigaud, 1986)] ou de la face supérieure.

FIGURE 69. OUTIL INTERMEDIAIRE SUR BAGUETTE, BOIS DE RENNE, TROUBAT, COUCHE 8.
111 x 15 x 11 mm.

. Pointe de projectile à biseau double

Notons la présence d'un fragment mésio-proximal de pointe à biseau double de gros calibre et de section elliptique issue du secteur interne (fig. 70). Cette pièce totalement façonnée est attribuée à un bois de renne en raison d'une trame de tissu spongieux serrée associée à une épaisseur de tissu compact importante (7 mm). D'un point de vue typométrique, son biseau double nous paraît trop long (39 mm) et d'une facture trop soignée pour être confondu avec une extrémité distale biseautée d'outil intermédiaire de première intention. La présence de fractures sur bois frais prononcées en dents de scie à chacune de ses extrémités, associée, qui plus est, en proximal à des enlèvements d'esquilles osseuses, témoigne de son réemploi en percussion indirecte (fig. 70, zoom sur détails). En définitive, il s'agit d'un fragment mésio-proximal de pointe à biseau double de gros calibre recyclée comme pièce intermédiaire.

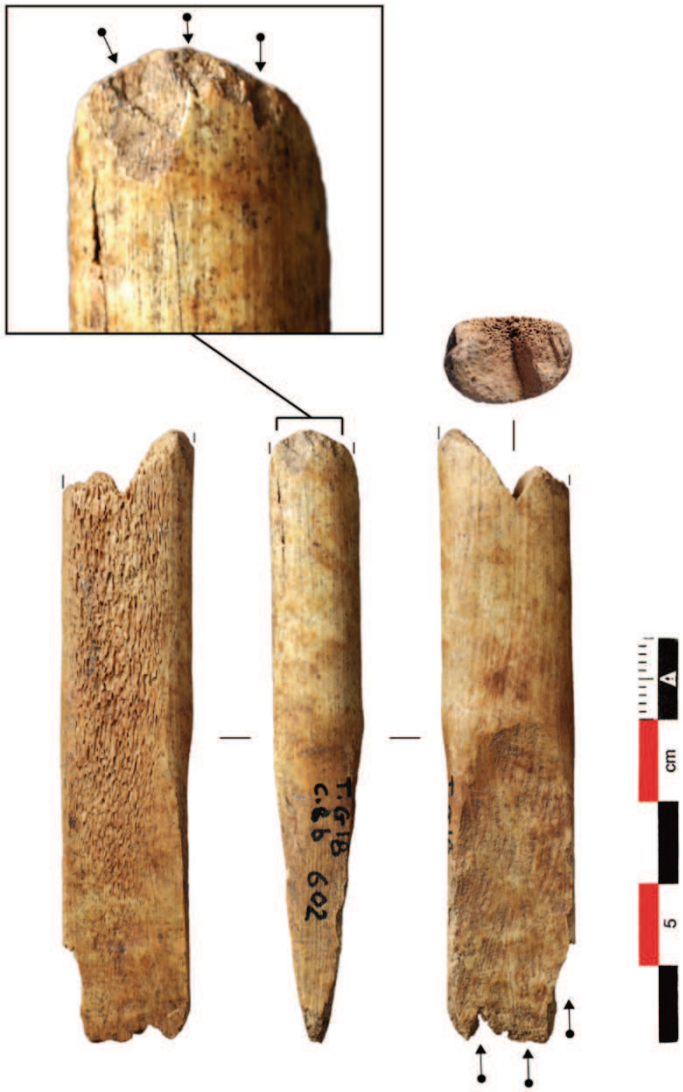


FIGURE 70. POINTE A BISEAU DOUBLE RECYCLEE COMME OUTIL INTERMEDIAIRE, BOIS DE RENNE, TROUBAT, COUCHE 8.
73 x 16 x 11 mm.

. Objet sur baguette à extrémité distale mousse

Il s'agit d'un long fragment mésio-distal de baguette de moyen calibre dont l'attribution à un bois de renne s'appuie, entre autres, sur la présence de deux gouttières serpentiformes sur sa face supérieure (fig. 71). Le fait que son contour soit relativement rectiligne, que sa section soit quadrangulaire et qu'il soit réalisé sur un support plat (*stricto sensu*), nous incite à penser qu'il provient d'un élément de perche de bois de moyen module (épaisseur de *compacta* de 5,5 mm). Sa face inférieure, ses deux bords et son extrémité distale ont été façonnés par raclage longitudinal. Son extrémité distale émoussée présente, quant à elle, des surfaces d'impressions couvrantes incompatibles avec un travail en percussion. L'hypothèse d'une utilisation comme compresseur destiné au travail de matériaux durs par pression (matières siliceuses), nous paraît la plus adaptée. Les travaux récents de Baumann (2014) indiquent que la variabilité des longueurs des compresseurs pourrait refléter des différences en termes d'utilisation : les compresseurs les plus longs (comme celui-ci), comme les plus petits, ayant pu être utilisés emmanchés (*ibid*, p. 142).

FIGURE 71. OBJET SUR BAGUETTE A EXTREMITE DISTALE MOUSSE, BOIS DE RENNE, TROUBAT, NIVEAU 10, SECTEUR EXTERNE.
155 x 14 x 9 mm.

. *Objets sur baguette indéterminés*

Sur les seize produits identifiés, sept sont des objets sur baguette en partie façonnés par raclage longitudinal dont le degré de fragmentation empêche toute détermination typologique certaine. Ces objets sur baguette indéterminés sont majoritairement des fragments mésiaux de calibre moyen (largeur comprise entre 12-21 mm et épaisseur entre 6-9 mm), de section quadrangulaire ou ovalaire, présentant une épaisseur de tissu compact comprise entre 3-6 mm. Deux d'entre eux sont identifiés, en outre, comme étant des déchets de façonnage/recyclage par la présence de stigmates de sectionnement par rainurage unifacial transversal dans un cas (fig. 72, n°1), et flexion dans l'autre (fig. 72, n°2).

FIGURE 72. DECHETS DE FAÇONNAGE/RECYCLAGE, OBJETS SUR BAGUETTE INDETERMINES, BOIS DE RENNE, TROUBAT, NIVEAU 8.
n°1 : 85 x 12 x 7 mm ; n°2 : 49 x 21 x 9 mm.

Comparaison entre les déchets et les produits

Il est difficile d'être certain que l'ensemble des produits de débitage en bois de renne présents dans la série soit compatible avec le nombre de déchets y figurant. Pour autant, les caractéristiques métriques des objets réalisés sur baguette [largeurs comprises entre 12-26 mm, épaisseurs totales comprises entre 7-11 mm, et épaisseur de *compacta* qui s'échelonne entre 3-6 mm pour huit pièces et entre 6-7 mm pour les cinq autres (tab. 44)] sont tout à fait cohérentes avec celles relevées sur les négatifs d'extraction de baguette des déchets de débitage [largeurs comprises entre 7-29 mm et épaisseurs de tissu compact comprises entre 3-6,5 mm (4,9 ± 1 mm de moyenne - tab. 43)]. Du point de vue du calibre des bois utilisés, le croisement des données relatives à l'ensemble des catégories technologiques plaide pour une exploitation relativement paritaire de bois de moyen et gros module.

Synthèse sur l'exploitation du bois de renne

Ainsi, il apparaît que l'exploitation du bois de renne dans les niveaux 10-8 de Troubat est orientée vers l'extraction de baguettes à partir d'éléments de perche A2/B (faces antérieure et postérieure) de bois de moyen/gros module. L'équipement est constitué exclusivement d'objets sur baguette, généralement de calibre moyen et de section variable (circulaire, quadrangulaire, trapézoïdale), parmi lesquels les outils intermédiaires de première intention plus ou moins décorés sont majoritaires. Si un fragment de pointe à biseau double, un probable compresseur et divers objets indéterminés complètent cette panoplie, il ne fait aucun doute, au vu des effectifs restés taxinomiquement indéterminés, que d'autres pointes de projectile devaient y figurer (tab. 44). Enfin, si le procédé de débitage majoritairement mis en œuvre dans ce contexte est le rainurage longitudinal multiple, deux vestiges témoignent de l'existence de variantes certes ponctuelles : un déchet de débitage sur partie basilaire documente un sectionnement transversal de la perche A1 par entaillage et flexion, et un fragment de baguette isolé retrouvé à l'intérieur de la grotte illustre un débitage par percussion directe diffuse.

6.1.4.2. L'industrie sur bois de cerf

L'industrie sur bois de cerf compte cinq vestiges issus de la couche 8 dont quatre proviennent de la zone externe (tab. 42).

Les déchets issus d'un débitage longitudinal du bois

Le seul déchet identifié en bois de cerf est un fragment d'andouiller de bois de gros module (épaisseur *compacta* = 5 mm) issu de l'interface entre les couche 9-8 (zone externe) (fig. 73). Il présente à sa base des stigmates de sectionnement transversal par percussion tranchante périphérique. Une longue baguette de calibre moyen (longueur = 231 mm / largeur = 17 mm, mesures prises à partir des négatifs d'extraction) fut extraite par double rainurage le long de son fût. Un écrasement ponctuel des fibres osseuses visible sur un des négatifs d'extraction documente l'utilisation d'un outil intermédiaire pour faciliter le dégagement du support.

FIGURE 73. DECHET DE DEBITAGE SUR ANDOUILLER, BOIS DE CERF, TROUBAT, COUCHE 8-9.
231 x 43 x 36 mm.

Les produits

. Baguettes (supports)

Trois fragments de baguette résultant d'un débitage longitudinal du bois sont présents dans la série. L'un est de calibre moyen[1] (fig. 74, n°1), alors que les deux autres sont de gros calibre (fig. 74, n°s 3 et 4). L'épaisseur de tissu compact relevée sur les exemplaires n°s 1-2 est comprise entre 4,5-5 mm. En l'état, il paraît impossible de statuer sur leur origine anatomique puisqu'ils pourraient aussi bien provenir d'éléments de merrain de bois de moyen module que d'éléments d'andouiller de bois de gros module. En revanche, les deux autres baguettes, en raison de leur gabarit important, peuvent être replacées sans trop de difficulté sur le bloc de matière première.

[1] À titre indicatif nous avons également illustré en figure 74 (n°2) un second fragment de baguette de moyen module réalisé en bois de cerf provenant de l'interface entre les niveaux 8/7 (pièce qui n'a pas été intégrée dans les décomptes).

FIGURE 74. FRAGMENTS DE BAGUETTES EN BOIS DE CERF, TROUBAT, COUCHE 8.
n°1 (78 x 9 x 9 mm), n°3 (155 x 20 x 21 mm), n°4 (183 x 29 x 9 mm) ; couche 7/8 : n°2 (78 x 11 x 8 mm).

La première pièce, en raison de son gabarit massif, d'une épaisseur de *compacta* importante (6,5 mm), de la rectitude de ses bords et surtout de la présence de longues gouttières rectilignes et parallèles sur sa face supérieure provient manifestement du merrain A (face postérieure ?) d'un bois de gros module (fig. 74, n°3). Comme les deux fragments de baguettes de calibre moyen précédemment mentionnés, cette pièce fut débitée par double rainurage longitudinal auquel s'ajoutent, dans son cas, des stigmates profonds de sectionnement par percussion tranchante transversale à une extrémité. Ces trois pièces présentent une même section quadrangulaire et un même état brut de débitage.

La seconde pièce en raison de sa courbure, de la convergence de ses bords, de sa section aplatie et de sa faible épaisseur de tissu compact (3,5 mm) provient très probablement d'un andouiller de bois de cerf de gros module (fig. 74, n°4). Sa largeur importante n'est toutefois pas compatible avec les valeurs mesurées sur les négatifs d'extraction du déchet illustré en figure 73. Si cette baguette présente, elle aussi, des stigmates de percussion transversale tranchante au niveau de son extrémité proximale (témoin manifeste d'une phase initiale de sectionnement de l'andouiller), ses modalités de débitage doivent être discutées. En effet, des pans de fractures présents de chaque côté de la partie mésio-distale du support documentent un travail de la matière par percussion, à l'instar de la baguette en bois de renne précédemment décrite (fig. 68, n°2). À ce titre, notons que ces deux pièces, bien que n'ayant pas été retrouvées dans le même niveau archéologique (niveau 10 pour l'exemplaire en bois de renne et niveau 8 pour celui en bois de cerf), sont issues du même carré de fouille (H19), à l'intérieur de la grotte. Mais plus encore, le dégagement d'une lèvre située à la jonction de la face supérieure et des deux bords du support ainsi que d'un point d'impact clairement identifié ne laisse aucun doute quant à un travail de la matière par percussion directe diffuse (cf. zoom sur les détails). Contrairement aux autres baguettes en bois de cerf, son façonnage avait déjà débuté avant son abandon. Au niveau de son extrémité distale, des stries de raclage longitudinal recouvrent les pans de fracture sur un des bords du support. Pour ce qui est de l'extrémité proximale, la lecture technique de la pièce est plus délicate. Ses 4-5 premiers centimètres ne présentent aucune trace de percussion mais des stries de raclage longitudinal d'un côté et un pan de rainurage longitudinal de l'autre, stigmates qui ne recoupent à aucun endroit les pans de fracture mésiaux. Il nous est donc impossible d'établir ici une chronologie relative des gestes techniques.

. *Outil intermédiaire*

Un fragment d'andouiller de bois de cerf de moyen/gros module (épaisseur de la *compacta* = 3 mm, circonférence = 70 mm), présentant à sa base des stigmates de sectionnement par percussion tranchante transversale périphérique, fut utilisé en percussion indirecte (fig. 75). En témoignent, les traces d'écrasement des fibres osseuses présentes au niveau de son extrémité proximale et celles d'enlèvement d'esquilles osseuses en distale. En outre, la présence de deux pans de rainurage parallèles disposés de part et d'autre de son fût, documente une phase initiale d'extraction de baguette de moyen/gros calibre (largeur mesurée au niveau des négatifs d'extraction = 22 mm). L'artisan s'est donc appuyé sur l'extraction d'une baguette pour initier le façonnage de son outil intermédiaire dont la finition (à savoir l'aménagement du biseau double distal) fut réalisée par raclage longitudinal. En d'autres termes, il s'agit d'un déchet de débitage de baguette recyclé comme outil intermédiaire de gros calibre.

FIGURE 75. OUTIL INTERMEDIAIRE SUR ANDOUILLER, BOIS DE CERF, TROUBAT, COUCHE 8.
126 x 24 x 22 mm.

Comparaison entre les déchets et les produits

Les largeurs mesurées sur les négatifs d'extraction des deux déchets de débitage présents dans la série[1] (17 et 22 mm) sont compatibles avec celles mesurées directement sur trois des quatre supports identifiés. Malgré tout, ils ne peuvent rendre compte à eux seuls de la production de l'ensemble des objets réalisés en bois de cerf dans la série, aussi peu nombreux soient-ils [Nombre Minimum de Restes en bois de cerf = 4 (tab. 44)]. La sous-représentation surprenante des éléments de merrain dans ce contexte (à titre indicatif une seule pièce se rapporte à cette origine anatomique contre trois pour les éléments issus d'andouillers) est tout à fait inattendue. Encore une fois, la question de la représentativité de la série écarte d'emblée toute tentative d'interprétation économique (segmentation de la chaîne opératoire, ou au contraire exploitation à " exhaustion" des éléments de merrain au point de ne laisser plus aucun témoin).

Synthèse sur l'exploitation du bois de cerf

L'industrie du bois de cerf des niveaux 10-8 est donc tournée vers l'exploitation d'au moins un bois de cerf de moyen/gros module afin de produire au minimum un outil intermédiaire de gros calibre sur épois et des baguettes de calibre moyen/gros essentiellement à partir d'éléments d'andouiller par double rainurage longitudinal (rappelons toutefois qu'une baguette fut extraite depuis le merrain A d'un bois de gros module). En

[1] Nous entendons ici le déchet de débitage sur andouiller illustré en figure 73 et celui recyclé comme outil intermédiaire illustré en figure 73.

l'absence d'objets façonnés sur baguette, la destinée fonctionnelle de ces supports reste encore inconnue (pointes de projectile ?). Comme pour le bois de renne, signalons la présence isolée d'une baguette débitée (en partie) par percussion directe.

6.1.4.3. L'industrie sur bois de cervidé indéterminé

Les vestiges en bois de cervidé indéterminés comptent quatre-vingt-quatre exemplaires principalement issus du secteur externe de la couche 8 (tab. 43-44).

Les déchets issus d'un débitage longitudinal du bois

Quatre déchets de débitage en triangle simple documentent une extraction de baguettes *a priori* à partir d'éléments de perche/merrain par rainurage longitudinal multiple. Ils proviennent tous de la couche 8, et trois sont issus de la zone externe. Leur épaisseur de tissu compact étant comprise entre 3-4,5 mm (mesures prises au niveau de la perche B ou à la jonction entre le merrain A/B), ils sont compatibles avec des bois de petit/moyen module. Des pans de fractures identifiés au niveau de la face inférieure de deux d'entre eux indiquent qu'ils furent détachés du bloc par arrachement après extraction des baguettes.

Les produits issus d'un débitage longitudinal du bois

. *Les supports (baguettes)*

Neuf fragments de baguettes restés brutes de débitage issus des niveaux 8-9 ont été retrouvés dans la zone externe de la grotte (tab. 44). Il s'agit principalement de fragments mésiaux de calibre faible/moyen (huit d'entre eux présentent une largeur qui s'échelonne entre 7-14 mm et une épaisseur comprise entre 3-11 mm) et de section quadrangulaire (et dans 2 cas elliptiques). La présence d'un pan de rainurage le long de chacun des côtés de leurs côtés témoigne d'un débitage par rainurage longitudinal. Leurs épaisseurs de tissu compact s'échelonnent entre 3-7 mm, si bien qu'il est impossible de les rapprocher d'une catégorie de module précise. Trois d'entre eux portent à une extrémité des stigmates de sectionnement transversal (sciage bifacial ou raclage en diabolo périphérique) diagnostiques d'une phase de segmentation du support. Pour l'un deux s'ajoutent, à l'autre extrémité, des stigmates de sectionnement par percussion tranchante visant à délimiter transversalement la longueur initiale de la future baguette.

. *Pointe de projectile à biseau simple*

Une courte pointe de projectile effilée de calibre moyen (59 x 9 x 7 mm), à l'extrémité distale émoussée fut retrouvée dans la partie externe de la couche 9. Son long biseau simple (32 mm) pourrait la rapprocher des exemplaires de type Lussac-Angles (Pinçon, 1988) retrouvés dans les niveaux attribués au Magdalénien moyen. Toutefois, sa section elliptique, l'absence de rainures uni- ou bifaciales sur sa partie mésiale, assorties du fait que le matériel attribué au Magdalénien moyen soit manifestement circonscrit à l'intérieur de la grotte, nous convainquent du contraire.

. *Pointes de projectile à biseau double*

Deux fragments proximaux de pointes à biseau double ont été retrouvés dans les niveaux 8-9 de la zone externe (tab. 44). Ils portent tous les deux des fractures en languette prononcées identifiées au niveau du biseau pour l'un (fig. 76, n°1) et juste au-delà pour l'autre (fig. 76, n°2). Leur calibre est moyen (largeurs comprises entre 12-15 mm et épaisseurs entre 6-8 mm) et leur section est elliptique à quadrangulaire. Le spécimen le plus massif [dont le biseau porte des incisions transversales bifaciales (fig. 76, n°1)] rappelle par son gabarit l'exemplaire réalisé en bois de renne recyclé comme outil intermédiaire précédemment décrit (fig. 70). En l'absence de parties mésiales, il est délicat de rapprocher ces fragments de pointes à biseau double de morphotypes clairs (Lefebvre, 2014 ; Pétillon, 2016).

. *Divers objets sur baguette*

Vingt-sept fragments d'objets réalisés sur baguette de calibre moyen n'ont pu être déterminés taxinomiquement en raison, encore une fois, de leur façonnage et/ou de leur fragmentation prononcée. Le recouvrement des valeurs biométriques observées pour cette catégorie de vestige entre le cerf et le renne ne permet pas de les attribuer à l'une des deux espèces (tab. 45).

TABLEAU 45. MOYENNES ET ECART-TYPES RELATIFS AU CALIBRE DES OBJETS REALISES SUR BAGUETTE TAXINOMIQUEMENT DETERMINES ISSUS DES NIVEAUX 10-8, TROUBAT.

		Renne (N = 16)	**Cerf (N = 4)**
Largeur totale	*mm*	16,6 ± 4,8	18,6 ± 8,5
Épaisseur totale	*mm*	9,1 ± 1,7	11,7 ± 6,2
Épaisseur *compacta*	*mm*	5,2 ± 1,4	4,9 ± 1,2

Toujours est-il que neuf d'entre eux sont des extrémités distales de pointes de projectile de moyen calibre, de section quadrangulaire à circulaire (tab. 44). Les pointes de projectile étant a priori destinées à une utilisation à l'extérieur du site, leur présence dans la série soulève la question de leur mode d'introduction sur le site. Par la présence de fractures sur bois frais proximales opposées à des extrémités distales émoussées voire légèrement impactées, cinq d'entre elles pourraient avoir été ramenées directement dans les carcasses des gibiers chassés. En revanche, les trois derniers spécimens présentent des stigmates anthropiques de sectionnement proximal (raclage en diabolo unifacial à périphérique, rainurage unifacial transversal) opposés à des extrémités distales intactes. Ce cas de figure, plutôt caractéristique d'une phase de mise à l'axe/la longueur de pointes, les rapproche de déchets de façonnage (Rigaud, 2006).

Dix-huit objets sur baguette restent quant à eux indéterminés d'un point de vue typologique (tab. 44). Si la plupart d'entre eux sont à rapprocher d'un point de vue morphométrique d'éventuelles pointes de projectiles (notons que cinq déchets de recyclage sont à nouveau identifiés par la présence de stigmates de sectionnement proximaux opposés à une fracture distale sur bois frais), nous ne pouvons exclure le fait que certaines pièces aient été utilisées en percussion/pression contre des matériaux durs.

FIGURE 76. OBJETS SUR BAGUETTE TAXONOMIQUEMENT INDETERMINEE, TROUBAT, POINTE A BISEAU DOUBLE.

nos 1 (29 x 15 x 6 mm) -2 (39 x 12 x 8 mm) ; pointes barbelées : nos 3 (48 x 7 x 5.5 mm), 4 (104 x 14 x 8 mm), 5 (98 x 14 x 8.5 mm), 6 (83 x 12 x 7 mm), 7 (111 x 14 x 10 mm) (couche 8 : nos 1, 2 et 7 ; couche 9 : nos 3 et 6 ; couche 10 : nos 4-5).

. *Pointes barbelées*

L'ensemble des pointes barbelées issues des niveaux 10-8 compte vingt-deux exemplaires issus en majorité de la partie externe de la couche 8 (N = 14) (tab. 44). Comme c'est généralement le cas pour les sites magdaléniens européens [exception faite des sites de la région Périgord-Charentes (Lefebvre, 2011)], la proportion de pointes uni-barbelées, avec onze spécimens ici, est supérieure à celle des exemplaires bi-barbelés (N = 5). Le façonnage avancé que revêt cette catégorie d'objet nous prive de tout diagnostic taxinomique. Tout au plus pouvons-nous avancer, sur la base d'épaisseurs de *compacta* strictement inférieures à 6 mm (4,7 ± 0,8 mm en moyenne), que l'essentiel de ces pointes barbelées ne provient pas d'éléments de perche/merrain A de bois de gros module[1].

D'un point de vue métrique, les six spécimens entiers, tous à barbelures unilatérales, indiquent des longueurs totales homogènes comprises pour cinq d'entre eux entre 81-111 mm (longueur moyenne = 84 ± 21 mm). Avec une largeur moyenne de 11,7 ± 3 mm et une épaisseur moyenne de 6,9 ± 1,7 mm, leur calibre est moyen (valeurs mesurées sur l'ensemble des pointes barbelées).

Une pointe uni-barbelée entière présente une longueur bien plus réduite (48 mm) que les autres exemplaires (fig. 76, n°3). Il serait tentant de la rapprocher des deux fragments distaux/mésio-distaux de pointes uni-barbelées miniatures retrouvés dans la couche 8 (notons qu'une des deux pièces est restée au stade d'ébauche). En effet, ce type de pointe n'excède généralement pas 70 mm de longueur pour les spécimens entiers (Lefebvre, 2011). Mais dans son cas, la présence d'une extrémité distale réparée par raclage longitudinal la rapproche manifestement plus d'une pointe barbelée "classique" raccourcie à exhaustion au moment de son réaffûtage que d'une pointe barbelée miniature typique (*ibid.* ; Julien et Orliac, 2003).

D'un point de vue morphologique, les fûts des pointes uni- et bi-barbelées présentent une section elliptique à circulaire. Les barbelures, en général moyennement espacées et moyennement dégagées du fût, présentent un calibre trapu à élancé associé à un bord distal généralement convexe à anguleux (les treize barbelures isolées sont ici considérées). Les exemplaires bi-barbelés portent généralement des barbelures disposées de manière alternée de part et d'autre du fût. Bien que la fragmentation de ces pièces soit prononcée (plus du ¾ des pièces porte au moins une fracture sur bois frais diagnostique d'une utilisation), il n'en demeure pas moins qu'elles possèdent un nombre de barbelures manifestement restreint. Remarquons à ce propos qu'une distinction s'opère entre les exemplaires issus des niveaux 9 et 8 dont le nombre de barbelures se situe entre 1-3 et les spécimens uni-barbelés du niveau 10, qui bien que fracturés présentent un nombre de barbelures sensiblement plus élevé, compris entre 3-5.

Du point de vue de leur usage, comme nous l'avons mentionné précédemment, leur taux de fragmentation important, impliquant, qui plus est, des fractures sur bois frais parfois envahissantes (fig. 76, n°s 4-5), témoigne de leur utilisation lancée. En outre, trois de ces pointes présentent des stigmates de réfection ne correspondant pas seulement à un réaffûtage de l'extrémité distale de la pointe [comme cela a pu être documenté dans de nombreuses séries magdaléniennes (Pétillon, 2006 ; Langley, 2014)], mais à une reconfigura-

[1] On ne peut toutefois pas exclure que certaines des pièces les plus façonnées ne présentaient pas à l'origine une épaisseur de *compacta* supérieure à 6 mm.

tion de tout ou partie de la pièce. En effet, si les extrémités distales de ces trois pièces ont, certes, été reprises par raclage longitudinal, c'est parfois également le cas du fût dans deux cas (fig. 76, n°s 5-6) et de l'embase également dans deux cas (fig. 76, n°s 4 et 6). Soulignons que la reconfiguration du fût s'accompagne pour ces deux pièces d'un début de sectionnement des barbelures par rainurage unifacial profond ayant entamé la base des barbelures. Si ce recyclage n'a pas toujours abouti, il fut conduit à son terme pour le spécimen n°6 (figure 76) dont l'extrémité distale présente un poli d'utilisation bifacial (zoom sur les détails).

Ainsi, en raison d'analogies morpho-métriques manifestes (morphologie des barbelures, nombre de barbelures, calibre des pièces) mais aussi en raison de leur degré d'exhaustion prononcé, les pointes barbelées des niveaux 10-8 de Troubat évoquent les spécimens retrouvés à la grotte de la Vache (Julien et Orliac, *op. cit.*). À une différence près toutefois : les artisans de Troubat n'ont pas particulièrement investi leur ornementation. Dans la grande majorité des cas, les aménagements de surfaces se réduisent à une incision sur une (N = 15/35) ou les deux faces (N = 16/35) des barbelures (nous intégrons ici les 19 barbelures isolées). Dans de rares cas, les fûts portent de courtes stries transversales et parallèles, parfois organisées en chevrons. Dans un cas enfin, il est difficile de juger si ces stigmates sont à rapprocher de l'ornementation de la pièce ou d'une pratique de retrait ("retrieval cut marks" - Langley, 2014 ; 2015) du projectile lorsque ce dernier est fiché dans une cible (Pétillon et Letourneux, 2003 ; Pétillon, 2006) (fig. 76, n°7, zoom sur les détails).

. Baguettes demi-rondes

Un fragment mésial d'objet sur baguette est rapproché de la catégorie des baguettes demi-rondes en raison de sa section plano-convexe. Cette pièce se distingue nettement des spécimens attribués au Magdalénien moyen issus des niveaux 13-11, et ce pour plusieurs motifs : son calibre est plus effilé (80 x 11 x 6 mm), elle fut retrouvée dans la zone externe où le Magdalénien moyen n'est *a priori* pas représenté (couche 8/9), et enfin parce qu'elle porte deux incisions transversales parallèles sur la face inférieure ainsi qu'un décor figuratif sur la face supérieure (pour rappel les fragments de baguettes demi-rondes retrouvés dans les niveaux 13-11 sont de plus gros calibre et dénués d'aménagements de surface).

6.1.4.4. Synthèse de l'industrie sur bois de cervidé des niveaux 10-8

Le bois de renne comme matière première principale

L'industrie sur bois de cervidé des niveaux 10-8 de Troubat a principalement concerné l'exploitation de bois de renne dont les effectifs représentent 24,1 % du total de la série (tab. 46). Les seules données dont nous disposons vis-à-vis de l'acquisition de la matière première concernent deux bois de chute de gros module issus de collectage. À travers la pratique du rainurage longitudinal multiple, il apparaît que l'exploitation des blocs fut, d'une part centrée sur les éléments de perche et, d'autre part, conduite à exhaustion (2 à 3 baguettes furent extraites par bloc). En outre, une exploitation différentielle selon les catégories de module semble pouvoir être mise en évidence : les bois de moyen module ont uniquement servi de support à l'extraction de baguettes de petit/moyen module alors que les bois de plus gros module semblent avoir également servi à l'extraction d'une large et longue baguette depuis la face antérieure des perches. Enfin, quand nous avons pu les

identifier, les principaux produits recherchés sont des objets sur baguette de calibre moyen à gros parmi lesquels figurent des outils intermédiaires sur baguette, une pointe à biseau double et un objet mousse.

TABLEAU 46. TAUX DE DETERMINATION TAXINOMIQUE DES VESTIGES PAR ESPECE (EN %), TROUBAT, NIVEAUX 10-8.

	NR	% NR
Renne	27	24,1
Cerf	5	4,5
Indéterminé	80	71,4
Total	112	100

Le bois de cerf : une matière première marginale

La part du cerf dans cet assemblage (4,5 % - tab. 46) est aussi marginale que dans les autres séries magdaléniennes du versant nord des Pyrénées où ce matériau fut identifié. L'étude typologique de la série révèle que ce matériau fut destiné à la production de baguettes de calibre moyen à gros et d'outils intermédiaires de gros calibre sur épois. Le traitement réservé au bois de cerf se conforme donc à celui qui est constaté dans les autres séries magdaléniennes extra-ibériques où ce matériau fut utilisé comme matière première, à une différence près toutefois. En effet, il est rare, à notre connaissance, que cette industrie soit tournée essentiellement vers l'exploitation des andouillers. Si ces derniers sont généralement utilisés comme supports à la confection d'outils intermédiaires de gros calibre, il est plus rare qu'ils soient aussi associés à la production de baguettes. Encore une fois, la taille réduite des effectifs étudiés et les doutes concernant la représentativité de la série nous incitent à la plus grande prudence. Enfin, en l'absence de parties basilaires, il est impossible de raisonner en termes de saisonnalité pour ce faciès d'activité.

Une gestion sélective des matières premières

Cette étude comparée révèle l'existence d'équilibres surprenants vis-à-vis de la gestion des ressources animales sur le site. Si le cerf domine les effectifs de faune des niveaux 10 à 8 [NRd = 626 avec NMI = 16 (Chevallier, 2015)], reléguant le renne à la cinquième place des gibiers chassés [NRd = 39 - avec NMI = 2 (*ibid.*)], ce rapport s'inverse manifestement dans l'industrie. Sur les 32 restes d'industrie sur bois de cervidé déterminés, seulement 5 (ou 6 si l'on intègre le vestige issu des niveaux 7/8) ont été réalisés à partir de bois de cerf (contre 27 pour le renne) (tab. 46). La part du cerf passe donc de 94 % des effectifs de cervidé présents dans la faune déterminée, à 1/6 de l'industrie sur bois de cervidé déterminée taxinomiquement. S'il est difficile d'être certain que ce ratio soit bien le reflet des effectifs réels et non un biais d'échantillonnage lié à l'identification des matériaux, la tendance mise en évidence ici reste indéniable. En l'état, seules des analyses biométriques complémentaires (micro-CT notamment) pourront améliorer la résolution de cette analyse en grossissant les effectifs déterminés.

6.2. La grotte de Belvis (Belvis, Aude, France)

La grotte (ou *cauna* en occitan) de Belvis se situe à l'est du village éponyme, dans le Pays de Sault (Sacchi, 1986), à la limite des ensembles 2 et 3 de cette étude (fig. 10-11). Sa proximité géographique avec l'espace méditerranéen aurait pu nous conduire à la placer dans l'ensemble 3, mais sa position topographique perchée à 960 m d'altitude sur les contreforts pyrénéens, nous a finalement convaincu de la rapprocher de l'ensemble 2, relatif aux Pyrénées centrales au sens large. Son entrée est largement ouverte vers le sud/sud-ouest sur un paysage de moyenne altitude : la plaine d'Espezel (Sacchi coord., 1994). La cavité qui est constituée d'un avant-proche (partie extérieure) et d'une partie interne se développe sur 65 m^2 (*ibid.*) (fig. 77).

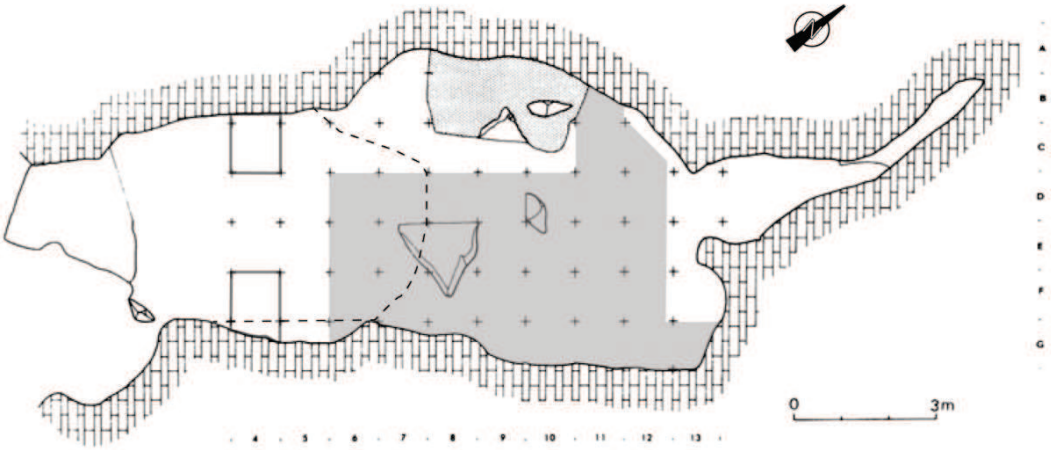


FIGURE 77. PLAN GENERAL DE LA GROTTE DE BELVIS.
En gris : la zone de fouille, en blanc : fouilles anciennes, en tireté : limite de la voûte recouvrant le secteur nord-est du gisement (d'après Sacchi coord., 1994).

Signalée dès 1900 et explorée clandestinement, elle fut sondée localement (partie externe) en 1964 par S. Nouvian qui remit à Sacchi le fruit de ses recherches (fig. 77). Ce dernier attribue le matériel récupéré au Magdalénien supérieur (Sacchi, 1968) et décide d'étendre la zone fouillée vers l'intérieur. En dix-sept années (de 1969 à 1986), près de 30 m^2 furent fouillés, essentiellement localisés dans la partie interne de la cavité (fig. 77).

6.2.1. Données géo-stratigraphiques

Le remplissage sédimentaire s'organise en trois grands ensembles sur une épaisseur de 3 m dont seulement deux ont livré du matériel archéologique (fig. 78) (Sacchi coord., 1994).

. Couches 6 : couche d'argile karstique jaune clair de 2 m d'épaisseur environ.

. Couches 10-7 : il s'agit de "*poches de limon beige plus ou moins garnies de fragments calcaires anguleux*" (Sacchi, 1986) au sein desquels fut découvert une industrie "*attribuable à un Châtelperronien encore très chargé d'éléments moustériens"* (Sacchi, 1988).

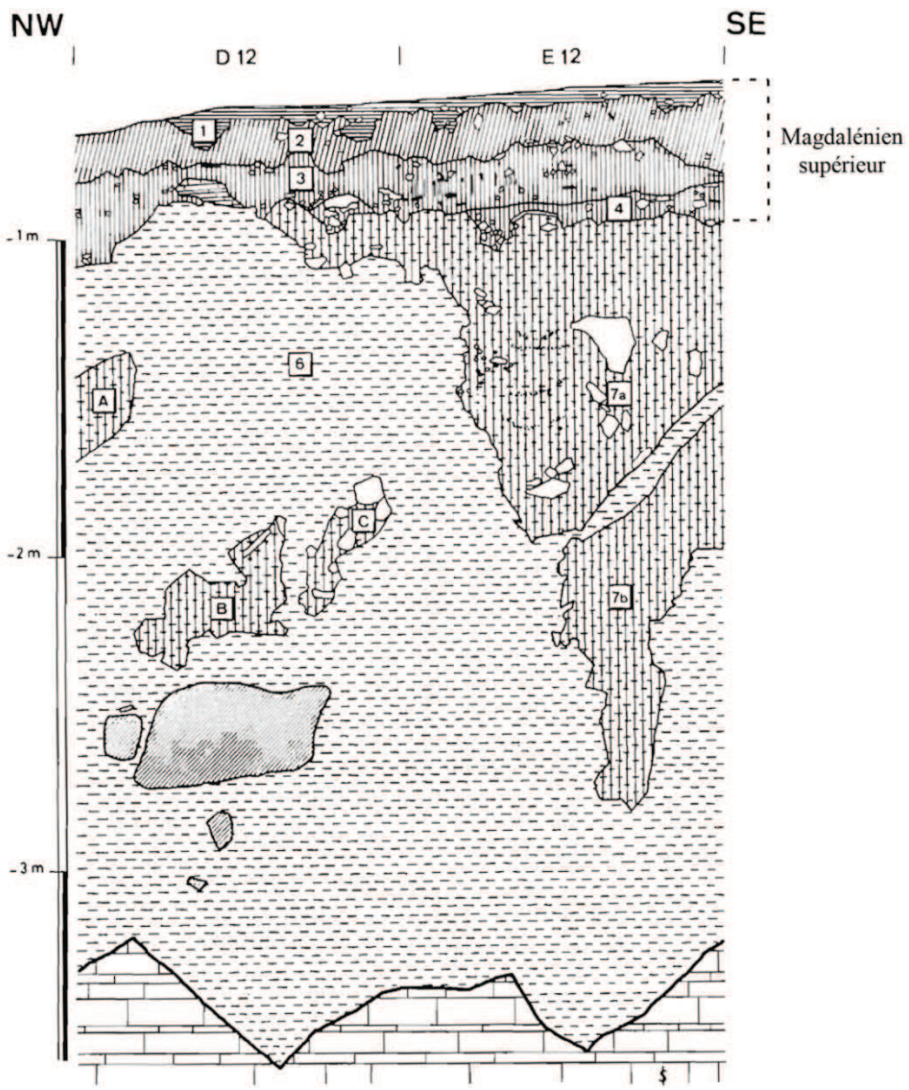


FIGURE 78. PROFIL STRATIGRAPHIQUE NW-SE DU REMPLISSAGE DE BELVIS.
Tiré de Sacchi coord., 1994.

. Couches 4-1 : cet ensemble (supérieur) est constitué de quatre couches, certes différenciées selon leur couleur et leur teneur en cailloutis, mais globalement homogènes d'un point de vue sédimentaire (Hubschman et Sacchi, 1981). L'industrie qu'elles contiennent (sur 40 cm au plus épais) est attribuée au Magdalénien supérieur. Les trois dates disponibles pour cet ensemble supérieur situent les occupations entre 14,2-15,2 ka cal BP environ, soit au cours du Bølling (tab. 47).

TABLEAU 47. DATATIONS DE BELVIS (AUDE).

Code	Niveau	Datation (BP)	Échantillon	Référence bibliographique
Gif - 2950	C3	12 270 ± 280	Os	Sacchi, 1986
SacA-6973 (AMS)	C3	13 080 ± 50	Os	Sacchi non publié cité dans Langlais, 2007
SacA-6971 (AMS)	C3	12 330 ± 50	Os	Sacchi non publié cité dans Langlais, 2007

6.2.2. Données paléo-environnementales

Les données palynologiques et anthracologiques mettent en évidence la présence d'essences mésophiles et thermophiles qui témoigneraient d'un refuge climatique en altitude (Jalut *et al.*, 1975). Si les espèces de type montagnard dominent le spectre anthracologique, avec en particulier *Pinus sylvestris* (48 %), et indiquent que le climat devait être froid et sec, des espèces forestières (Hêtre et Sapin), voire collinéennes (Chêne caducifolié) semblent pourtant s'être maintenues à la faveur de conditions plus favorables et humides (Vernet et Heinz *In :* Sacchi coord., 1994).

6.2.3. Données fauniques

Le spectre faunique est largement dominé par le bouquetin (NR = 950), suivi de l'isard (N = 117), du cerf (NR = 108), du cheval (NR = 86) et du *bos*/bison (N = 15). Le renne n'est représenté que par deux phalanges (Maurel *In :* Sacchi coord., 1994 ; Fontana, 1998). Des restes de daim et de chevreuil sont évoqués par Maurel (Maurel *In :* Sacchi coord., 1994) mais non identifiés quelques années plus tard par Fontana (1999). Les cerfs sont représentés par huit individus dont cinq ont de 0 à 2 ans et trois de 4 à 6 ans[1] (*ibid.*, fig. 4). La diversité du biotope local s'exprime par la présence de Lagomorphes, de Salmonidés (Le Gall *In :* Sacchi coord., 1994) et de de différentes espèces d'oiseaux tels les Galliformes (Villette, 1983). Les données de saisonnalité fournies par l'étude de l'éruption dentaire des gibiers (Fontana, 1999) à laquelle s'ajoutent les données issues de l'ichtyofaune (Le Gall, 1994), conduisent à fixer les occupations du site pendant la bonne saison (de mars à octobre). Pour les cerfs mâles, cette période correspond à la chute des bois (entre février et mai en fonction des âges - fig. 12) suivie de leur repousse. Dans ce contexte, la présence d'un bois de chute de cerf dans la faune (sur les 32 fragments de bois identifiés par Fontana - *op. cit.*) apparaît tout à fait cohérente avec les données de saisonnalité. En définitive, comme le soulignait Sacchi en 1986 (p. 189) : "*il est permis de considérer le gisement de Belvis comme un relais estival, la grotte étant de nos jours encore et durant tout l'hiver au moins, encombrée de puissantes congères*". Enfin, notons que si quelques coquillages marins d'origine méditerranéenne ont été retrouvés, aucune origine atlantique n'a été détectée pour la malacofaune (Sacchi, *op. cit.*).

6.2.4. Données archéologiques relatives aux niveaux 1-4

L'**industrie lithique** est essentiellement réalisée à partir de silex régionaux (5-50 km) parmi lesquels dominent "*les silex tertiaires lacustres des Corbières, et principalement des bassins de Bages et Sigean*" (Langlais, 2007, p. 317) (fig. 79). Dans une moindre mesure, des silex issus des Pré-Pyrénées ainsi que quelques lames réalisées dans des matériaux allochtones (> 200 km : silex des Corbières, du Gard et de Charente-Maritime de type "*Grain de mil*") ont également été reconnus. Les nucléus d'origine allochtone sont exploités à exhaustion, ce qui traduirait le souci d'économiser un matériau non disponible sur place. D'autres types de roche d'origine locale ont été exploités : des jaspes ferrugineux et lydiennes notamment. Signalons qu'aucun affleurement de silex n'a été identifié dans un rayon d'au moins 10 km autour du site (*ibid.*).

[1] Signalons une confusion dans Fontana 1999 entre le nombre de cerfs mentionné dans le texte (NMI = 7) et celui illustré dans la figure 4 (NMI = 8).

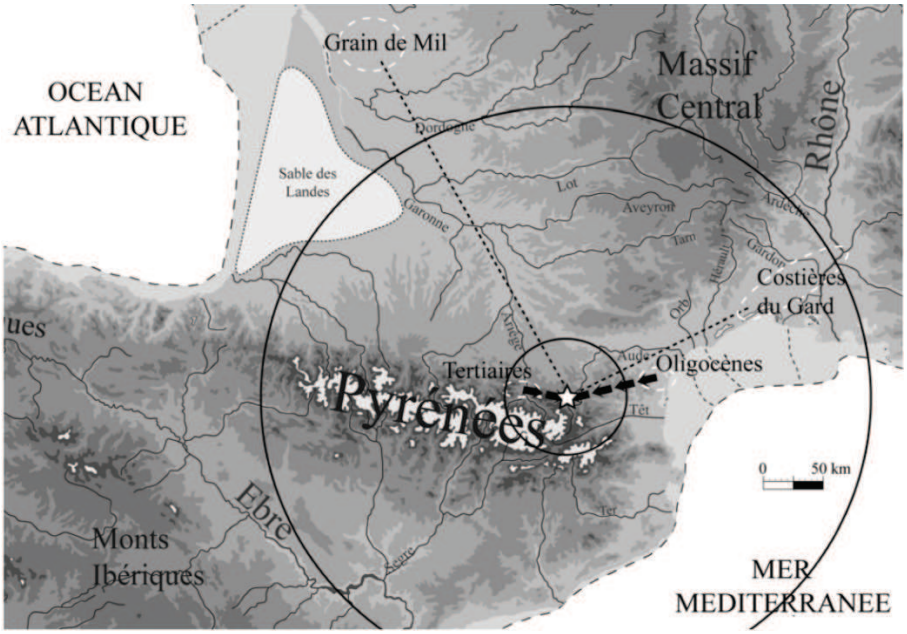


FIGURE 79. GROTTE DE BELVIS : PROVENANCE DES MATIERES PREMIERES LITHIQUES.
En pointillés : un couteau et trois microlithes, en gras : volumes à débiter ; cercles concentriques de 50 et 250 km (d'après Langlais, 2007).

L'équipement domestique, qui est presque exclusivement réalisé sur lame, est dominé par les burins (dièdres ou sur troncature), suivis par des grattoirs simples et plus rarement des grattoirs-burins. Les perçoirs, micro-perçoirs, et becs sont plutôt réalisés sur des éclats et des lamelles, tandis que les pièces à encoches, denticulées ou esquillées, sur des éclats de différentes formes. "*Globalement, les mêmes associations typologiques se retrouvent sur l'ensemble des couches 1 à 4, même si la couche 3 concentre plus de la moitié (53 %) de l'ensemble des outils domestiques*" (Langlais*, op. cit.,* p. 319). Les lames et lamelles sont produites à partir des mêmes blocs de matière première au cours de séquences de débitage successives. Les armatures, qui sont produites selon deux schémas de débitage ("sur tranche longitudinale" et "unipolaire enveloppant" - *ibid.*), sont constituées principalement de lamelles à dos, suivies dans une moindre mesure de géométriques et de pointes à dos.

L'**industrie osseuse** compte près de 200 vestiges, toutes matières confondues (Sacchi coord. 1994), se répartissant entre outillage domestique (42 %), essentiellement réalisé en os (aiguilles à chas, tubes confectionnés en os de grands rapaces, ciseaux-lissoirs) et armatures en bois de cervidé (58 %). Ces dernières rassemblent des exemplaires à biseau double, des pointes barbelées, une baguette demi-ronde, ainsi que deux hypothétiques fourchons (Sacchi, 1986). La présence de déchets de fabrication, et notamment de matrices d'aiguilles (dont une sur diaphyse de Lynx), témoigne de la production sur place d'une partie de l'équipement.

La **parure** est attestée par deux perles en matière minérale et peut-être par une vingtaine d'incisives sciées à leurs bases peut être destinées à être montées en collier (Fontana, 1999). Enfin, l'**art mobilier** comprend des tubes en os gravé, dont l'un porte une tête de bouquetin en vue frontale [décor qui peut être rapproché de spécimens franco-cantabriques (Langlais, 2007)], ainsi qu'un fragment de côte portant une représentation originale de grue.

6.2.5. Étude de l'industrie sur bois de cervidé issue des niveaux 1-4 de Belvis

102 vestiges conservés dans les réserves archéologiques de Carcassonne ont été identifiés comme appartenant aux niveaux 1 à 4, dont 61 proviennent du niveau 3 (soit 59,8 % du total). 5 pièces supplémentaires conservées avec le matériel de l'ensemble supérieur (Magdalénien supérieur) portent la mention "rem" (remanié), quand 14 ne portent aucune indication stratigraphique. Pour éviter de fastidieuses redites, et parce que rien ne permet de différencier ces trois ensembles d'un point de vue techno-typologique, nous avons décidé de confondre toutes ces pièces dans un seul et même corpus d'étude. Seuls les tableaux conserveront cette information.

L'inspection rapide d'un petit échantillon de faune (3 bacs sur plusieurs dizaines) n'aura permis de découvrir qu'un seul vestige d'industrie osseuse mélangé aux vestiges fauniques (un fragment d'objet indéterminé sur baguette en partie brûlé).

Dans l'ensemble, ce corpus est fragmenté et présente des surfaces relativement altérées. Outre de rares stigmates d'agents biologiques d'origine animale (carnivores et rongeurs) et végétale (racines), ou encore la présence limitée de traces de concrétionnement, ces pièces ont surtout subi une forme de délitement moyennement avancé. Comme à Canecaude I, les pièces les plus "belles" ou les plus fragiles, ont été traitées au Rhodopas en profondeur et en surface.

6.2.5.1. Le travail du bois de renne

L'industrie sur bois de renne compte 8 vestiges dont 6 produits de débitage et 2 éléments de bois travaillés restés technologiquement indéterminés (tab. 48). Aucun déchet de débitage n'a été identifié comme bois de renne dans l'assemblage.

TABLEAU 48. DECOMPTE DE L'INDUSTRIE SUR BOIS DE CERVIDE PAR ESPECE, BELVIS, NIVEAUX 1-4.

		Niveaux 1-4	Remanié	Indéterminé	Total
Déchets de débitage	Renne	0	0	0	0
	Cerf	2	0	0	2
	Indéterminé	0	0	0	0
Produits	Renne	5	0	1	6
	Cerf	5	0	0	5
	Indéterminé	63	4	11	78
Frgts. de bois travaillés	Renne	1	0	1	2
	Cerf	0	0	0	0
	Indéterminé	7	1	1	9
TOTAL		83	5	14	102

Les produits issus d'un débitage longitudinal du bois

Baguette (support)

Deux baguettes sont présentes dans l'assemblage. La première est de gros calibre et présente un pan de rainurage d'un côté et ce qui semble être un négatif d'enlèvement par percussion de l'autre (fig. 80, n°1, zoom sur détail). En effet, sur ce bord, une lèvre se dégage à la jonction entre les faces supérieure et inférieure, stigmate généralement associé au débitage par percussion (Baumann, 2014). En revanche, aucun point d'impact n'a pu être localisé, en partie peut-être à cause de traces de rongeurs venus grignoter le tissu osseux par endroit. La morphologie générale du support et son épaisseur de tissu compact (4 mm) permet de suggérer que cette baguette a été débitée sur un élément de perche de bois de moyen module. La seconde baguette, qui présente un gabarit plus effilé et un calibre moyen, porte sur chaque bord les stigmates de son débitage par double rainurage longitudinal (fig. 80, n°2). L'une de ses extrémités présente au niveau de sa face inférieure les traces de son arrachement du bloc, tandis qu'à l'opposé se trouve un pan de rainurage oblique. Nous avons d'abord cru que ce stigmate avait été causé par l'extraction d'une baguette, rapprochant en quelque sorte la pièce d'une variante d'un déchet de débitage dit "en triangle simple" (Averbouh, 2000). Mais sa forme générale allongée, conjuguée au fait qu'elle soit morphologiquement très proche d'un objet sur baguette en bois de renne entièrement façonné, portant le même type de sectionnement (pan de rainurage oblique), issu de la couche 9 de Troubat (fig. 72, n°1), nous a convaincu de la rapprocher d'un déchet de façonnage de baguette et non d'un déchet de débitage. Avec une épaisseur de tissu compact de 4 mm, cette baguette est plutôt compatible avec un bois de moyen module.

Divers objets sur baguette

Quatre objets sur baguette sont présents dans l'assemblage (tab. 49). Il s'agit tout d'abord d'un fragment proximal de **pointe barbelée** de moyen calibre. La pièce étant fracturée juste au-delà du système de rétention (à protubérance bilatérales triangulaires), il est impossible de préciser si la pièce comportait initialement une ou deux rangées de barbelures. Elle porte un décor sous la forme de deux incisions longitudinales parallèles encadrant chacune des faces supérieure et inférieure de l'objet, au niveau de son embase et de son fût non-barbelé (fig. 80, n°3). Son épaisseur de tissu compact de 6 mm est compatible avec un bois de gros module. Le second objet est de gros calibre et présente d'un côté un pan de fracture probablement causé par l'action de carnivores dont les traces sont particulièrement bien visibles, et de l'autre côté des surfaces façonnées recouvertes d'un poli d'utilisation (fig. 80, n°4). Sa caractérisation typologique est délicate, il s'agit soit d'un outil destiné à travailler des matières souples par frottement, tel un lissoir, soit un outil intermédiaire. Mais seules des analyses tracéologiques permettraient de statuer sur la question. De nouveau, son épaisseur de tissu compact importante (7 mm) le rapproche d'un bois de gros module. Signalons que son sectionnement proximal fut réalisé par percussion tranchante. Enfin, deux fragments mésiaux d'objets sur baguette de faible calibre (largeur de 7 mm et épaisseur de 5 mm) et de section quadrangulaire sont rapprochés de **pointes de projectile** en raison de leur gabarit et de la convergence de leurs bords (fig. 80, n^{os}5-6). La présence de stigmates de sectionnement proximal par raclage en diabolo périphérique opposée, dans les deux cas, à celle de fractures distales sur bois frais les rapprochent de déchets de réfection.

FIGURE 80. INDUSTRIE SUR BOIS DE RENNE, BELVIS, NIVEAUX 1-4.
nos 1 (103 x 25 x 11 mm) - 2 (91 x 12 x 8 mm) : baguettes, n°3 : pointe barbelée (56 x 13 x 9 mm), n°4 : objet sur baguette indéterminé (79 x 27 x 10 mm), nos 5 (30 x 7 x 5 mm) - 6 (34 x 7 x 5 mm) : pointes de projectile indéterminées, nos 7 (29 x 12 x 8 mm) - 8 (77 x 13 x 9 mm) : fragments de bois travaillés technologiquement indéterminés.

TABLEAU 49. DECOMPTE DES PRODUITS EN BOIS DE CERVIDE PAR METHODE DE DEBITAGE ET PAR ESPECE ASSOCIE A L'EPAISSEUR MOYENNE DU TISSU COMPACT PAR CATEGORIE TECHNO-TYPOLOGIQUE, BELVIS, NIVEAUX 1-4.

				Niveaux 1-4		Remanié		Indéterminé		TOTAL	
				NR	Ép.*compacta* moyenne (mm)	**NR**	Ép.*compacta* moyenne (mm)	**NR**	Ép.*compacta* moyenne (mm)	**NR**	Ép.*compacta* moyenne (mm)
RENNE	Débitage longitudinal	Baguettes (supports)		**2**	4	**0**		**0**		**6**	4,7 ± 1,5
		Pointes de projectile		**2**	3,5 ± 0,7	**0**		**0**			
		Objet indéterminé sur baguette		**1**	7	**0**		**0**			
		Pointe barbelée indéterminée		**0**		**0**		**1**	6		
CERF	Débitage longitudinal	Baguettes (supports)		**4**	5,2 ± 1,9	**0**		**0**		**5**	5,4 ± 1,7
		Pointe à biseau double		**1**	6	**0**		**0**			
IND.	Débitage longitudinal	Baguettes (supports)		**2**	4,5 ± 0,7	**0**		**2**	4,5 ± 0,7	**4**	4,5 ± 1,4
		Pointes de projectile	à biseau double	**6**	4,3 ± 1,9	**0**		**1**	3	**7**	
			Fourchons	**3**	5,3 ± 0,6	**0**		**0**		**3**	
			à base pleine	**1**	5	**0**		**0**		**1**	
			indéterminées	**30**	4,4 ± 1,1	**0**		**6**	4,8 ± 1,9	**36**	
		Pointes barbelées	unibarbelées	**4**	5,2 ± 2,5	**0**		**1**	3	**5**	
			bibarbelées	**1**	6	**0**		**0**		**1**	
			indéterminées	**2**	6 ± 1,4	**3**	6 ± 1	**1**	5	**6**	
			barbelures	**7**	3,3 ± 0,5	**0**		**0**		**7**	
		Baguette demi-ronde		**1**	4	**0**		**0**		**1**	
		Outil intermédiaire		**1**	4	**0**		**0**		**1**	
		Objets indéterminés sur baguette		**5**	4,2 ± 1,9	**1**	3	**0**		**6**	
TOTAL NR				**73**		**4**		**12**		**89**	

Fragments de bois travaillés

Deux tronçons de bois de petit module (épaisseur de *compacta* de 3 mm) provenant soit d'un élément d'andouiller, soit d'un élément de perche portent pour seule trace anthropique une extrémité de sillon de rainurage longitudinal (fig. 80, n°s 7-8). En raison de similarités morphométriques (même section elliptique, épaisseur de 9 mm chacun et largeurs comprises entre 12-13 mm), il est possible que ces deux vestiges, qui portent des cassures post-dépositionnelles à chaque extrémité, aient appartenu initialement au même objet.

6.2.5.2. Le travail du bois de cerf

L'industrie sur bois de cerf rassemble 7 vestiges, soit 2 déchets de débitage et 5 produits (tab. 48).

Les déchets issus d'un débitage longitudinal et transversal du bois (tab. 50)

TABLEAU 50. DECOMPTE DES DECHETS SUR BOIS DE CERF PAR METHODE DE DEBITAGE ET PAR ESPECE ASSOCIE A L'EPAISSEUR MOYENNE DU TISSU COMPACT PAR CATEGORIE TECHNO-TYPOLOGIQUE, BELVIS, NIVEAUX 1-4.

			Niveaux 1-4	
			NR	Ép.*compacta* moyenne (mm)
CERF	Débitage long.	Déchet sur merrain	**1**	5
	Débitage trans.	Épois élagué	**1**	4
TOTAL			**3**	4,5 ± 0,7

Un hémi-tronçon de bois de cerf de moyen/gros module (épaisseur de *compacta* de 5 mm) présente de chaque côté un pan de rainurage longitudinal témoin de l'extraction d'une large baguette par double rainurage longitudinal (fig. 81, n°1). Ses deux extrémités proximale et distale présentent des fractures sur bois frais. La présence de longues et fines gouttières longitudinales parallèles à la surface de la pièce rapproche ce vestige d'un élément de bois issu du merrain A, et ce malgré l'apparente convergence de ses bords.

Le deuxième déchet est une extrémité distale d'épois sectionnée par percussion tranchante périphérique (fig. 81, n°2). En dépit de l'absence de perlure[1], sa section circulaire le rapproche d'un bois de cerf.

[1] Les extrémités distales des épois/andouillers des cervidés présentent généralement un poli non-anthropique, résultat du frottement du bois contre un matériau plus ou moins dur (écorce des arbres par exemple) lorsque l'animal veut se débarrasser de son velours.

FIGURE 81. INDUSTRIE SUR BOIS DE CERF, BELVIS, NIVEAUX 1-4.
nos 1 (69 x 35 x 19 mm) - 2 (61 x 20 x 20 mm) : déchets de débitage, nos 3 (95 x 24 x 16 mm) - 4 (256 x 21 x 14 mm) - 5 (200 x 27 x 12 mm) - 6 (66 x 10 x 10 mm) : baguettes, n°7 : pointe à biseau double (91 x 12 x 8 mm).

Les produits issus d'un débitage longitudinal du bois

Les baguettes (supports)

Quatre baguettes de section quadrangulaire sont présentes dans l'assemblage (tab. 49). Avec des largeurs comprises entre 21-27 mm et des épaisseurs entre 12-16 mm, trois d'entre elles sont de gros calibre (fig. 81, n°s 3-5). Le spécimen n°5 est le fruit d'un raccord que nous avons réalisé entre deux fragments issus de la couche 3. La longueur des deux exemplaires sub-complets (fig. 81, n°s 4-5) dépasse 200 mm, pour atteindre 256 mm pour l'exemplaire le plus long (fig. 81, n°4). Compte tenu de l'épaisseur de tissu compact importante de cette pièce (8 mm), tout porte à croire que cette baguette provient de la face postérieure du merrain A (et peut-être B) d'un bois de gros module. Avec des épaisseurs de *compacta* comprises entre 4-5 mm, les trois autres baguettes auraient plutôt tendance à provenir de bois de moyen module. Notons que deux de ces baguettes présentent à l'une de leur extrémité les stigmates d'un sectionnement anthropique par raclage en diabolo périphérique associé à une flexion, ce qui les rapprochent de déchets de façonnage (fig. 81, n°s 3 et 6). À l'exception de l'exemplaire le plus effilé (n°6) qui présente le long d'un côté des surfaces d'éclatement opposées à un pan de rainurage, les trois autres pièces ont été extraites par double rainurage longitudinal.

Pointe à biseau double

Un fragment mésio-proximal de pointe à biseau double (dont les tissus ont été traités au Rhodopas) est identifié par la présence d'une perlure caractéristique du bois de cerf sur sa face supérieure (fig. 81, n°7). Cet exemplaire est proche des spécimens généralement retrouvés dans le Magdalénien supérieur du sud-ouest de la France (Lefebvre, 2014) : il est de calibre moyen, de section circulaire et de gabarit relativement effilé. Sa longueur totale est en revanche impossible à préciser en raison de son état fragmentaire (une fracture en languette a emporté son extrémité distale). Son biseau double apparaît moyennement long (25 mm) et dénué d'aménagements de surface.

6.2.5.3. Le travail du bois de cervidé taxinomiquement indéterminé

Ce corpus d'étude comprend 87 vestiges dont 78 produits et 9 éléments travaillés technologiquement indéterminés (tab. 49).

Les produits issus d'un débitage longitudinal du bois

Baguettes (supports)

Quatre fragments de baguette de section quadrangulaire à circulaire et de calibre faible/moyen (largeurs comprises entre 5-11 mm et épaisseurs entre 5-10 mm) n'ont pu trouver d'attribution taxinomique en raison de leurs faibles dimensions et/ou de surfaces altérées (tab. 49). Elles portent sur chaque bord les stigmates de leur débitage par double rainurage longitudinal, auxquels s'ajoutent pour deux d'entre elles des traces de sectionnement par raclage en diabolo associés à une flexion (dont fig. 82, n°1). Signalons que l'une d'entre elles, qui est fortement suspectée d'avoir été réalisée en bois de renne, documente, en outre, un début de façonnage de sa face inférieure par raclage longitudinal (fig. 82, n°1).

FIGURE 82. INDUSTRIE SUR BOIS DE CERVIDE TAXINOMIQUEMENT INDETERMINEE, BELVIS, NIVEAUX 1-4.

n°1 : baguette (48 x 11 x 6 mm), nos 2 (86 x 10 x 7 mm) - 3 (29 x 10 x 6 mm) : pointes à biseau double, n°4 : pointe à base pleine (63 x 10 x 9 mm), nos 5 (87 x 14 x 8 mm) - 6 (16 x 6 x 3 mm) - 7 (93 x 12 x 8 mm) - 8 (73 x 10 x 7 mm) : pointes barbelées.

Les pointes de projectile

La série regroupe 47 pointes de projectile (tab. 49). Lorsque les parties proximales sont présentes, le système d'emmanchement le plus représenté est à **biseau double**. Les sept vestiges qui répondent à cette attribution sont de calibre faible/moyen (largeurs comprises entre 6-12 mm et épaisseurs entre 3-7 mm) et de section elliptique. Le seul exemplaire complet mesure 86 mm (fig. 82, n°2). Son extrémité distale aplatie, conjuguée à la présence de courts pans de raclage, laisse envisager une pratique de réaffûtage (fig. 82, n°2, zoom sur détails). Lorsque la mesure a pu être prise, les biseaux mesurent entre 23 et 27 mm (pour l'exemplaire complet). Seuls deux spécimens présentent des aménagements de surface au niveau du biseau sous la forme d'incisions bifaciales organisées en damier dans un cas (fig. 82, n°3), et en chevrons dans l'autre cas. Avec des épaisseurs de tissu compact qui se répartissent de manière continue entre 2 et 7 mm, il semblerait que la matière première n'ait pas particulièrement était sélectionnée en termes de module ou de localisation anatomique.

La présence hypothétique de deux **fourchons** fut évoquée par Sacchi, tout en reconnaissant qu'il pouvait s'agir de barbelures (1986, fig. 164, n°s 6-7). Selon nous, ces deux pièces (fig. 83, n°s 1-2), auxquelles il est possible désormais d'associer un troisième vestige (fig. 83, n°3), diffèrent des barbelures pour plusieurs raisons. Tout d'abord, parce que leurs caractéristiques morphométriques sont incompatibles avec un tel usage : elles sont trop longues (entre 26-33 mm) et trop grêles (largeurs comprises entre 3-6 mm et épaisseur entre 5-6 mm) pour supporter le choc occasionné par l'impact contre la proie, et ce d'autant plus que l'angle qu'elles formeraient avec le fût de l'objet serait particulièrement ouvert (notamment pour l'exemplaire n°1). En outre, leur contour rectiligne (surtout vrai pour les spécimens n°s 2 et 3) diffère nettement de celui des barbelures magdaléniennes (généralement à bord distal convexe ou anguleux), et à plus forte raison des quelques spécimens retrouvés à Belvis. Qui plus est, les exemplaires 2 et 3 présentent un type de fracture déjà documenté sur certains fourchons d'Isturitz (Pétillon, 2006, fig. 140-141), où une partie du fût s'est vu emportée par la fracture. En général, les barbelures se fracturent à leur base et de façon plus nette. Enfin, ces trois pièces présentent sur leur face interne l'un des stigmates typiques du façonnage de la fourche, à savoir deux pans de rainurage convergents ayant présidé à l'évidement de cette dernière (Pétillon, 2006, fig. 48 - à gauche). Le dégagement des barbelures, s'il implique certes le même procédé de façonnage, ne laisse généralement pas de tels stigmates, ou alors de façon nettement moins prononcée. Enfin, s'il est vrai que l'attribution de l'exemplaire n°1 est légèrement plus douteuse (son profil est légèrement courbe et sa fracture plutôt caractéristique des barbelures), au point que cette pièce serait probablement restée typologiquement indéterminée en l'absence des deux autres dans la série, rappelons que, dans l'ensemble, les fourchons présentent une certaine variabilité morphologique (Pétillon, 2006, Annexe 4, fig. 3-5) au sein de laquelle ce spécimen s'intègre manifestement.

Un fragment mésio-proximal de **pointe à base pleine** figure dans cet ensemble. Il présente un calibre moyen et une section quadrangulaire. La pièce porte sur trois de ses faces de longues et profondes incisions obliques parallèles qui viennent zébrer sa surface jusqu'à son extrémité (fig. 82, n°4). Elle présente de nombreuses fractures résiduelles d'une chauffe, conjuguées par endroits à un noircissement des tissus osseux. Avec des épaisseurs de tissu compact situées entre 5-6 mm, la probabilité pour que les trois fourchons et cette pointe à base pleine proviennent de bois de gros module est forte.

FIGURE 83. FOURCHONS, BOIS DE CERVIDE INDETERMINE, BELVIS, NIVEAUX 1-4.
n°1 : 26 x 3 x5 mm, n°2 : 33 x 6 x 6 mm, n°3 : 27 x 4 x 5 mm

Trente-six fragments mésiaux et mésio-distaux de **pointes de projectile indéterminées** ont été identifiés comme telles en raison de bords convergents aboutissant pour les fragments distaux à des extrémités généralement appointées. Leur calibre est faible, voire très faible, pour l'essentiel (31 pièces présentent des largeurs comprises entre 4-10 mm, pour une épaisseur comprise entre 3-9 mm), et leur section est quadrangulaire à circulaire. Leur épaisseur de tissu compact est comprise entre 2-8 mm (moyenne de 4,5 ± 1,3 mm) et leurs surfaces sont dans l'ensemble peu décorées : seuls six spécimens présentent des incisions rectilignes sur une partie du fût. Enfin, dix d'entre eux présentent des stigmates de sectionnement anthropiques (raclage en diabolo) opposés, dans sept cas, à une extrémité intacte (déchets de façonnage), dans deux cas à une extrémité fracturée (déchets de recyclage), et dans un cas à une cassure post-dépositionnelle.

Les pointes barbelées

Sur les douze exemplaires identifiés, cinq sont à barbelures unilatérales et un à barbelures bilatérales (fig. 82, n°5). Les six autres fragments sont de dimensions trop réduites pour déterminer s'ils comportent une ou deux rangées de barbelures. À l'exception de deux fragments mésiaux de pointes unibarbelées miniatures (largeurs de 5 et 6 mm et épaisseurs de 2 et 3 mm) (dont fig. 82, n°6), ces pointes présentent plutôt un calibre moyen (largeurs comprises entre 8-15 mm, et épaisseurs entre 5-9 mm) et une section de fût circulaire. Avec des épaisseurs de *compacta* comprises entre 5-8 mm, la probabilité pour qu'elles soient issues d'éléments de perche/merrain de bois de gros module est forte, et ce en dépit de leur façonnage complet (Averbouh, 2000, p. 99). Compte tenu de leur fragmentation importante, il est difficile d'estimer leur longueur totale. Le seul exemplaire complet mesure 93 mm (fig. 82, n°7). Il s'agit d'une pointe unibarbelée issue du niveau 2 dont les deux barbelures étaient manquantes. La recherche systématique de raccords nous a conduit à retrouver au sein de la même couche l'une des deux barbelures (celle en positon distale) dont la cassure résulte d'un évènement post-dépositionnel.

Dans l'ensemble, même s'il est vrai qu'elles sont particulièrement fragmentées, les pointes barbelées de Belvis présentent peu de barbelures (entre 2-4 exemplaires) et peu d'aménagements de surface : seules trois barbelures arborent une incision sur la face supérieure sur les douze exemplaires identifiés (nous intégrons ici les sept barbelures isolées). Le calibre des barbelures est généralement trapu, et leur bord distal est convexe (N = 4), ou anguleux (N = 2). Elles sont disposées de façon semi-alternée sur l'exemplaire bibarbelé, et faiblement à moyennement espacées les unes des autres pour les exemplaires unibarbelés. Enfin, les systèmes de rétention, quand ils sont visibles, sont constitués exclusivement de protubérances bilatérales.

Les pointes barbelées de Belvis présentent des similitudes morphométriques manifestes avec les spécimens issus des niveaux 10-8 de Troubat (et de fait avec celles de La Vache), qu'il s'agisse de leur calibre, de leur longueur totale, du nombre de barbelure, ou de la faible présence d'aménagements de surface (tab. 51). En outre, à l'instar de ces dernières, elles présentent un même usage "à exhaustion" comme le suggère, dans un cas, la présence de courts pans de raclage distaux associés à une extrémité distale aplatie témoins probable d'une pratique de réaffûtage (fig. 82, n°6), et dans un autre cas, celle de longues plages de raclage venant modifier en profondeur la face inférieure du fût non barbelé de l'objet, stigmates que nous serions tentés de rapprocher d'une pratique, certes non-aboutie, de réfection/recyclage après fracture (fig. 82, n°8, zoom sur détail).

TABLEAU 51. ÉTUDE MORPHO-METRIQUE COMPAREE ENTRE LES POINTES BARBELEES DES NIVEAUX 1-4 DE BELVIS ET 10-8 DE TROUBAT.

		Belvis-1/4 (N=10)	Troubat-10/8 (N=22)
Largeur totale	*mm*	11,5 ± 3,5	11,7 ± 3
Épaisseur totale	*mm*	6,6 ± 1,2	6,9 ± 1,7
Épaisseur *compacta*	*mm*	6 ± 1	4,7 ± 0,8
Longueur totale	*mm*	93 (N=1)	84 ± 21 (N=6)
Nombre de barbelures		2-4	1-5
Pointes unibarbelées	Nbre	5	11
Pointes bibarbelées	Nbre	1	5

Baguette demi-ronde

Une baguette demi-ronde sub-complète de gabarit effilé et de faible calibre est identifiée sur la base d'une section plano-convexe associée à plusieurs incisions obliques parallèles sur la face inférieure (fig. 84, n°1). Il semblerait que le support sur lequel cette pièce est aménagée soit de type intermédiaire. Le cas échéant, avec une épaisseur de tissu compact de 4 mm, il se pourrait qu'elle soit issue d'un élément de bois de section circulaire de petit/moyen module. Elle présente sur sa face supérieure plusieurs aménagements de surface prenant la forme d'incisions parallèles transverses au niveau de l'extrémité proximale, et, en distal, d'un décor constitué de deux motifs géométriques en forme de S séparés par une autre série d'incisions transversales parallèles, cette fois-ci plus courtes. Le système d'emmanchement de la pointe bivalve qu'elle constituerait lorsque qu'elle est associée à son homologue prend la forme d'une pointe à base pleine emmanchée dans une douille à l'extrémité d'une hampe.

FIGURE 84. BAGUETTES DEMI-RONDES, BOIS DE CERVIDE, BELVIS, NOS-1-4.
n°1 : attribution typologique claire (98 x 10 x 5 mm), n°2 : détermination typologique hypothétique (24 x 12 x 5 mm).

Signalons qu'un autre fragment mésial d'objet sur baguette de section plano-convexe pourrait être une baguette demi-ronde, mais en raison, non seulement de son état fragmentaire et de surfaces altérées, mais aussi de l'absence d'incisions obliques sur sa face inférieure, nous avons préféré ne pas statuer sur son cas. Cette pièce est par ailleurs suspectée d'avoir été réalisée en bois de cerf (fig. 84, n°2).

Outil intermédiaire

Un fragment distal d'outil intermédiaire de gros calibre présente une fracture proximale sur bois frais nous empêchant de déterminer la nature exacte de son support : en volume ou en semi-volume (fig. 85) ? Elle présente en distale un écrasement des fibres osseuses diagnostique d'une utilisation en percussion.

FIGURE 85. OUTIL INTERMEDIAIRE DE GROS CALIBRE, BOIS DE CERVIDE, BELVIS, NIVEAUX 1-4.
25 x 15 x 6 mm.

Fragments de bois travaillés technologiquement indéterminés

Sur les neuf fragments de bois travaillés technologiquement indéterminés figurent deux éléments qui pourraient potentiellement être des déchets de débitage en triangle simple. Il s'agit d'un élément de forme sub-triangulaire présentant un pan de rainurage d'un côté, une fracture sur bois frais de l'autre et des surfaces d'arrachement sur la face inférieure, et d'un court élément pointu (suspecté d'avoir été réalisé en bois de renne) constitué de la rencontre de deux pans de rainurage (fig. 86). Ce vestige pourrait aussi bien être un déchet de débitage qu'un déchet de façonnage, à l'instar des doutes qui ont été émis au sujet de la baguette n°2 illustrée en figure 86. En raison de l'état fragmentaire de ces deux pièces, il nous paraît délicat de statuer avec certitude sur leur cas.

FIGURE 86. ÉLEMENT TECHNOLOGIQUEMENT INDETERMINE, BOIS DE CERVIDE, BELVIS, NIVEAUX 1-4.
34 x 8 x 10 mm.

6.2.5.4. Synthèse sur l'exploitation du bois de cervidé dans les niveaux 1-4 de Belvis

Quel type de gestion pour la matière première ?

Compte tenu du faible taux de détermination taxinomique des vestiges réalisés en bois de cervidé (± 14,7 % - tab. 52), il est impossible de proposer un schéma clair sur le rôle tenu par le bois de cerf et le bois de renne dans la constitution de l'équipement des Magdaléniens supérieurs de Belvis. À première vue, nous pouvons avancer que ces deux matériaux sont représentés dans des proportions quasiment paritaires (tab. 52), à savoir huit vestiges pour le bois de renne (7,8 %) et sept pour le bois de cerf (6,8 %). Dans le même ordre d'idées, signalons que les vestiges suspectés d'appartenir à l'une ou l'autre des deux espèces mais non clairement identifiés sont au nombre de deux pour chaque taxon. Si cela n'apporte pas d'éléments discriminants à notre enquête, cela permet au moins de confirmer la tendance évoquée.

TABLEAU 52. TAUX DE DETERMINATION TAXINOMIQUE DES VESTIGES PAR ESPECE (EN %), BELVIS, NIVEAUX 1-4.

	NR	% NR
Renne	8	7,8
Cerf	7	6,8
Indéterminé	87	85,3
Total	102	100

Mais en dépit de ce constat, l'épaisseur moyenne de tissu compact mesurée sur les produits de débitage restés taxinomiquement indéterminés (4,5 ± 1,4 mm) paraît être plus en adéquation avec celle mesurée sur les produits en bois de renne (4,7 ± 1,5 mm), représentés par des bois de module petit à gros (épaisseur de tissu compact comprise entre 3-7 mm), qu'avec celle correspondant aux produits en bois de cerf dont les valeurs plus élevées (5,4 ± 1,7 mm) sont caractéristiques de bois de module moyen à gros (épaisseur de tissu compact comprise entre 4-8 mm) (tab. 49), comme cela est généralement le cas sur le versant nord des Pyrénées. Selon cet indicateur, il se pourrait donc qu'une part majoritaire de l'équipement resté taxinomiquement indéterminé ait été réalisée sur bois de renne de module petit à moyen. En l'état, seules des analyses d'identification taxinomique plus poussées (micro-CT) permettraient d'avancer sur la question en grossissant les effectifs déterminés.

Les équipements sur bois de cerf et bois de renne sont sensiblement équivalents d'un point de vue typologique, quoi que légèrement plus diversifiés pour ces derniers (tab. 49). Dans l'ensemble, il s'agit de baguettes débitées par double rainurage longitudinal destinées à la confection de pointes de projectile. On s'étonnera de la quasi-absence d'outils intermédiaires, et à plus forte raison de spécimens en bois de cerf. Mais l'élément le plus surprenant dans ce contexte est certainement l'absence de déchets de débitage en bois de renne. S'il n'est pas impossible qu'un vestige (et peut-être deux), non clairement déterminé d'un point de vue taxinomique et typologique (fig. 86), soit en réalité un déchet de débitage en bois de renne, il n'en demeure pas moins que même en l'intégrant, ces éléments seraient peu nombreux. En somme, il se pourrait qu'une partie du débitage du bois de renne ne se soit pas tenue sur le site, hypothèse qui serait compatible, non seulement avec l'abondance de déchets de façonnage/recyclage identifiés dans la série (tous matériaux, confondus ces déchets sont au nombre de 20 pour 89 produits de débitage), mais aussi avec l'identification de pratiques de réaffûtage et de recyclage pour les pointes. Le site n'ayant été fouillé que sur la moitié de sa superficie, il ne nous sera pas possible de pousser plus avant les interprétations économiques vis-à-vis du traitement du bois de renne (ou plutôt à son non traitement *in situ*) dans la mesure où la représentativité de la série n'est pas assurée.

Les parallèles entre Belvis et Troubat

Nous avons vu que plusieurs éléments rapprochent les sites de Belvis et de Troubat : il s'agit de sites de moyenne altitude, qui plus est localisés dans les Pyrénées centrales (au sens large). En outre, le cerf est largement surreprésenté par rapport au renne dans le spectre faunique des niveaux attribués au Magdalénien supérieur. Dans l'équipement, après avoir constaté la présence dans chacune des deux séries d'un même type de déchet de façonnage de baguette en bois de renne (fig. 72, n°1 et 80, n°2), nous avons souligné les similitudes entre les pointes barbelées des deux ensembles tant d'un point de vue morphométrique que fonctionnel (tab. 51). Enfin, il se pourrait que ces deux séries documentent, pour partie, des occupations attribuables au même techno-complexe : le Magdalénien supérieur ancien (*sensu* Langlais *et al.*, 2016 ; Pétillon, 2016 ; Barshay-Szmidt *et al.*, 2016). En témoigne la présence de baguettes demi-rondes et de pointes à biseau double associées à des datations AMS situées autour de 15,5 ka cal BP (tab. 38 et 47). La présence de pointes à base fourchue à Belvis tend à confirmer ce constat même s'il est vrai qu'une deuxième date (12 330 ± 50 BP) pourrait aussi documenter des occupations plus récentes (Magdalénien supérieur récent ?).

Chapitre 7. Analyse techno-économique de l'exploitation du bois de cervidé dans l'ensemble 3

7.1. La grotte de la Bora Gran d'en Carrères (Sérinya, Gérone, Espagne)

La grotte de la Bora Gran est située dans la partie orientale de la chaîne pyrénéenne, à quelques kilomètres au nord de Gérone (fig. 10-11). Il s'agit de l'unique grotte du complexe de cavités de Sérinya à Banyoles ayant livré un assemblage attribué au Magdalénien. Située à 200 m au nord du village de Serinyà, à proximité de la confluence de la rivière Ser, la Bora Gran est une cavité de grandes dimensions (16 m de large, pour 10 m de profondeur et 3 m de hauteur - fig. 87) qui s'ouvre au nord-est à 170 m d'altitude sur une plaine bordant les pré-Pyrénées (fig. 88) (Campeny Vall-Llosera, 2009). Selon Harlé (1882), le sédiment encaissant était constitué de limons très fins, secs et peu consistants s'étant indurés et bréchifiés par endroits avec le temps (fig. 87).

FIGURE 87. LA GROTTE DE LA BORA GRAN (SERINYA, GERONE, ESPAGNE).

FIGURE 88. VUE AU NORD-EST SUR LES PRE-PYRENEES DEPUIS LA COLLINE DANS LAQUELLE EST CREUSEE LA CAVITE.

7.1.1. Historique des fouilles

Le premier à avoir découvert le site est le moine bénédictin Josep Catà en 1866. Il avertit P. Alsius de la présence de restes de mammifères fichés dans une brèche. Ce dernier, après avoir récolté plusieurs vestiges de faune et d'industrie lithique, trouve en la personne d'É. Harlé, paléontologue toulousain, la caution scientifique qu'il recherche pour mener à bien la fouille du site. En 1881, sans tenir compte de la stratigraphie du gisement, ils entreprennent des fouilles dans l'idée de trouver les premiers restes de renne ibériques[1] (Harlé, 1882 ; 1886 ; Alsius, *2015*), faisant par la même de la Bora Gran le premier site préhistorique découvert en Catalogne ibérique. C'est seulement en 1893 qu'Alsius découvre un reste de faune qu'Harlé attribue à un bois de renne (Harlé, 1908a ; 1908b ; Alsius, 2015). Le seul élément de la série qui se rapproche de la description qu'en fait Harlé ["*un andouiller de forme aplatie et surface lisse*" (Harlé, 1908a)] est un fragment distal d'andouiller de bois de renne de moyen/gros module (épaisseur de *compacta* de 3 mm) retrouvé dans la faune de la collection Alsius portant des stigmates post-dépotionnels témoins de l'action de carnivores (fig. 89). Déduction qui pourrait en outre être confirmée par son numéro d'inventaire (BGA-164) qui indique que l'objet constitue l'une des premières découvertes réalisées par Alsius sur le site.

FIGURE 89. FRAGMENT D'ANDOUILLER DE RENNE SUPPOSE ETRE LE PREMIER RESTE DE RENNE RETROUVE A LA BORA GRAN, ET PLUS GENERALEMENT EN PENINSULE IBERIQUE.
(Altuna, 1971 ; Alsius, 2015), collection Alsius, Musée d'Archéologie (Comarcal) de Banyolès (dimensions : 133 x 105 x 11 mm).

En 1907, J. Bosoms accompagné d'une équipe d'ouvriers reprend la fouille du gisement qu'il concentre sur une zone restée intacte, protégée par une couche stalagmitique. Il vide les niveaux inférieurs de leur remplissage et constitue la série la plus importante du gisement.

[1] Il était alors communément admis que le renne, omniprésent en Périgord, n'avait pas franchi les Pyrénées à cette période (Alsius, 2015).

Entre 1929-1935, J.M. Corominas tamise les déblais de ses prédécesseurs et découvre de nombreux vestiges lithiques et osseux (Corominas, 1949). Dans les années 1940 (de 1943-44 exactement), c'est au tour de L. Pericot, alors professeur de préhistoire à l'université de Barcelone, de réaliser trois campagnes de fouille dont il déposera le matériel au Musée d'Archéologie de Catalogne (Barcelone). Il publiera deux ouvrages en collaboration avec J. Maluquer, dont un sur la collection Bosoms (Pericot et Maluquer, 1951). La dernière intervention survenue sur le site est l'œuvre de Narcis Soler qui réalise en 1979 un sondage à l'entrée de la cavité (Soler, 1986 ; 1999).

7.1.2. Données archéologiques

La **faune** est largement dominée par le cerf (56 % NRD), suivi des équidés (9,58 % NRD), du bouquetin (2,19 % NRD) et du chamois (2,10 % NRD), auxquels il est possible d'ajouter les lagomorphes (17,04 % NRD) et les oiseaux (Nadal, 1998 ; Nadal *et al.*, 1997 ; Garcia Petit, 1997 ; Laroulandie citée dans Langlais, 2007). Le renne est quant à lui présent sous la forme d'un fragment d'andouiller (fig. 89), d'un élément post-cranial, d'un astragale et d'une 3ème phalange[1] (Nadal *et al.*, *op. cit.* ; Soler, 1999). Selon Nadal *et al.* (*op. cit.*), il n'y a pas de différence significative dans la constitution des ensembles fauniques issus des différentes collections.

L'**industrie lithique** a fait l'objet de plusieurs études [notamment Soler (1896) et Langlais (2007)]. Les matières premières sont d'origine locale et régionale comme en témoigne la présence significative de silex tertiaire d'origine languedocienne [bassins lacustres des Corbières orientales (Langlais, *op. cit.*)] et probablement de matériaux issues de la vallée de l'Èbre (*ibid.*). L'outillage domestique est essentiellement réalisé sur lames et composé principalement de burins (34,66 %), grattoirs (11,34 %) et grattoir-burins, auxquels on peut ajouter des perçoirs (4,55 %) et des pièces esquillées. Les armatures, enfin, sont composées de lamelles à dos simples, tronquées, denticulées ou appointées ainsi que de nombreux triangles scalènes allongés (Nadal *et al., op. cit.* ; Langlais, *op. cit.*).

Les travaux les plus récents réalisés autour de **l'industrie osseuse** ont concerné une rapide étude générale de l'équipement (Rueda i Torres, 1987) et une étude plus ciblée sur la morphométrie des pointes de sagaie (Campeny Vall-Llosera, 2009). Selon ce dernier auteur, l'industrie osseuse, particulièrement riche (509 artefacts toutes matières osseuses confondues), se compose principalement d'éléments en bois de cervidé : i.e., pointes uni- et bi-barbelées, pointes de projectile à biseau simple et double, baguettes demi-rondes et deux pointes à base fourchue. Ces deux auteurs s'accordent à dire que la méthode de débitage la plus représentée pour le bois de cervidé est le double rainurage.

Si l'équipement lithique et les datations (tab. 53) rapprochent le matériel de la Bora Gran du Magdalénien supérieur (Nadal *et al., op. cit.* ; Langlais, *op. cit.*), la présence dans l'industrie osseuse de pointes à biseau simple suggère néanmoins l'existence probable d'occupations plus anciennes probablement attribuées au Magdalénien moyen (Rueda i Torres, *op. cit.* ; Campeny Vall-Llosera, *op. cit.*).

[1] La présence d'un bois de mue fut évoquée par Nadal *et al.*, 1997, mais comme la pièce présente des stigmates anthropiques de travail de la matière (fig. 102, n°1), nous l'avons associé à l'industrie (cette étude).

TABLEAU 53. DATATIONS DE LA BORA GRAN.

Code	BP	Sigma	Échantillon	Références bibliographiques
Ox BGA 2153 (AMS)	13 080	90	Talus (renne)	Nadal *et al.* , 1997; 2002
Ox BGA 2222 (AMS)	12 830	80	Phalange (renne)	Nadal *et al.* , 1997; 2002
M-1023 (C14)	11 470	500	NC	Banadora

7.1.3. Étude techno-économique de l'industrie sur bois de cervidé de la Bora Gran

Ce travail a concerné les collections d'industrie sur bois de cervidé Alsius/Harlé (N = 116) et Corominas (N = 24) conservées au Musée d'Archéologie (Comarcal) de Banyolès, et la collection Bosoms (N = 213) conservée au Musée d'Archéologie de Catalogne (Gérone) (tab. 54). Selon l'inventaire réalisé par Campeny Vall-Llosera (*op. cit.*), ces trois collections regroupent l'essentiel de l'industrie osseuse découverte sur le site, soit 95 % des vestiges (toutes matières osseuses confondues). En raison de l'ancienneté des fouilles (fouilles triées et non tamisées) et de l'absence d'indications stratigraphiques, nous avons pris le parti d'étudier le matériel issu de ces trois collections en considérant qu'il ne s'agissait que d'un seul et même ensemble de 353 pièces (tab. 54).

TABLEAU 54. DECOMPTE DE L'INDUSTRIE SUR BOIS DE CERVIDE PAR ESPECE ET PAR COLLECTION, LA BORA GRAN.

		Bosoms	Alsius	Corominas	TOTAL
Déchets de débitage	Renne	5	3	0	8
	Cerf	26	17	1	44
	Indéterminé	7	1	0	8
Produits	Renne	0	0	0	0
	Cerf	42	22	0	64
	Indéterminé	131	63	23	217
Frgts. de bois travaillés	Renne	0	0	0	0
	Cerf	2	8	0	10
	Indéterminé	0	2	0	2
TOTAL		213	116	24	353

Dans l'ensemble, les surfaces osseuses sont relativement bien préservées. Signalons toutefois la présence de traces d'agents biologiques d'origine animale (carnivores et rongeurs) sur certaines pièces de la collection Alsius/Harlé, et de surfaces concrétionnées seulement sur certaines pièces de la collection Bosoms (ce qui n'est pas étonnant dans la mesure où Bosoms entreprit de fouiller une zone fortement indurée).

7.1.3.1. Le travail du bois de cerf

Sur les 118 pièces réalisées en bois de cerf présentes dans l'assemblage, 44 sont des déchets de débitage, 64 des produits et 10 restent indéterminées d'un point de vue technologique (tab. 54). Signalons que plusieurs éléments témoignent de l'existence d'un débitage autonome de baguette par fracturation dont l'étude sera dissociée du reste du matériel.

Les déchets issus d'un débitage longitudinal du bois

. *Déchets sur parties basilaires*

La série compte deux bois de massacre et trois bois de chute de gros module (tab. 55). Leur épaisseur de tissu compact, relevée au niveau du merrain A1, est comprise entre 6-10 mm et la circonférence de leur merrain A1 (mesures prises juste au-dessus du cercle de pierrures) entre 180-221 mm. Le diamètre antéro-postérieur du médaillon des trois bois de chute se situe, quant à lui, entre 50-59 mm. À partir de la figure 12, il est possible d'avancer que l'acquisition des bois de massacre est survenue entre le mois d'août et les mois de février/mars, soit à cheval entre la bonne et la mauvaise saison.

TABLEAU 55. DECOMPTE DES DECHETS SUR BOIS DE CERVIDE PAR METHODE DE DEBITAGE ET PAR ESPECE ASSOCIE A L'EPAISSEUR MOYENNE DU TISSU COMPACT PAR CATEGORIE TECHNO-TYPOLOGIQUE, LA BORA GRAN.

				NR	Ép.*compacta* moyenne (mm)	NR	Ép.*compacta* moyenne (mm)
RENNE	Débitage longitudinal	Base de bois de chute		**1**	5	**8**	4,3 ± 1,4
		Éléments de perche B		**2**	6 ± 1,4		
		Indéterminés		**2**	4,7 ± 0,3		
	Débitage transversal	Bases de bois de chute		**2**	5 ± 2,1		
		Indéterminé		**1**	4		
CERF	Débitage longitudinal	Déchets sur partie basilaire	Bois de chute	**3**	6,3 ± 0,6	**37**	5,5 ± 1,5
			Bois de massacre	**2**	8,5 ± 2,1		
		Déchets sur merrain	A2	**2**	6		
			A/B	**4**	5,5 ± 1,1		
			B	**3**	3,5 ± 0,7		
			indéterminés	**10**	5,7 ± 1,5		
		sur andouiller		**4**	4,7 ± 0,9		
		Indéterminé		**1**	5		
	Débitage transversal	Élagage	Andouillers	**3**	4 ± 1		
			Épois	**2**	3,75 ± 0,3		
			Andouillers ou ép	**3**	4		
IND.	Débitage longitudinal	en triangle		**2**	5,5 ± 0,7	**8**	4,3 ± 1,4
		indéterminés		**4**	4,7 ± 1,2		
	Débitage transversal	Andouillers ou épois		**2**	2,5 ± 0,7		
TOTAL				**53**			

Quatre de ces bases documentent une extraction de plusieurs baguettes (entre 2-4) par rainurage longitudinal multiple depuis le merrain A. Si pour deux d'entre elles ce débitage tourne autour des faces postérieure et médiale (dont fig. 90, n°1), pour les deux autres il ne concerne que la face postérieure (dont fig. 90, n°2). Les baguettes extraites présentent dans l'ensemble un calibre moyen avec des largeurs comprises entre 10-20 mm (mesures prises sur les négatifs d'extraction).

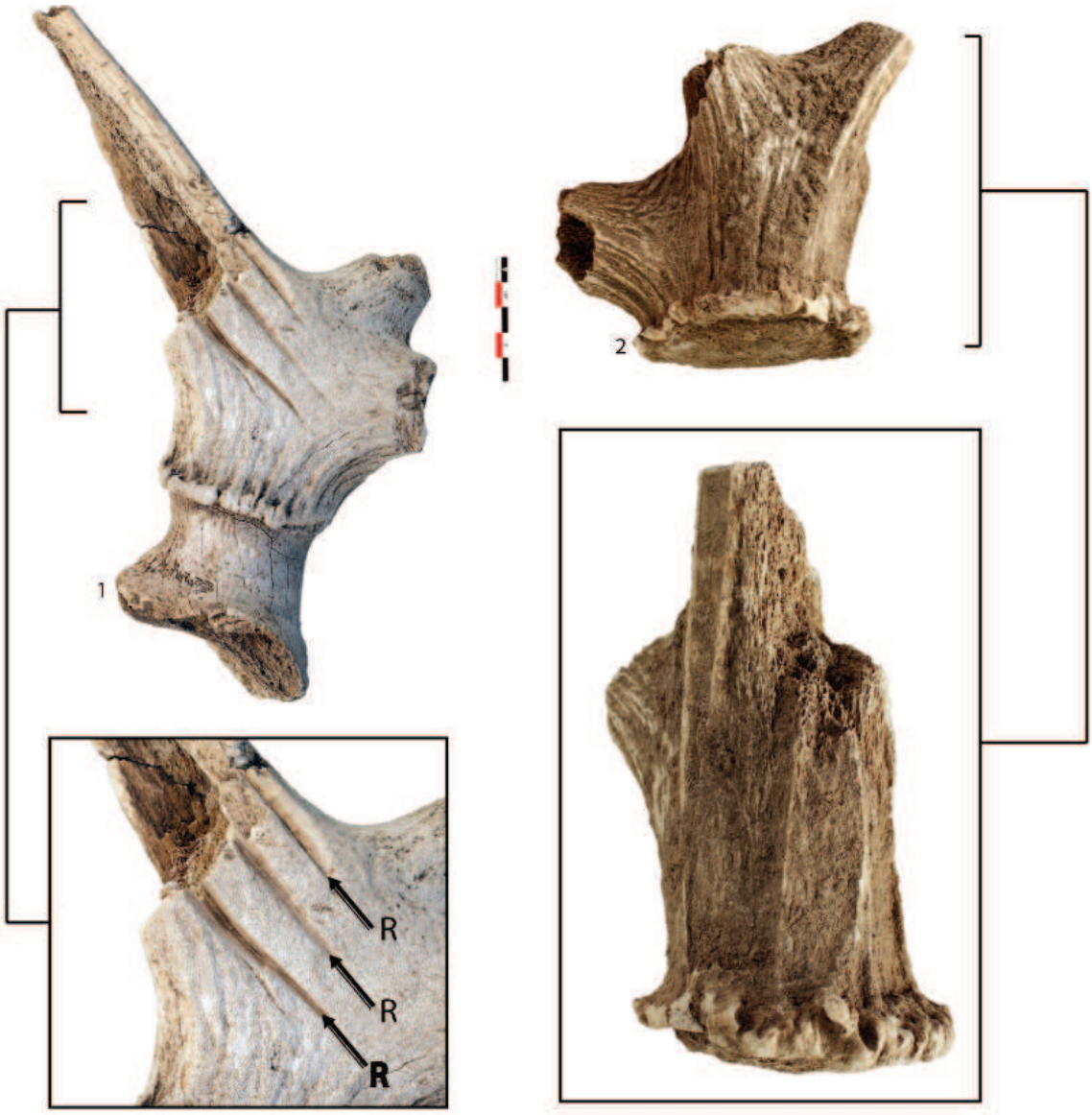


FIGURE 90. DECHETS DE DEBITAGE DE BAGUETTES SUR PARTIE BASILAIRE PAR RAINURAGE LONGITUDINAL MULTIPLE, BOIS DE CERF, LA BORA GRAN, COLLECTION BOSOMS.
n°1 : bois de massacre documentant une extraction de baguettes depuis les faces médiale et postérieure du bloc (285 x 105 x 81 mm), n°2 : bois de chute documentant une extraction de baguettes depuis la face postérieure du bloc (125 x 120 x 68 mm).

La cinquième base (bois de massacre) documente une extraction unique de large (25 mm) et longue baguette (autour de 190 mm) par double rainurage longitudinal depuis la face postérieure du bois (fig. 91).

FIGURE 91. DECHET DE DEBITAGE D'UNE UNIQUE BAGUETTE A PARTIR DE LA FACE POSTERIEURE DU MERRAIN A PAR DOUBLE RAINURAGE LONGITUDINAL, BOIS DE CERF (BOIS DE MASSACRE), LA BORA GRAN.
Collection Bosoms (280 x 110 x 98 mm).

Les andouillers, quant à eux, ont généralement été retirés par percussion tranchante unifaciale à périphérique, et par percussion diffuse unifaciale dans un cas.

. Les déchets sur merrain

De nombreux déchets documentent une exploitation du merrain de bois de gros module (N = 19) (tab. 55). En raison de la fragmentation du matériel, il a parfois été difficile de différencier les éléments issus de l'extrémité distale des merrains A2 et B. Quoi qu'il en soit, six déchets documentent un débitage de plusieurs baguettes par rainurage longitudinal multiple essentiellement depuis les faces postérieure, latérale et médiale du merrain A2 (et dans un cas depuis l'extrémité distale du merrain B). Il s'agit de deux éléments en triangle simple, de deux éléments en triangle double (dont n°1, fig. 92), et de deux éléments de bois situés à la jonction entre les merrains A/B ayant conduit à l'extraction de 2-3 baguettes de calibre faible /moyen (largeurs comprises entre 5-15 mm) (dont n°2, fig. 92).

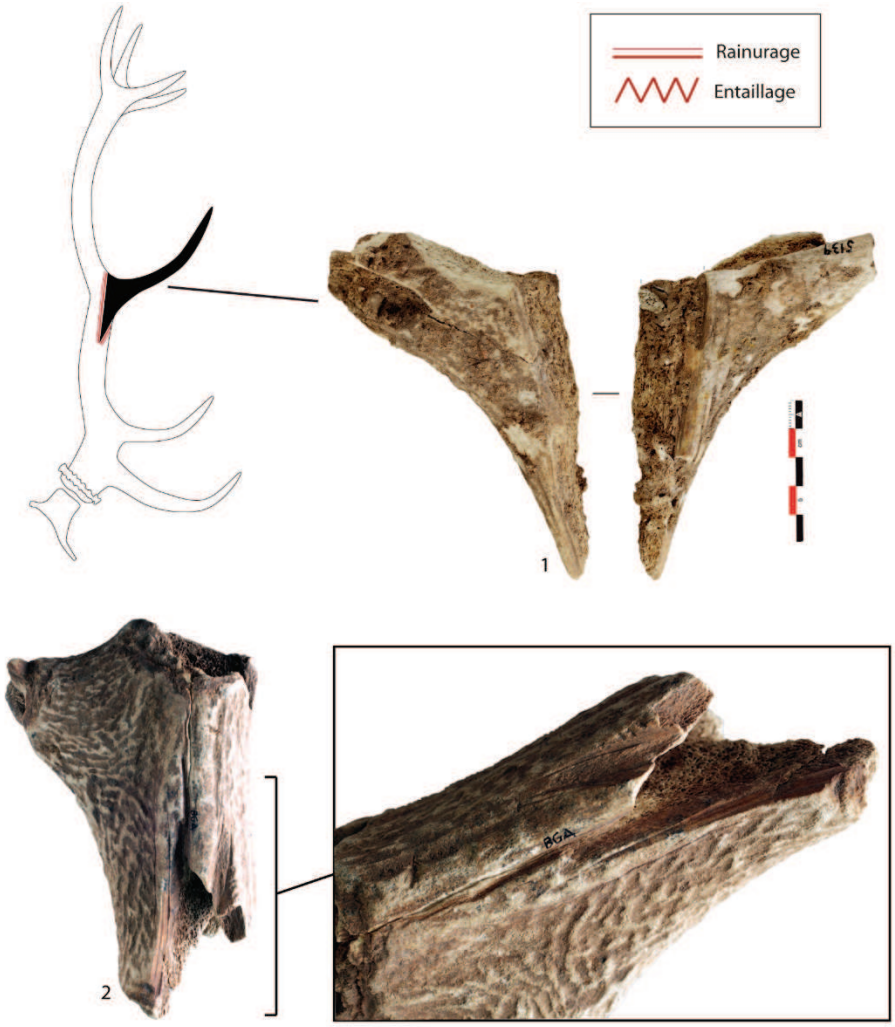


FIGURE 92. DECHETS DE DEBITAGE DE BAGUETTE SUR MERRAIN PAR RAINURAGE LONGITUDINAL MULTIPLE, BOIS DE CERF, LA BORA GRAN.
n°1 : déchet en triangle double, collection Bosoms (135 x 48 x 40 mm), n°2 : déchet sur face latérale ou médiale, collection Alsius/Harlé (136 x 91 x 43 mm).

Par ailleurs, quatre déchets documentent une extraction unique de large baguette depuis la face postérieure des merrains A et B (dont fig. 93). Dans la majorité des cas, ces éléments se situent à la jonction des deux portions de merrain (A et B) et documentent une extraction qui se prolonge en deçà et au-delà. Les mesures relevées sur les négatifs d'extraction s'accordent pour évaluer la largeur des baguettes extraites entre 26-31 mm. Pour ce qui est de leur longueur, le fait que ce type de débitage soit associé à l'ensemble des éléments du bois (i.e., partie basilaire, merrains A et B) suggère que la baguette recherchée pouvait être particulièrement longue. Le déchet illustré en figure 93 est à ce titre très informatif, non seulement parce qu'il permet d'estimer au mieux la longueur de la baguette extraite (au minimum 300 mm de long), mais aussi parce qu'il met en évidence une adéquation entre le type de débitage mis en œuvre et un bloc de matière première spécifique. En effet, la section quadrangulaire de ce bois [caractéristique propre des individus les plus vieux - (obs. pers.)] est bien plus adaptée à un débitage unique de large baguette sur la face postérieure du bloc, qu'à une extraction de plusieurs baguettes qui implique généralement une exploitation tournante sur deux à trois faces du merrain (postérieure, médiale et parfois latérale). L'épaisseur de tissu compact de l'ensemble de ces déchets est compatible avec un/des bois de moyen/gros module : 7 mm pour la partie basilaire, entre 4-6 mm pour les éléments de merrain A/B.

FIGURE 93. DECHET DE DEBITAGE D'UNE UNIQUE BAGUETTE PAR DOUBLE RAINURAGE LONGITUDINAL DEPUIS LA FACE POSTERIEURE DU MERRAIN, LA BORA GRAN.
Collection Bosoms (306 x 56 x 48 mm).

Signalons que dans la grande majorité des cas les andouillers ont été retirés par percussion tranchante uni- à bifaciale.

. *Les déchets sur andouillers*

Quatre pièces documentent une extraction de baguette de calibre moyen/gros (largeurs comprises entre 17-19 mm) ou d'hémi-tronçon à partir d'éléments d'andouiller de gros module par double rainurage longitudinal (tab. 55). Leur épaisseur de tissu compact est comprise entre 4-6 mm. Ces vestiges présentent tous à leur base des stigmates de sectionnement par entaillage. S'il est possible que certains de ces déchets aient été recyclés comme outils intermédiaires, il nous est impossible de le vérifier ici, en raison de surfaces trop fragmentées ou mal préservées.

Les déchets issus d'un débitage transversal du bois

L'ensemble des déchets illustrant un débitage transversal du bois sont des éléments d'épois ou d'andouiller de bois de gros module (épaisseur de *compacta* comprise entre 3-7 mm) (tab. 55) L'un des exemplaires (un fragment d'épois), par ses dimensions importantes, devait d'ailleurs appartenir à un bois de très gros module (fig. 94). Sectionnés à leur base par percussion tranchante unifaciale à périphérique, ces huit vestiges documentent manifestement la phase initiale d'élagage du bois au cours de laquelle les éléments périphériques sont supprimés *a priori* pour faciliter la manipulation du bloc.

FIGURE 94. ÉPOIS DE TRES GROS MODULE ELAGUE, BOIS DE CERF, LA BORA GRAN.
Collection Alsius/Harlé (dimensions : 216 x 33 x 28 mm).

Synthèse sur les déchets de débitage longitudinal et transversal

Ces 35 déchets de débitage documentent une exploitation de bois de gros module. À l'image des parties basilaires présentes dans l'assemblage, cette exploitation a surtout concerné le débitage de plusieurs baguettes de calibre faible/moyen par rainurage longitudinal multiple à partir de la face postérieure (et parfois médiale/latérale) du merrain A. À côté de cela, un débitage par extraction unique de large (entre 25-31 mm) et longue (au minimum 300 mm) baguette par double rainurage longitudinal depuis la face postérieure du merrain A/B est documenté à travers la présence d'une partie basilaire et de plusieurs éléments de merrain. Si ces déchets sont dans l'ensemble plus volumineux, ce type de débitage est en revanche sous-représenté dans la série. Les andouillers (et parfois les épois) ont quant à eux été retirés par percussion tranchante unifaciale à périphérique au cours de la phase d'élagage du bois. Ils ont servi dans certains cas de support à l'extraction de baguettes de moyen calibre (ou d'hémi-tronçon) par double rainurage longitudinal. Comme nous aurons l'occasion de le voir, certains d'entre eux ont été recyclés comme outils intermédiaires de gros calibre.

Du point de vue de la saisonnalité de ce faciès d'activité, l'exploitation de bois de massacre appartenant à des mâles adultes documente une acquisition de la matière première entre les mois d'août et février/mars pour les bois des individus les plus vieux. Signalons à titre indicatif la présence dans la faune de deux autres bois de massacre de gros module.

Les produits issus d'un débitage longitudinal du bois

. *Les baguettes (supports)*

Elles sont au nombre de douze (tab. 56). De section quadrangulaire, elles ont toutes été débitées par rainurage longitudinal et restent brutes de débitage. Elles présentent pour sept d'entre elles un calibre moyen (largeurs comprises entre 13-19 mm et épaisseurs entre 7-12 mm) (dont fig. 95, n°1), et pour les cinq autres un gros calibre (largeurs comprises entre 22-30 mm et épaisseurs entre 9-24 mm) (dont fig. 95, n°2). S'il est difficile d'estimer la longueur initiale de ces baguettes, soulignons tout de même la présence de pièces fragmentées dépassant 120 mm de longueur dans chacune des catégories métriques. En ce qui concerne leur positionnement anatomique sur le bloc de matière première, seules quelques pièces (N = 3) ont pu être repositionnées au niveau du merrain A (et notamment de la face postérieure) en raison de la présence sur la face supérieure de gouttières longitudinales rectilignes diagnostiques (dont fig. 95, n°s 1-2). À ce titre, la pièce n°2 présente les caractéristiques morphométriques compatibles avec le type de débitage illustré dans les figures 91 et 93 (débitage d'une unique baguette de gros calibre depuis la face postérieure du merrain A) : bien que fragmentée, elle est particulièrement longue (169 mm) et large (30 mm). La pièce n°1, quant à elle, pourrait très bien être compatible avec le type de débitage illustré en figure 90 (n°2), à savoir une extraction de plusieurs baguettes depuis la face postérieure du merrain A.

FIGURE 95. BAGUETTES EN BOIS DE CERF DEBITEES PAR RAINURAGE LONGITUDINAL, LA BORA GRAN.
n°1 : collection Alsius/Harlé (78 x 22 x 24 mm), n°2 : collection Bosoms (169 x 30 x 16 mm).

TABLEAU 56. DECOMPTE DES PRODUITS EN BOIS DE CERVIDE PAR METHODE DE DEBITAGE ET PAR ESPECE ASSOCIE A L'EPAISSEUR MOYENNE DU TISSU COMPACT PAR CATEGORIE TECHNO-TYPOLOGIQUE, LA BORA GRAN.

				NR	Ép.*compacta* moyenne (mm)	NR	Ép.*compacta* moyenne (mm)
CERF	Débitage longitudinal	Baguettes (support)		**12**	4,8 ± 1,3	**54**	4,7 ± 1,3
		Outils intermédiaires	sur support plat	**1**	5		
			sur support en semi-volume	**7**	4,3 ± 0,5		
		Baguettes demi-rondes		**13**	4,7 ± 1,2		
		Lissoir		**1**	5		
		Pointe de projectile indéterminée		**1**	6		
		Objets sur baguette indéterminés		**16**	4,5 ± 1,5		
		Produits indéterminés		**2**	5 ± 1,4		
	Débitage transversal	Outils intermédiaires sur support en volume		**1**	NC		
IND.	Débitage longitudinal	Baguettes (support)		**17**	5 ± 1	**217**	4,8 ± 1,1
		Pointes de projectile	à biseau double	**18**	4,8 ± 1,1		
			à biseau simple	**4**	5 ± 0,8		
			à base fourchue	**2**	4		
			fourchon	**1**	4		
			doubles pointes	**6**	5,2 ± 0,6		
			indéterminées	**58**	4,8 ± 1,1		
		Pointes barbelées	unibarbelées	**3**	5,8 ± 0,3		
			bibarbelées	**3**	5,3 ± 1,1		
			indéterminées	**5**	4,6 ± 0,5		
		Baguettes demi-rondes		**19**	4,5 ± 1		
		Pièces intermédiaires	sur support plat	**1**	5		
			sur support en semi-volume	**1**	6		
		Objets sur baguette indéterminés		**75**	4,8 ± 1,2		
		Objets sur support en volume ind.		**3**	3 ± 1,3		
		Lissoir		**1**	5		
TOTAL				**271**			

. *Les baguettes demi-rondes*

Les treize fragments de baguettes demi-rondes présents dans la série sont pour l'essentiel des fragments mésiaux (et distaux dans deux cas) généralement dépourvus d'aménagements de surface. Seule une pièce dont les surfaces sont en partie altérées présente une rainure longitudinale qui parcourt l'axe médian de la face supérieure (fig. 96), détail technique qui n'est pas sans rappeler certaines baguettes demi-rondes retrouvées à Enlène (Pétillon, 2016, fig. 9, n°2). Dans l'ensemble ces fragments présentent des caractéristiques morpho-métriques particulièrement homogènes, à savoir un calibre moyen (leurs largeurs sont comprises entre 12-18 mm et leurs épaisseurs entre 5-8 mm), une section plano-convexe ainsi qu'une face inférieure plane. Malgré leur fragmentation importante (en raison de leur caractère effilé), ces pièces devaient être particulièrement longues, à l'image du seul exemplaire complet présent dans l'assemblage (216 mm) (fig. 97).

Notons que ces baguettes demi-rondes en bois de cerf sont très proches d'un point de vue morpho-métrique des spécimens en bois de cerf retrouvés dans les niveaux attribués au Magdalénien moyen de Gazel (Pétillon, à paraître). D'une part, parce qu'elles partagent des dimensions équivalentes [les baguettes demi-rondes en bois de cerf de Gazel présentent des largeurs comprises entre 12-16 mm, pour des longueurs situées entre 178-300 mm pour les spécimens les plus longs (Pétillon, à paraître)], et d'autre part, en raison du fait que le seul spécimen complet de la Bora Gran documente un système d'emmanchement sous la forme d'un court biseau latéral (fig. 97), à l'instar encore une fois d'un exemplaire de Gazel (Pétillon, 2016, fig. 9, n°1 ; fig. 95, n°3).

FIGURE 96. FRAGMENT DE BAGUETTE DEMI-RONDE RAINUREE, BOIS DE CERF, LA BORA GRAN.
Collection Alsius (64 x 13 x 6 mm).

FIGURE 97. BAGUETTE DEMI-RONDE, BOIS DE CERF, LA BORA GRAN.
Collection Bosoms (216 x 15 x 7 mm).

À l'appui de ce rapprochement, soulignons que trois fragments de baguettes demi-rondes de la Bora Gran [un spécimen en bois de cerf (fig. 98, n°1) et deux restés indéterminés (dont fig. 98, n°2)] et au moins un exemplaire en bois de cerf de Gazel (fig. 98, n°3) présentent sur la face inférieure de longues et profondes stries longitudinales parallèles que nous rapprochons de stries de raclage réalisées à l'aide d'un outil à l'extrémité active particulièrement dentelée (il nous paraît délicat de réaliser ces stigmates par incision, compte tenu de la finesse des stries et de leur parallélisme). Par leur profondeur, ces stigmates pourraient être rapprochés d'aménagements de surface, à l'instar des incisions transversales souvent présentes sur la face inférieure des baguettes demi-rondes.

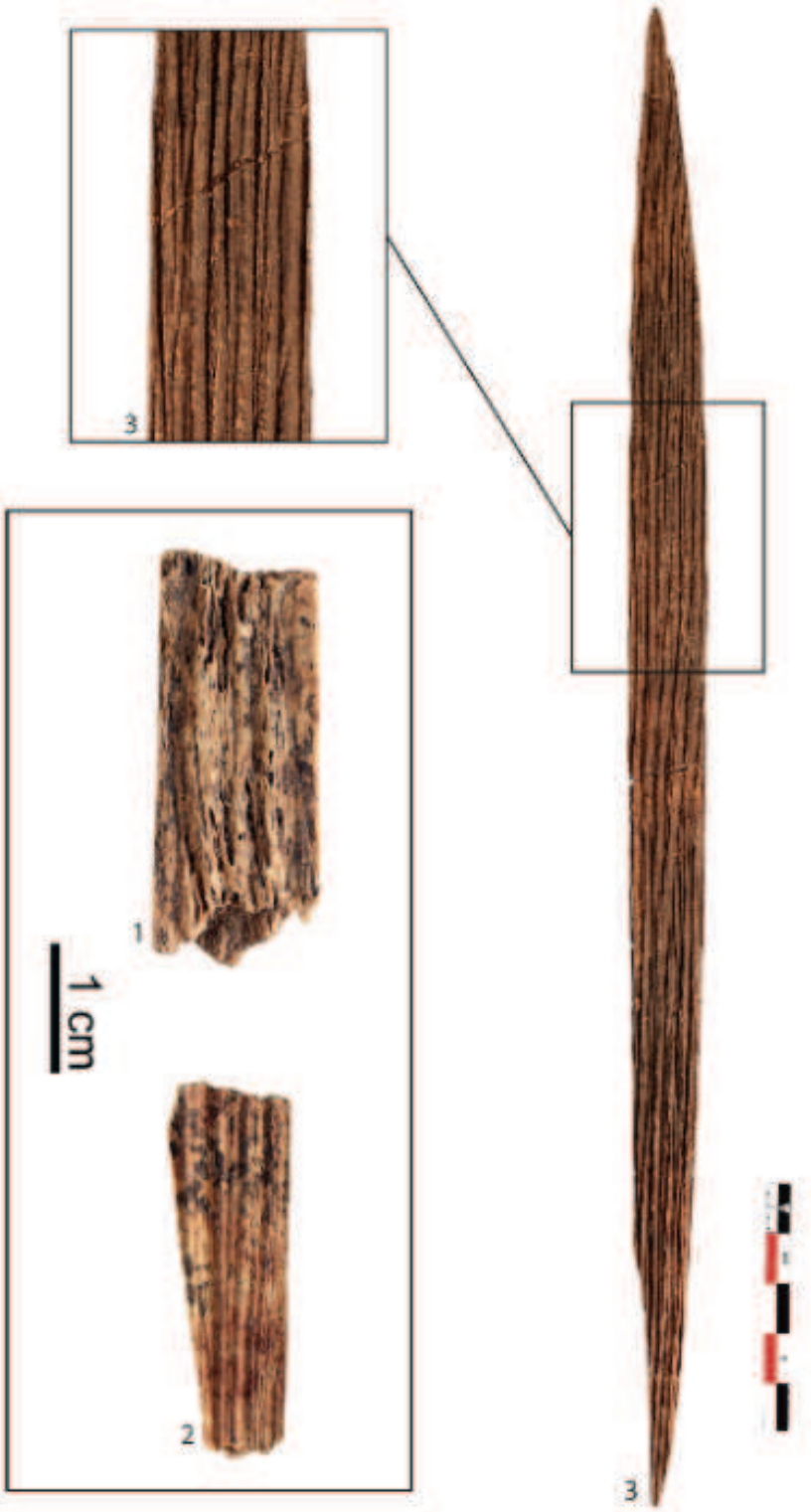


FIGURE 98. TYPE DE RACLAGE DOCUMENTE SUR CERTAINES BAGUETTES DEMI-RONDES.
n°1 : La Bora Gran, bois de cerf, collection Alsius/Harlé (31 x 12 x 7 mm) ; n°2 : La Bora Gran, bois de cervidé indéterminé, collection Alsius/Harlé (28 x 9 x 4.5 mm) ; n°3 : Gazel, couche 7.

. *Outils intermédiaires*

Il s'agit de l'une des catégories typologiques les mieux représentées dans l'assemblage (tab. 56). Ces neuf spécimens (nous intégrons ici le seul vestige issu d'un débitage transversal strict du bois) proviennent tous de la collection Alsius. Ils comptent huit outils intermédiaires de gros calibres réalisés sur hémi-tronçon de gros module (épaisseur de *compacta* comprises entre 4-5 mm) et un spécimen réalisé sur baguette (tab. 56). Les premiers sont des hémi-tronçons (andouillers) plus ou moins stricts (nous entendons par-là que certaines pièces n'ont pas été totalement bi-partitionnées longitudinalement) dont il est difficile de préciser la méthode mise en œuvre pour leur débitage en raison du façonnage des objets ou de la présence de surfaces concrétionnées (seule une pièce porte un pan de rainurage longitudinal).

Notons que deux pièces se distinguent dans cet assemblage. La première parce qu'elle fut recyclée comme probable lissoir (fig. 99, n°1) ; et la seconde, car il s'agit du seul outil intermédiaire sur andouiller qui documente une phase initiale de débitage de baguettes (deux supports plats de moyen calibre furent extraits) (fig. 99, n°2). Il est impossible de préciser la méthode de débitage mise en œuvre pour leur extraction.

FIGURE 99. OUTILS INTERMEDIAIRES SUR SUPPORT EN SEMI-VOLUME, BOIS DE CERF, LA BORA GRAN.
Collection Alsius/Harlé, n°1 : outil intermédiaire recyclée comme probable lissoir (105 x 14 x 11 mm), n° 2 : déchet de débitage de baguettes recyclé comme outil intermédiaire (141 x 30 x 29 mm).

L'unique outil intermédiaire sur baguette identifié en bois de cerf présente, une fois les cassures post-dépositionnelles raccordées, des dimensions particulièrement importantes (fig. 100). La détermination typologique de cette pièce s'appuie sur la présence à chacune des extrémités de stigmates d'écrasement des fibres osseuses diagnostiques d'une utilisation en percussion indirecte (fig. 100, zoom sur détails). Les caractéristiques morphométriques de cette "baguette", et notamment son extrémité distale évasée, semblent plutôt compatibles avec un élément de bois associant le merrain B et le départ de l'empaumure d'un bois de gros module (épaisseur de *compacta* de 5 mm). C'est d'ailleurs à cet endroit de la pièce (en distale) que se trouvent des stigmates de débitage d'une large baguette (largeur = 31 mm) par double rainurage. Son propre débitage n'a quant à lui pas pu être déterminé (il se pourrait qu'elle ait été extraite par percussion). Signalons enfin la présence de stigmates témoins de l'action de carnivores localisés à divers endroits de la face supérieure de l'objet.

. Divers objets sur baguette

Ces dix-huit objets sur baguette présentent dans l'ensemble un calibre moyen (largeurs comprises entre 9-21 mm et épaisseurs entre 6-10 mm) (tab. 56). Seize sont des fragments mésiaux d'objets façonnés par raclage restés indéterminés d'un point de vue typologique auxquels on peut ajouter une extrémité distale de pointe de projectile indéterminée et un probable lissoir de seconde intention (il pourrait s'agir d'une pointe de projectile recyclée après fracture) (tab. 56).

FIGURE 100. OUTIL INTERMEDIAIRE SUR BAGUETTE, BOIS DE CERF, LA BORA GRAN.
Collection Alsius/Harlé (220 x 35 x 13 mm).

L'industrie issue d'un débitage par fracturation du bois

22 vestiges documentent une exploitation du bois par fracturation et plus précisément par percussion diffuse directe. Il s'agit de dix produits, de sept déchets de débitage et de cinq pièces restées indéterminées d'un point de vue technologique (tab. 57). Ces vestiges ont été retrouvés dans la faune des deux principales collections (Bosoms et Alsius/Harlé). Comme ils ont été découverts tardivement, nous ne bénéficions pas toujours d'indications morpho-métriques à leur sujet. Signalons, en outre, que cet assemblage n'est pas exhaustif : si les pièces les plus diagnostiques ont vite été repérées, il se peut que d'autres vestiges (notamment ceux de dimensions plus petites) se trouvent encore associés à la faune.

TABLEAU 57. INDUSTRIE ISSUE D'UN DEBITAGE PAR FRACTURATION, BOIS DE CERF, LA BORA GRAN.

			NR
Débitage par fracturation	Déchets	Éclats	3
		Épois élagué	1
		Bipartites	2
		Divers	1
	Produits	Baguettes	9
		Objet à extrémité distale	1
	Indéterminés		5
TOTAL			22

. *Les déchets*

Identifiés par la présence de pans de fracture plus ou moins réguliers, les éclats constituent la catégorie de déchets la plus représentée (N = 3). Ils sont de gabarits très variables et proviennent pour un exemplaire d'un andouiller (fig. 101, n°1), et pour un autre d'un bois de grande dimension, à la jonction merrain B/empaumure (fig. 101, n°2). Deux bipartites d'andouiller (fig. 101, n°s 3-4) présentent un point d'impact diagnostique d'une extraction de support intermédiaire de type baguette par percussion directe diffuse. Enfin, un fragment d'épois de gros module documente une phase initiale d'élagage au cours de laquelle les éléments de bois périphériques (épois, andouiller) ont été supprimés par percussion directe diffuse (fig. 101, n°5).

. *Les produits*

Il s'agit essentiellement de fragments de baguette bruts de débitage de calibre moyen (les deux seules pièces pour lesquelles nous bénéficions de mesures présentent des largeurs comprises entre 10-15 mm et des épaisseurs entre 9-13 mm) présentant sur chacun des bords des pans de fracture plus ou moins réguliers (fig. 101, n°s 6-8). Leur origine anatomique sur le bloc de matière première est difficilement déterminable. Sur les neufs fragments de baguette, seuls deux présentent sur un bord un point d'impact clairement identifié (dont fig. 101, n°9). Enfin, le seul objet fini qui pourrait être intégré à un schéma d'exploitation du bois par fragmentation est un objet sur baguette de moyen calibre (65 x 17 x 9 mm, pour une épaisseur de *compacta* de 7 mm) présentant un pan de fracture le long d'un côté et une extrémité distale mousse (fig. 101, n°10). La présence de plages d'impressions plus ou moins marquées au niveau de son extrémité active le rapproche d'un compresseur.

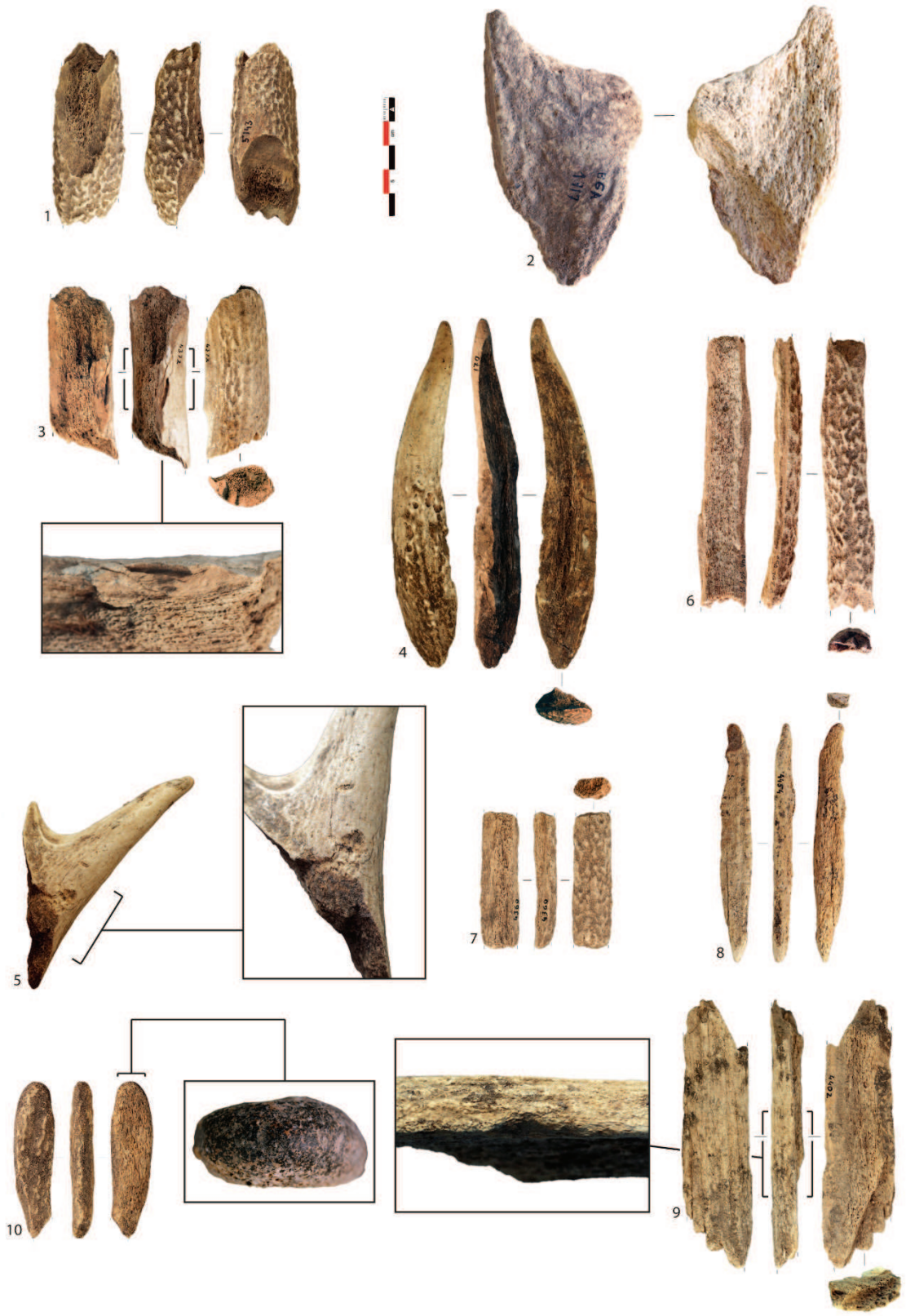


FIGURE 101. INDUSTRIE SUR BOIS DE CERF DOCUMENTANT UN DEBITAGE PAR PERCUSSION DIFFUSE DIRECTE, LA BORA GRAN.

nos 1-2 : éclats, nos 3-4 : bipartites sur andouiller, n°5 : épois élagué, nos 6-9 : baguettes brutes de débitage, n°10 : compresseur sur baguette (collection Bosoms : nos 1, 5, 8, 10 ; collection Alsius/Harlé : 2-4, 6-7, 9).

Synthèse de l'industrie réalisée sur bois de cerf

Cette industrie, qui compte 122 vestiges, est uniquement tournée vers l'exploitation de bois de gros module. Avec des épaisseurs de *compacta* relevées au niveau du merrain A1 comprises entre 6-10 mm, ces bois appartiennent à des individus adultes, manifestement assez vieux pour certains (comme en témoigne la section quadrangulaire du bois illustré en fig. 93). L'acquisition de la matière première témoigne de deux types de pratiques :

. une introduction de bois de massacre sur le site (N = 2) entre la fin de la bonne saison et le début de la mauvaise saison (rappelons que deux autres bois de massacre non travaillés sont présents dans la faune).

. une collecte de bois de chute (N = 3)

Le débitage de ces bois a concerné deux schémas opératoires de production de baguettes. La première, majoritaire, témoigne de l'extraction de plusieurs supports plats de calibre moyen par rainurage longitudinal multiple depuis la face postérieure du merrain A2 (et accessoirement depuis les faces médiale et latérale) ; tandis que la seconde documente l'extraction d'une unique baguette de gros calibre (surtout large et longue) par double rainurage longitudinal depuis la face postérieure de merrains A et B. Les largeurs des baguettes extraites mesurées au niveau des négatifs d'extraction sur les déchets (entre 10-31 mm) sont dans l'ensemble compatibles avec celles des supports restés bruts de débitage (entre 13-30 mm).

La destinée typologique de ces baguettes reste en revanche encore délicate à déterminer. La seule catégorie d'objet sur baguette en bois de cerf significativement représentée dans l'assemblage est celle des baguettes demi-rondes très effilées, dépourvues d'aménagements de surface, à biseau simple latéral. Ces pièces sont typologiquement très proches des spécimens retrouvés dans les niveaux attribués au Magdalénien moyen de Gazel (Pétillon, à paraître). Elles confirment à nouveau l'existence de liens entre les territoires situés de part et d'autre de l'extrémité orientale de la chaîne pyrénéenne (Sonneville-Bordes, 1973 ; Rueda, 1987 ; Soler, 1999). Il est difficile de les rapprocher avec certitude d'un schéma opératoire précis. En raison de leur gabarit effilé, il paraît peu probable qu'elles soient façonnées à partir des baguettes très larges débitées depuis la face postérieure des merrains (et ce, même si ces supports sont particulièrement longs). Enfin, il ne fait aucun doute, compte tenu des effectifs restés taxinomiquement indéterminés, que bon nombre de ces baguettes devaient être destinées à la confection de pointes de projectile. Pour ce qui concerne le reste de l'équipement, les andouillers ont parfois été recyclés comme outils intermédiaires de gros calibre après extraction de baguettes.

Le dernier élément à aborder concernant l'industrie sur bois de cerf est la présence surprenante dans la série d'un ensemble de 22 pièces témoignant d'un débitage par fracturation du bloc. Cet assemblage est relativement complet d'un point de vue technologique puisqu'il intègre à la fois des déchets de débitage de baguette (principalement sur andouiller), des supports bruts (essentiellement de moyen calibre) ainsi qu'un objet fini (un compresseur sur baguette). L'identification de points d'impact conjuguée à la présence de pans de fractures plus ou moins réguliers rapproche ces vestiges d'un débitage par percussion diffuse directe. S'il existe, certes, des indices de ce type de pratique dans le Magdalénien moyen de Sainte-Colome et dans le Magdalénien supérieur de Peyrazet, Isturitz, Troubat ou Santa Catalina (Pétillon, *com. pers.* ; cette étude), c'est toujours à titre

d'exception[1], sans le caractère récurrent mis en évidence à la Bora Gran. Ainsi, soit il s'agit de pratiques isolées, inédites (par leur ampleur) en contexte Magdalénien[2], soit il faut remettre en question plus encore l'homogénéité de la série, en nous questionnant quant à la présence éventuelle d'autres techno-complexes (que le Magdalénien moyen/supérieur) sur le site ? Signalons que selon N. Soler (*com. pers.*), à l'exception de quelques pointes aziliennes restées isolées, aucun autre techno-complexe n'a, à ce jour, été identifié à la fouille. En définitive, seules des datations directes permettraient de statuer sur la question.

7.1.3.2. Le travail du bois de renne

L'industrie sur bois de renne est constituée de huit vestiges issus des collections Alsius/Harlé et Bosoms. Il s'agit uniquement de déchets de débitage longitudinal et transversal (tab. 55, fig. 102).

Les déchets issus d'un débitage longitudinal du bois

Une base (droite) de bois de chute est présente dans la série (fig. 102, n°1). Avec une épaisseur de *compacta* de 5 mm (mesurée au niveau de la perche A1) et un diamètre antéro-postérieur du médaillon de 32 mm, elle s'apparente aux spécimens de module moyen (cf. chapitre 3.7.1.). Elle porte les stigmates d'un débitage de deux baguettes de calibre moyen (à peu près 11 mm de largeur chacune) depuis la face postérieure de la perche A1/2 par rainurage longitudinal multiple. Le bois n'a pas été exploité à exhaustion dans la mesure où ce débitage a laissé une baguette rectiligne parfaitement calibrée sur la face antérieure du bloc. Par ailleurs, il est intéressant de constater que l'exploitation technique de ce bois suit les mêmes modalités de débitage que celles habituellement mises en œuvre pour le bois de cerf : la face postérieure du bloc fut privilégiée au détriment de la face antérieure[3].

Le débitage de la perche A2 est documenté par la présence d'un élément de perche B (fig. 102, n°2) et d'un déchet de type "triangle simple" (fig. 102, n°3) témoignant tous deux de l'extraction de plusieurs baguettes par rainurage longitudinal multiple. Dans le cas du premier déchet, deux baguettes de calibre faible/moyen (largeurs avoisinant les 10 mm) ont été extraites depuis les faces antérieure et latérale/médiale du bois. L'arrêt des rainures au-delà de la perche B indique que ce débitage ne s'est pas poursuivi sur la perche C. L'épaisseur de *compacta* relevée sur chacun des vestiges suggère que le premier est issu d'un bois de moyen module (5 mm) et le deuxième d'un bois de gros module (7 mm).

Deux déchets de débitage longitudinal n'ont pas pu être localisés avec certitude sur le bloc de matière première. Il s'agit pour le premier d'un long fragment de bois relativement aplati (de type baguette) présentant un pan de rainurage de chaque côté. La présence sur un bord de la pièce d'une arête naturellement courbe rapproche ce vestige d'un élé-

[1] Il est fort probable qu'une recherche plus systématique de ce genre de pièces conduirait à en identifier sur un plus grand nombre de sites.
[2] Ce type de débitage a toujours été documenté dans des contextes plus anciens : i.e., le Solutréen (Baumann et Maury, 2013 ; Baumann, 2014) ou Badegoulien (Pétillon et Ducasse, 2012).
[3] En privilégiant le débitage de la face postérieure chez le cerf et celui de la face antérieure chez le renne, les artisans s'autorisent à extraire des supports longs en évacuant le problème lié à la présence respective de l'andouiller médian et de la chevillure.

ment de bois palmé (départ de l'empaumure ou andouiller ?) (fig. 102, n°4). Le second vestige est une portion de bois de petites dimensions dont le gabarit est compatible soit avec un élément d'andouiller de moyen module, soit avec un élément de perche de petit module (fig. 102, n°5). Son épaisseur de compacta étant de 5 mm, nous aurions tendance à pencher pour la première hypothèse. Il présente à une extrémité les stigmates d'une extraction de deux baguettes de faible calibre (largeurs de 6 et 10 mm) par rainurage longitudinal multiple, et à l'autre extrémité des traces témoignant de l'action de carnivores.

Les déchets issus d'un débitage transversal du bois

Deux parties basilaires de bois de chute documentent un débitage transversal du bois. Avec une épaisseur de *compacta* de 6,5 mm et un diamètre de médaillon de 31 mm (la pièce étant fracturée il s'agit ici du diamètre latéro-médian) la pièce n°6 (fig. 102) provient d'un bois de moyen module. La seconde (fig. 102, n°7), avec une épaisseur de *compacta* de 3,5 mm et un diamètre antéro-postérieur de 18 mm, provient, quant à elle, d'un bois de petit module. Mais les différences ne s'arrêtent pas là. Si dans le premier cas, le débitage du bois a concerné le sectionnement du merrain A1 par flexion (en témoigne la présence de stigmates de fracturation caractéristiques, en marche d'escalier), il ne concerne que le sectionnement de l'andouiller de glace par sciage bifacial dans le second cas (la pièce présente une cassure post-dépositionnelle sur bois sec au niveau de la perche A1). Signalons à ce titre qu'un fragment de bois potentiellement compatible avec cette partie basilaire (mais ne se raccordant pas directement) a été échantillonné pour des analyses de structure au micro-CT (fig. 108, n°11).

Le dernier déchet de débitage présent dans l'assemblage est un élément de bois dont l'altération des surfaces complique le repositionnement anatomique sur le bloc de matière première (fig. 102, n°8) : il pourrait aussi bien s'agir d'une extrémité distale d'andouiller de gros module que d'un élément de perche A1 de bois de moyen module. Deux des portions du bois ont été sectionnées par percussion tranchante directe bifaciale associée à une flexion.

Synthèse sur l'exploitation du bois de renne

L'exploitation de ce matériau a principalement concerné le débitage de bois de moyen module[1] afin de produire des baguettes de faible calibre (leurs largeurs mesurées au niveau des négatifs d'extraction sont comprises entre 6-11 mm) par rainurage longitudinal multiple depuis l'ensemble des faces de la perche A1/2. Pour autant, l'exploitation de ce matériau ne s'est pas forcément faite à exhaustion, à l'image de la baguette parfaitement calibrée restée sur la face antérieure de la perche A2 du déchet n°1 (fig. 102).

Par ailleurs, la présence de déchets de débitage transversal par sciage, entaillage, voire flexion sur bois de petit et moyen module documente une production annexe dont il est impossible pour l'heure de préciser les objectifs. Si, dans l'ensemble, aucun produit n'a été identifié, signalons toutefois qu'une longue baguette demi-ronde dont le gabarit se distingue nettement des exemplaires réalisés en bois de cerf, présente une microarchitecture de tissu spongieux proche de celle du bois de renne (fig. 107). Pour diverses raisons cette pièce n'a pas pu être échantillonnée pour des analyses de structure au micro-CT.

[1] Rappelons la présence dans la faune d'une extrémité distale d'andouiller palmé appartenant à un bois de renne de moyen module (fig. 89).

FIGURE 102. DECHETS DE DEBITAGE, BOIS DE RENNE, LA BORA GRAN.
n°1 : déchet sur partie basilaire (190 x 72 x 32 mm) ; n°2 : déchet sur perche B (93 x 35 x 21 mm) ; n°3 : déchet en triangle simple (88 x 13 x 13 mm) ; nos 4 (93 x 19 x 9 mm) - 5 (52 x 26 x 21 mm) : déchets de débitage non localisés ; nos 6 (82 x 36 x 35 mm) - 7 (59 x 41 x 17 mm) : déchets de débitage transversal sur partie basilaire ; n°8 : déchet de débitage transversal non localisé (90 x 46 x 20 mm) (collection Bosoms : nos 1-4, collection Alsius/Harlé : nos 5-8).

7.1.3.3. Le travail du bois de cervidé indéterminé

L'industrie sur bois de cervidé taxinomiquement indéterminée compte 227 vestiges parmi lesquels figurent 8 déchets de débitage, 217 produits, et 2 vestiges restés technologiquement indéterminés (tab. 54). Quand nous avons jugé, d'une part que l'épaisseur de tissu spongieux était suffisante, et d'autre part que les surfaces osseuses étaient assez bien préservées, nous avons échantillonné les vestiges pour des analyses de structure au micro-CT[1]. Toutes les pièces concernées par ces analyses (N = 32) sont mentionnées dans le texte.

Les déchets issus d'un débitage longitudinal et transversal du bois

Six pièces documentent un débitage longitudinal du bois (tab. 55). Identifiées par la présence d'au moins une rainure, d'eux d'entre elles s'avèrent être des déchets en triangle simple diagnostiques de l'extraction de plusieurs baguettes par rainurage longitudinal multiple *a priori* à partir d'éléments de merrain/perche A2.

Les déchets issus d'un débitage transversal du bois sont au nombre de deux (tab. 55). Il s'agit de fragment d'andouiller ou d'épois présentant à la base des stigmates anthropiques de sectionnement par entaillage périphérique.

Leur fragmentation associée à des surfaces osseuses parfois altérées est responsable du fait que ces vestiges restent taxinomiquement indéterminés.

Les produits issus d'un débitage longitudinal

. *Baguettes (supports)*

Au nombre de 17, il s'agit essentiellement de fragments mésiaux portant sur chacun des bords un pan de rainurage (tab. 56). Avec des largeurs qui se distribuent régulièrement entre 6,5-18 mm et des épaisseurs entre 6-13 mm, leur calibre est dans l'ensemble faible-moyen. Leurs épaisseurs de tissu compact sont quant à elles comprises entre 2,5-7 mm. Ces pièces étant restées brutes de débitage, elles présentent généralement une épaisseur de *spongiosa* suffisante pour être compatibles avec nos analyses de structure. Huit vestiges ont ici été échantillonnés (fig. 103, n°s 1-7), dont six présentent une largeur comprise entre 6,5-9 mm. Les mesures des largeurs de baguettes en bois de renne relevées sur les négatifs d'extraction étant comprises entre 6-11 m, alors que celles pour le bois de cerf ne descendent pas en-dessous de 10 mm (qu'il s'agisse des déchets de débitage ou des baguettes elles-mêmes), les analyses structurales nous permettront de vérifier s'il existe deux classes de supports basées sur la nature de la matière première.

[1] Pour des questions d'assurance aucune pièce exposée dans les vitrines des musées de Gérone et Banyolès n'a pu être sortie du territoire espagnol, ce qui a d'emblée écarté de notre analyse les "plus belles" pièces de la série (objets finis).

FIGURE 103. INDUSTRIE SUR BOIS DE CERVIDE ECHANTILLONNEE POUR DES ANALYSES DE STRUCTURE AU MICRO-CT (1/3), LA BORA GRAN.

Collection Bosoms, nos 1 (44 x 11 x 10 mm) - 2 (63 x 8 x 13 mm) - 3 (80 x 9 x 11 mm) - 4 (53 x 6.5 x 9 mm) - 5 (49 x 9 x 8 mm) - 6 (107 x 18 x 9 mm) - 7 (81 x 9 x 9 mm) : baguettes brutes de débitage, nos 8 : pointe à base pleine (44 x 12 x 9 mm) ; 9 : double pointe (207 x 13 x 11 mm).

. *Pointes à biseau double*

Avec dix-huit exemplaires (mésio-proximaux ou complets), les pointes à biseau double sont l'une des catégories typologiques les plus représentées dans l'assemblage (tab. 56). Ces pointes présentent une certaine variabilité morphométrique qui s'exprime d'une part au niveau des sections (i.e., circulaires, elliptiques, quadrangulaires), et d'autre part à travers le rapport de proportion entre la longueur du fût et celle du biseau (certains biseaux étant particulièrement courts par rapport à la longueur du fût). D'un point de vue métrique, il s'agit de pièces de calibre faible/moyen dont les largeurs sont comprises entre 6-13 mm et les épaisseurs entre 4-8 mm. Les quatre exemplaires complets mesurent entre 79-191 mm. Si aucun des fûts ne porte d'aménagements de surface (à l'instar de la majorité de l'équipement d'ailleurs), près de la moitié des biseaux sont ici striés sur les deux faces. Ces pièces étant pour l'essentiel exposées, il n'a pas été possible de les sortir d'Espagne pour des analyses de structure au micro-CT sur Paris.

. *Pointes à biseau simple*

Les quatre pointes à biseau simple identifiées présentent toutes un gabarit relativement effilé (largeurs comprises entre 9-13 mm et épaisseurs entre 6-12 mm) associé à un biseau proportionnellement long, occupant au minimum la moitié de la longueur totale des deux exemplaires complets (tab. 56). Les deux spécimens les plus longs, certes incomplets (fragments mésio-proximaux), mesurent 86 mm et 186 mm de long. Ils présentent en outre une même section circulaire. Les deux spécimens complets sont nettement plus petits (46 mm et 66 mm). S'ils présentent tous les deux un biseau strié, ces deux spécimens se distinguent néanmoins d'un point de vue typologique : le premier présente un contour losangique, une section ovalaire et un biseau qui occupe près des 2/3 de la pièce, tandis que le second avec sa longueur totale réduite (dont la moitié est occupée par le biseau) et son extrémité distale de section tranchante évoque manifestement les exemplaires de type Lussac-Angles (Pinçon, 1988). Mais en l'absence d'une courte rainure longitudinale parcourant la face inférieure ou supérieure du fût, il n'est pas possible de pousser plus avant ce rapprochement.

. *Pointes à base fourchue*

Rueda i Torres (1987) évoque la présence de deux fragments de pointes à base fourchue. Le seul exemplaire qu'il illustre est un spécimen sub-complet (dont un des fourchons est manquant) issu de la collection Alsius (épaisseur de *compacta* de 4 mm) (*ibid.*, p. 233, n°3 ; fig. 104, n°1). Le deuxième spécimen mentionné (mais non-illustré) est probablement un fragment de pointe issu de la collection Bosoms, de gabarit sensiblement équivalent au précédent (épaisseur de *compacta* de 4 mm), auquel il manque les deux fourchons (fig. 104, n°2).

Il faut désormais ajouter à ce décompte la présence d'un fragment de fourchon isolé retrouvé dans la collection Alsius (fig. 104, n°3). Si nous avons bien évidemment testé son éventuelle compatibilité avec l'exemplaire provenant de la même collection (sans résultat convaincant), nous n'avons pas eu l'occasion de faire de même avec celui de la collection Bosoms.

FIGURE 104. FRAGMENTS DE POINTES A BASE FOURCHUE, BOIS DE CERVIDE, LA BORA GRAN.
n°1 : collection Alsius (59 x 8 x 5 mm), n°2 : collection Bosoms (31 x 8 x 5 mm), n°3 : collection Alsius (22 x 4 x 5 mm).

. *Doubles pointes*

Selon la typologie proposée par Delporte et Mons (1988), six pointes entrent dans cette catégorie d'armatures en raison d'une extrémité proximale appointée (seules deux pièces sont ici complètes) (tab. 56). Avec des largeurs comprises entre 10-13 mm et des épais-

seurs entre 9-12 mm (pour une épaisseur de compacta de 4,5 à 6 mm), elles présentent toutes un calibre moyen. Ces pièces se divisent ici en deux groupes selon qu'elles présentent une pointe effilée ou plus robuste (auquel cas elles peuvent être considérées comme étant des pointes à base pleine).

Les premières sont au nombre de trois et présentent toutes une section circulaire. Si l'une de ces pièces (non illustrée) peut être rapprochée des spécimens dits "monobarbelés" en raison de son profil courbe (pour plus de détails voir Pokines et Krupa, 1997 ; Pétillon et Ducasse, 2012 ; Bourdier *et al.*, 2014 cités dans Pétillon, 2016), les deux autres sont strictement droites. La pièce la plus longue fut échantillonnée pour des analyses de structure au micro-CT (fig. 103, n°9).

La deuxième catégorie de doubles pointes est constituée de trois fragments (mésio-) proximaux de section quadrangulaire à elliptique. Nous distinguons ces exemplaires de parties distales de pointes en raison d'un élargissement de l'extrémité, qui plus est parfois associé à la présence de courtes stries transversales. L'un d'entre eux (fig. 103, n°8) fut échantillonné pour des analyses de structure au micro-CT (les deux autres étant exposés au musée, ils n'ont pu être sortis).

Signalons que lorsque ces pointes présentent assez de tissu spongieux pour en apprécier la microarchitecture (N = 5) alors la trame de la *spongiosa* se rapproche, selon nous, plus de celle du renne que de celle du cerf. Les deux doubles pointes échantillonnées ici devraient nous permettre de confirmer ou non cette impression.

. *Pointes de projectile indéterminées*

58 fragments mésio-distaux de pointes de projectile n'ont pu être rapprochés d'une catégorie typologique claire en raison de leur fragmentation (il est en effet impossible de caractériser leur système d'emmanchement). Comme le signalait déjà le travail de Campeny Vall-Llosera (2009), ces pointes présentent dans l'ensemble un gabarit hétérogène. Avec des largeurs comprises entre 4-17 mm et des épaisseurs entre 4-11 mm, elles présentent un calibre faible/moyen. Leurs épaisseurs de tissu compact se situent entre 2-9 mm et leur section est circulaire à quadrangulaire. Signalons que neuf d'entre elles (dont six proviennent de la collection Corominas) présentent des stigmates de sectionnement proximal (par rainurage transversal bifacial, raclage en diabolo périphérique ou sciage unifacial) indiquant probablement une phase de façonnage (mise à la longueur/l'axe) (dont fig. 105, n°5). Au total, cinq pointes ont été échantillonnées pour des analyses de structure au micro-CT (fig. 105, n°s 1-5).

. *Pointes barbelées*

Onze fragments de pointes barbelées de section circulaire à quadrangulaire ont été identifiés dans la série (tab. 56). Ce nombre diffère légèrement de celui mentionné par Campeny Vall-Llosera (2009) (N = 13) et Rueda i Torres (1987) (N = 14). En cause, le fait que nous ayons écarté trois pièces suspectées d'avoir été réalisées en os (une pointe bi-barbelée et deux pointes uni-barbelées de petites dimensions)[1].

[1] Précisons qu'il ne s'agirait pas des seuls cas de pointes uni-barbelées en os retrouvées sur le littoral méditerranéen espagnol puisqu'au moins quinze exemplaires supplémentaires ont été identifiés sur les sites de Tossal de la Roca, Los Cendres, du Parpalló, de Mejillon, d'Higueron, de Nerja, de Vicoria et peut-être de Hoyo (Villaverde et Roman, 2006, tab. 3).

FIGURE 105. SUITE DE L'INDUSTRIE SUR BOIS DE CERVIDE ECHANTILLONNEE POUR DES ANALYSES DE STRUCTURE AU MICRO-CT (2/3), LA BORA GRAN.

nos 1 (82 x 9 x 8 mm) - 2 (71 x 7 x 6 mm) - 3 (92 x 10 x 9 mm) - 4 (91 x 13 x 11 mm) - 5 (89 x 16 x 11 mm) : pointes de projectile indéterminées ; n°6 : baguette demi-ronde (57 x 12 x 7 mm) ; n°7 : outil intermédiaire sur baguette (67 x 11 x 9 mm) ; nos 8 (47 x 9 x 8 mm) - 9 (40 x 8 x 7 mm) - 10 (98 x 15 x 13 mm) : objets sur baguette indéterminés (collection Bosoms : nos 1-5, 8-10 ; collection Alsius : nos 6-7).

Les pointes uni-barbelées en bois de cervidé présentes dans la série sont au nombre de trois : elles rassemblent un fragment mésio-distal, un fragment mésio-proximal et un exemplaire complet. Avec des largeurs comprises entre 13-14 mm et des épaisseurs entre 8-10 mm (pour une épaisseur de compacta de 5,5 à 6 mm), elles partagent un même calibre moyen. Le seul spécimen complet mesure 111 mm de longueur, et présente une section circulaire. Son système de rétention est constitué d'un épaulement périphérique. Ses quatre barbelures sont trapues, fortement espacées, fortement dégagées du fût et à bord distal convexe. Les deux autres spécimens, tous les deux de section quadrangulaire, se distinguent, pour l'un parce qu'il ne porte qu'une seule barbelure massive incisée sur les deux faces, faiblement dégagée du fût, à bord distal droit ; et pour l'autre par la présence d'une barbelure compacte (la seule visible), à bord distal anguleux, faiblement dégagée du fût, à laquelle s'ajoute un fût non barbelé (en partie impacté par l'action post-dépositionnelle de rongeurs) dont la largeur est plus ou moins proche de celle du support initial (fig. 106, n°1). Les particularités morphométriques de cette dernière pièce sont typiques des pointes dites "méditerranéennes" (Lefebvre, 2011), dont on retrouve la trace sur l'ensemble du pourtour méditerranéen franco-Ibérique (Cacho et De la Torre Sainz, 2005 ; Villaverde et Roman, 2006 ; Lefebvre, 2011 ; Estévez et Vila, 2013). Elles se caractérisent plus précisément par une absence de système de rétention (protubérance ou épaulement), un fût non barbelé et une embase tous les deux particulièrement larges, et des barbelures généralement peu nombreuses, serrées, à bord distal convexe ou anguleux, faiblement dégagées du fût et rarement pourvues d'aménagements de surface (Lefebvre, *op. cit.* ; Villaverde et Roman, *op. cit.*). Signalons que les deux pointes uni-barbelées suspectées d'avoir été réalisées en os entrent également dans cette catégorie typologique. Au final, les trois pointes de type méditerranéen de la Bora Gran présentent de fortes similitudes avec les exemplaires ibériques, et notamment avec les spécimens de los Cendres, dont elles partagent les caractéristiques métriques (tab. 58).

TABLEAU 58. ÉTUDE METRIQUE COMPAREE DES POINTES UNI-BARBELEES DE TYPE MEDITERRANEEN DE LA BORA GRAN (CETTE ETUDE) ET LA GROTTE DE LOS CENDRES.
D'après Villaverde et Roman, 2006, tab. 2.

	Bora Gran (N=3)	Los Cendres (N=10)
Largeurs (mm)	entre 8-9	entre 8-12,4
Épaisseurs (mm)	entre 5-6	entre 4,4-8,5

Les trois pointes bi-barbelées présentes dans la série sont plus proches des morphotypes pyrénéens (dont fig. 106, n°2). À l'exception d'un fragment mésial dont toutes les barbelures ont été emportées par des cassures post-dépositionnelles, les deux spécimens les moins fragmentés présentent des caractéristiques morphométriques relativement similaires. Tout d'abord, elles possèdent un même calibre moyen (respectivement largeur de 11 et 13 mm et épaisseur de 5 et 6 mm), une même section de fût quadrangulaire, et un même système de rétention à protubérances opposées. Elles sont de taille relativement moyenne puisque le seul exemplaire complet mesure 82 mm de long (l'autre est un fragment mésio-proximal de 62 mm). Leurs barbelures sont également très proches d'un point de vue morphométrique puisqu'elles sont trapues, à bord distal convexe, moyennement dégagées du fût et parcourues d'incisions uni- ou bifaciales. Si le spécimen complet présente deux barbelures (alternées) (fig. 106, n°2), le second exemplaire en porte cinq disposées de manière opposée.

FIGURE 106. POINTES BARBELEES, BOIS DE CERVIDE, LA BORA GRAN.
n°1 : collection Bosoms (70 x 14 x 8 mm), n°2 : collection Alsius (82 x 13 x 6 mm).

À titre indicatif, précisons que les cinq fragments de pointes restés indéterminés du point de vue de la disposition des barbelures (uni- ou bibarbelées) sont de dimensions trop petites pour vérifier s'ils comportent une ou deux rangées de barbelures (tab. 56).

. *Baguettes demi-rondes*

Les baguettes demi-rondes, avec dix-neuf exemplaires, constituent l'une des catégories d'objets sur baguette les plus représentées dans la série (tab. 56). En raison de leur calibre faible/moyen (largeurs comprises entre 9-16 mm et épaisseurs entre 4,5-8 mm), de leur section plano-convexe, et du fait qu'elles soient généralement dénuées d'aménagements

de surfaces (seules deux d'entre elles présentent une profonde rainure longitudinale parcourant la totalité de la face supérieure), elles se rapprochent des spécimens réalisés en bois de cerf. La pièce la plus longue mesure ici 156 mm.

Deux baguettes demi-rondes, figurant parmi les exemplaires de calibre important, se distinguent néanmoins du morphotype standard en raison d'une section quadrangulaire (fig. 107) dans un cas, et trapézoïdale dans l'autre. Qui plus est, l'une d'entre elles étant fortement suspectée d'avoir été réalisée en bois de renne [en raison de la microarchitecture de son tissu spongieux (fig. 107)], nous nous demandons si ces deux pièces ne pourraient pas avoir été réalisées dans ce matériau. N'ayant pas eu l'occasion de les échantillonner pour des analyses structurales, nous ne pourrons vérifier cette hypothèse. La seule baguette demi-ronde que nous avons échantillonné pour une identification au micro-CT est un fragment mésio-distal de gabarit standard présentant une épaisseur de *compacta* de 5 mm (fig. 105, n°6).

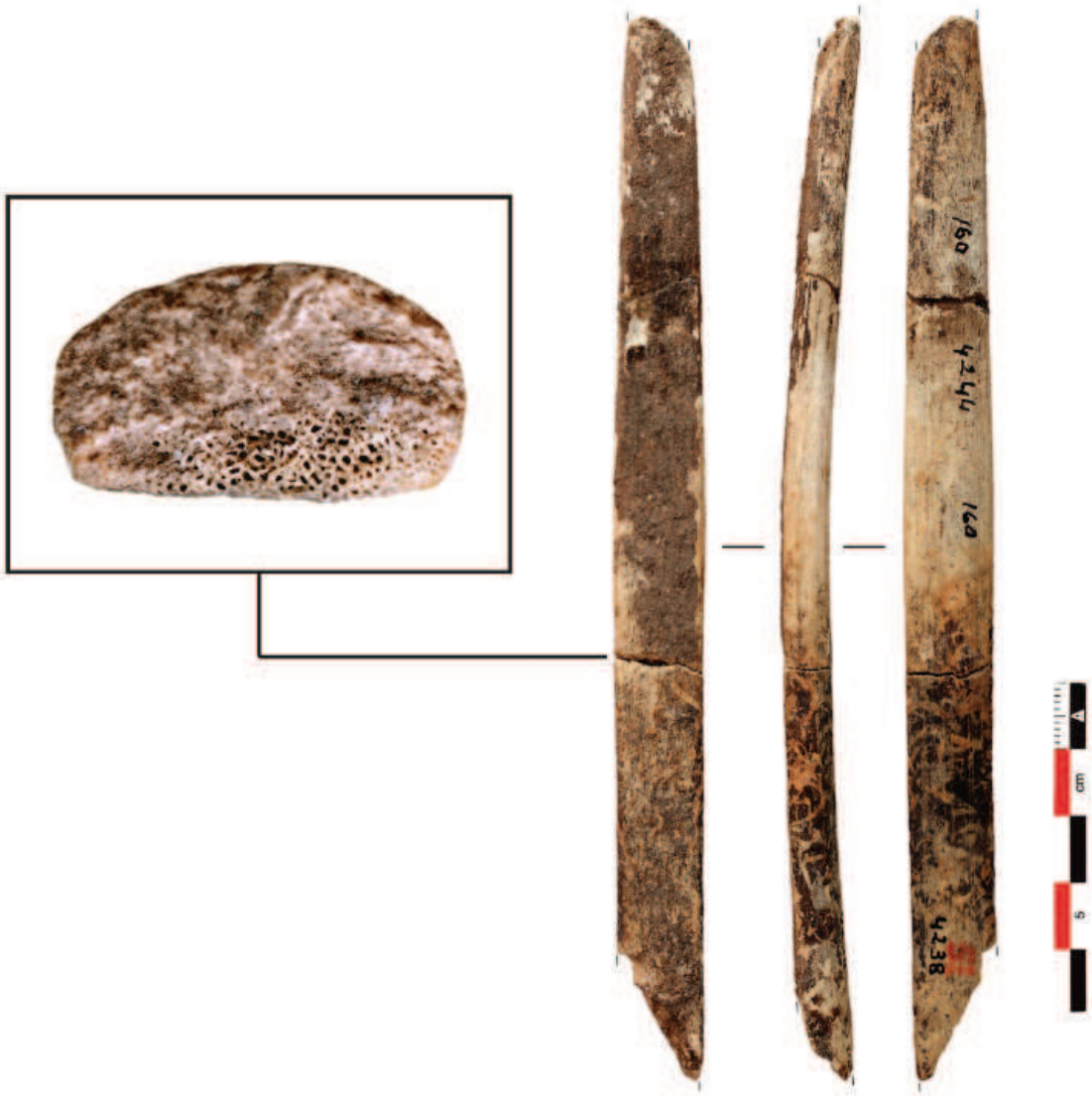


FIGURE 107. BAGUETTE DEMI-RONDE, BOIS DE CERVIDE INDETERMINE, LA BORA GRAN.
Collection Bosoms (156 x 13 x 8 mm).

. Outils intermédiaires

Deux pièces sont ici concernées (tab. 56). Il s'agit d'un fragment d'andouiller présentant des stigmates d'écrasement des fibres osseuses en proximale associés en distale à un biseau bifacial aménagé par raclage longitudinal. Sa fragmentation importante conjuguée à une préservation des surfaces osseuses particulièrement mauvaise empêche toute détermination taxinomique (qu'elle soit réalisée de visu ou à l'aide d'outils auxiliaires tels que la micro-CT).

Le second vestige est une extrémité mésio-proximale d'outil intermédiaire sur baguette de moyen calibre (épaisseur de *compacta* de 6 mm). Son extrémité proximale est marquée de stigmates diagnostiques d'une utilisation en percussion alors que son extrémité distale présente une fracture en languette sur bois frais. Cette pièce fut échantillonnée pour des analyses de structure au micro-CT (fig. 105, n°7).

. Divers objets sur baguette

Les 75 pièces concernées par cette attribution sont essentiellement des fragments mésiaux d'objets sur baguette de calibre faible à moyen (largeurs comprises entre 4-15 mm et épaisseurs entre 4-13 mm) et de section quadrangulaire à circulaire (tab. 56). Ces pièces qui sont plus ou moins façonnées par raclage longitudinal sont probablement pour la majorité des pointes de projectile. Douze d'entre elles ont été échantillonnées pour des analyses de structure au micro-CT (fig. 105, n°s 8-10 ; fig. 108, n°s 1-4 et 6-10).

Signalons enfin la présence d'un lissoir sur baguette de grandes dimensions qui devait provenir de l'extrémité distale d'un bois de gros module (empaumure). Cette pièce étant exposée dans les vitrines du musée de Banyolès, il fut impossible de la sortir du territoire espagnol pour des analyses complémentaires.

. Fragments de bois travaillés

Trois fragments de bois restent indéterminés d'un point de vue techno-typologique. L'un d'entre eux est un fragment d'andouiller (ou d'épois) de bois de gros module, le deuxième (fig. 108, n°11) est un fragment de perche/merrain issu d'un bois de petit module (épaisseur de *compacta* de 3 mm) suspecté d'appartenir au même bois de renne que la base n°7 illustrée en figure 102, et le troisième est un élément de bois dont il est difficile de déterminer s'il s'agit d'un déchet de débitage ou d'un déchet de façonnage de baguette (fig. 108, n°5). Ces deux dernières pièces furent échantillonnées pour des analyses micro-CT.

FIGURE 108. SUITE DE L'INDUSTRIE SUR BOIS DE CERVIDE ECHANTILLONNEE POUR DES ANALYSES DE STRUCTURE AU MICRO-CT (3/3), LA BORA GRAN.

nos 1 (57 x 10 x 9 mm) - 2 (43 x 13 x10 mm) - 3 (49 x 10 x 8 mm) - 4 (64 x 9 x 8 mm) - 6 (104 x 11 x10 mm) - 7 (52 x 10 x 8 mm) - 8 (37 x 10 x10 mm) - 9 (73 x 7.5 x 7.5 mm) - 10 (53 x 22 x12 mm) : objets sur baguette indéterminés ; nos 5 (104 x 15 x 11 mm) et 11 (89 x 12 x 13 mm): fragments de bois travaillés (collection Bosoms : nos 1-3, 6 ; collection Alsius : nos 4-5, 7-8, 11 ; collection Corominas : nos 9-10).

7.1.3.4. Synthèse de l'industrie sur bois de cervidé de la Bora Gran

Retour sur la question de l'homogénéité de la série

En premier lieu, cette révision du matériel réalisé en bois de cervidé confirme les soupçons de Rueda i Torres (1987) et de Campeny Vall-Llosera (2009) quant à l'existence probable d'occupations attribuées au Magdalénien moyen à la Bora Gran. La présence de quelques pointes à biseau simple associée à des baguettes demi-rondes de gabarit effilé, en de nombreux points similaires à celles de Gazel (système d'emmanchement, dimensions et gabarit générales, stries de raclage sur la face inférieure) ou Enlène (rainure sur la face supérieure), ainsi qu'à la présence éventuelle d'une pointe monobarbelée effilée, nous convainc de l'existence d'épisodes plus anciens, certes probablement courts (ces vestiges restent nettement sous-représentés dans la série), que nous serions tentés de rapprocher du Magdalénien moyen récent (Langlais *et al.*, 2012 ; Pétillon, 2016).

Plus encore, la mise en évidence d'un schéma autonome d'exploitation du bois de cerf par fracturation destiné à la production de baguettes de moyen calibre pourrait indiquer la présence de techno-complexes jusqu'à présent non-identifiés à la fouille (i.e., Solutréen, Badegoulien, voire Azilien ?). En tout état de cause, si les témoins du Magdalénien supérieur sont effectivement largement dominants dans cet assemblage [i.e., pointes à biseau double, pointes barbelées, datations situées autour de 16-16,5 cal BP (tab. 53)], la série n'est pas pour autant homogène. Encore une fois, en l'absence d'indications stratigraphiques, il est impossible d'individualiser des sous-ensembles par secteurs de fouille et niveaux.

Au carrefour des influences

La Bora Gran partage des influences techniques avec plusieurs territoires culturels situés de part et d'autre de la chaîne pyrénéenne. Comme nous venons de le voir, ses baguettes demi-rondes évoquent les exemplaires de Gazel (Pétillon, à paraître) et d'Enlène (Pétillon, 2016) ; ses pointes bi-barbelées sont caractéristiques des exemplaires nord-pyrénéens [pointes de dimension modeste, à section généralement circulaire à quadrangulaire, à barbelures trapues, moyennement dégagées du fût et moyennement espacées, à bord distal convexe à anguleux, parfois pourvues d'aménagements de surface (entre autres Julien, 1982 ; Lefebvre 2011)] ; et certaines de ses pointes uni-barbelées (nous incluons ici deux exemplaires suspectés d'avoir été réalisés en os) évoquent incontestablement les spécimens dits "méditerranéens" que l'on retrouve sur tout le pourtour méditerranéen franco-ibérique (Cacho et de la Torre 2005, Villaverde et Roman 2006, Roman et Villaverde 2011, Estévez et Vila 2013). Par sa situation géographique, le site est donc le témoin d'un brassage d'influences culturelles issues des versants nord et sud des Pyrénées.

Le bois de cerf : matériau de base pour l'équipement

Lorsque la détermination taxinomique des vestiges fut possible (dans 35,4 % des cas), la grande majorité des pièces fut déterminée en bois de cerf (33,2 %) (tab. 59). Ce matériau n'apparaît sur le site que sous la forme de bois de gros module, apparemment sans mode d'acquisition préférentiel (bois de chute et bois de massacre). Son traitement implique plusieurs modalités de débitage (extraction et fracturation), plusieurs procédés techniques

(rainurage longitudinal et percussion directe diffuse), et même plusieurs chaînes opératoires de production de baguettes (extraction d'une unique baguette de gros calibre ou de plusieurs baguettes de moyen calibre). Cette variété dans les pratiques mises en évidence rejoint peut-être le constat que nous venons de faire au sujet d'occupations multiples et pourquoi pas diachroniques. Quoi qu'il en soit, le bois de cerf fut employé dans toutes les catégories typologiques que compte l'équipement, qu'il soit réalisé sur baguette (pointes de projectile, baguettes demi-rondes, pièces intermédiaires) ou sur support en volume (pièces intermédiaires). Soulignons par ailleurs que l'équipement en bois de cervidé est dans l'ensemble à la Bora Gran particulièrement dépouillé de tout type d'ornementation.

TABLEAU 59. TAUX DE DETERMINATION TAXINOMIQUE DES VESTIGES PAR ESPECE (EN %), LA BORA GRAN.

	NR	% NR
Renne	8	2,2
Cerf	119	33,2
Indéterminé	231	64,6
Total	358	100

Une gestion atypique du bois de renne en contexte Ibérique ?

S'il était connu que deux fragments de bois de renne étaient présents à la Bora Gran, sans précisions claires quant à leur utilisation en tant que matière première (Nadal *et al.*, 1997), cette étude a permis de réévaluer la part de l'industrie en bois de renne sur le site par l'identification de huit vestiges. Malgré des effectifs déterminés faibles (2,2 % - tab. 59), plusieurs éléments témoignent d'une production de baguettes de calibre faible/moyen à partir d'éléments de perche A de bois de moyen module, et probablement d'une production annexe (pour l'heure non caractérisée) à partir de bois de petit module. Cela ne veut pas dire pour autant que les bois de gros module n'ont pas été utilisés sur le site, comme le suggère un déchet en triangle présentant une épaisseur de *compacta* de 7 mm. L'acquisition de la matière première, pour ce que l'on en sait, a exclusivement concerné des bois de chute, dont l'origine géographique est probablement à rechercher du côté nord-pyrénéen, territoire le plus proche où cet ongulé est documenté dans l'environnement. Si pour l'heure aucun objet fini en bois de renne n'a été identifié, plusieurs éléments (i.e., présence de déchets de débitage de baguette, pièces dont la microarchitecture du tissu spongieux nous paraît évoquer le bois de renne) plaident pour qu'une part de l'équipement, certes probablement réduite, ait été réalisée dans ce matériau. Soulignons enfin la présence d'un élément particulièrement intéressant, que nous serons amenés à discuter ultérieurement : l'un des déchets de débitage de baguette (le seul sur partie basilaire présent dans la série) fut traité comme s'il s'agissait d'un bois de cerf. Son débitage, réalisé par rainurage longitudinal multiple, a principalement concerné la face postérieure du bloc, au détriment de la face antérieure (comme cela est généralement le cas pour ce matériau).

7.1.3.5. Analyses micro-CT

32 pièces furent échantillonnées pour des analyses micro-CT (fig. 103, 105, 108). Leur sélection ne s'est pas faite de façon aléatoire. Nous avons privilégié les vestiges suspectés d'avoir été réalisés en bois de renne et présentant des surfaces osseuses suffisamment préservées.

Récapitulons les questions auxquelles nous allons tâcher de répondre :

. Quelle est la taille des effectifs réalisés en bois de renne une fois les analyse micro-CT réalisées ?

. Quelles catégories typologiques d'objets sont concernées par le bois de renne ?

. Du point de vue des baguettes brutes de débitage, les supports de faible calibre ont-ils préférentiellement été réalisés en bois de renne ?

. Les doubles pointes étant suspectées d'avoir été réalisées en bois de renne, les deux pièces échantillonnées confirment-elles cette impression (fig. 103, n°s 8-9) ?

. Existe-t-il deux catégories de baguettes demi-rondes, l'une standard de section plano-convexe réalisée en bois de cerf et l'autre de section quadrangulaire/trapézoïdale réalisée en bois de renne (fig. 107) ? Selon cette hypothèse, l'exemplaire échantillonné en figure 105 (n°6) devrait être en bois de cerf.

. Quel type d'exploitation pour le bois de renne à la Bora Gran ?

Des tissus osseux relativement bien préservés

Dans l'ensemble, les tissus osseux des pièces de la Bora Gran présentent moins d'altérations structurales que ceux de Santa Catalina. Pour preuve, 22 des 32 pièces analysées ont livré des analyses jugées fiables (fig. 109-111). Il est vrai aussi que les pièces échantillonnées étant généralement plus larges car moins fragmentées que celles de Santa Catalina, les dimensions des ROI furent nettement moins modifiées (annexe 15).

Résultats des analyses biométriques

. Quelle est la taille des effectifs réalisés en bois de renne une fois les analyses micro-CT effectuées ?

Sur les 22 pièces pour lesquelles nous disposons d'analyses biométriques fiables, 7 ont été attribuées au cerf (fig. 109) et 15 au renne (fig. 110 et 111) (tab. 60). S'il est vrai que nous suspections initialement la présence de pièces en bois de renne, nous ne nous attendions pas à un tel déséquilibre des effectifs micro-scannés en faveur du renne, compte tenu notamment des résultats obtenus à Santa Catalina.

Ainsi, la part du bois de renne augmente significativement puisqu'elle passe de 8 à 23 vestiges soit de 2,2 à 6,4 % de l'ensemble des vestiges réalisés en bois de cervidé de la

série, tandis que les effectifs de cerf n'augmentent que légèrement, passant de 119 à 126 vestiges, soit de 33,2 à 35,2 % de l'assemblage (tab. 61). Contrairement à Santa Catalina, les analyses biométriques jugées moyennement fiables ne corroborent pas parfaitement cette tendance puisque les six vestiges concernés se répartissent de manière paritaire entre chaque espèce (3 sont attribués au cerf et 3 au renne).

. *Quelles catégories typologiques d'objets sont concernées par le bois de renne ?*

Outre la présence de deux baguettes (fig. 110, n^{os} BG-4348 et BG-4206), de deux déchets de débitage (fig. 110, n^{os} BG-4203 et BG-4452), et de deux fragments de bois travaillés technologiquement indéterminés (fig. 110, n°BG-132 et fig. 111, n°BGA-133), l'équipement en bois de renne nouvellement identifié se constitue de cinq objets sur baguette dont la destinée typologique exacte reste indéterminée (fig. 110, n°, BG-4209 ; fig. 111, n^{os} BG-4437, BG-4176, BG- ? et BG-1236), de trois pointes de projectile, dont deux doubles pointes (BG-4212 et BG-4194) et un exemplaire indéterminé (BG-146), et d'une extrémité de baguette demi-ronde (BG-146).

TABLEAU 60. RESULTAT DES ANALYSES STATISTIQUES PREDICTIVES (SVM) JUGEES FIABLES, LA BORA GRAN.

F : Fiable. Une prédiction de 0.012 pour le renne signifie qu'il y a une probabilité de 1,2 % pour que l'échantillon soit en bois de renne.

	Numéro d'inventaire-identifiant analyse	Figure	Renne	Cerf	ROI standard	ROI ajusté	Nombre de coupes	Conservation/Remarques	Fiabilité de l'attribution
CERF	BG-4215-2	Figure 103, n°4	0	1	✔		512	Bonne	F
	BG-307	Figure 106, n°10	0	1	✔		512	Échantillon légèrement concrétionné	F
	BG-4214-2	Figure 106, n°6	0,012	0,988		✔ (légèrement)	512	Bonne	F
	BG-4410-1	Figure 101, n°3	0,003	0,997	✔		512	Bonne	F
	BG-4410-2	Figure 101, n°3	0,015	0,985	✔		512	Bonne	F
	BGA-119-1	Figure 106, n°7	0,059	0,941	✔		512	Bonne	F
	BGA-119-2	Figure 106, n°7	0,065	0,935	✔		512	Bonne	F
	BG-4223-2	Figure 103, n°10	0,072	0,928	✔		512	Échantillon légèrement concrétionné	F
	BG-4307-2	Figure 103, n°5	0,211	0,789	✔		512	Bonne	F
	BG-4307-1	Figure 103, n°5	0,413	0,587		✔ (légèrement)	512	Bonne	F
RENNE	BG-4212/4213-1	Figure 101, n°9	0,593	0,407	✔		512	Bonne	F
	BG-4212/4213-2	Figure 101, n°9	0,904	0,096		✔ (légèrement)	512	Bonne	F
	BG-4212/4213-3	Figure 101, n°9	0,671	0,329	✔		477	Bonne	F
	BG-4212/4213-4	Figure 101, n°9	0,513	0,487	✔		512	Bonne	F
	BG-4348-1	Figure 101, n°1	0,686	0,314		✔ (légèrement)	512	Bonne	F
	BG-4348-2	Figure 101, n°1	0,784	0,216		✔ (légèrement)	512	Bonne	F
	BG-4452-2	**Figure 100, n°3**	**0,7**	**0,3**		**✔ (légèrement)**	**512**	**Bonne**	**F**
	BGA-132-1	Figure 106, n°5	0,79	0,21	✔		512	Bonne	F
	BGA-132-2	Figure 106, n°5	0,728	0,272	✔		512	Bonne	F
	BG-4209-1	Figure 106, n°3	0,776	0,224	✔		512	Bonne	F
	BG-4209-2	Figure 106, n°3	0,826	0,174	✔		512	Bonne	F
	BG-4203-1	**Figure 100, n°4**	**0,778**	**0,222**	✔		**512**	**Bonne**	**F**
	BG-4203-2	**Figure 100, n°4**	**0,818**	**0,182**	✔		**512**	**Bonne**	**F**
	BG-4206-1	Figure 101, n°5	0,783	0,217		✔ (légèrement)	512	Bonne	F
	BG-4206-2	Figure 101, n°5	0,868	0,132		✔ (légèrement)	512	Bonne	F
	BG-4194-1	Figure 101, n°8	0,86	0,14		✔ (légèrement)	512	Bonne	F
	BG-4437-1	Figure 103, n°9	0,896	0,104		✔ (légèrement)	512	Bonne	F
	BG-4437-2	Figure 103, n°9	0,962	0,038		✔ (légèrement)	512	Bonne	F
	BG-4176-1	Figure 106, n°1	0,915	0,085		✔ (légèrement)	512	Bonne	F
	BG-4176-2	Figure 106, n°1	0,896	0,104		✔ (légèrement)	512	Bonne	F
	BG-?	Figure 103, n°8	0,938	0,062	✔		512	Tissu compact fissuré	F
	BG-4168	Figure 103, n°3	0,97	0,03		✔ (légèrement)	512	Tissu compact fissuré	F
	BGA-146-1	Figure 103, n°6	0,97	0,03	✔		512	Bonne	F
	BGA-146-2	Figure 103, n°6	0,98	0,02		✔ (légèrement)	512	Bonne	F
	BGA-1236-1	Figure 106, n°8	0,984	0,016	✔		512	Bonne	F
	BGA-1236-2	Figure 106, n°8	0,978	0,022		✔ (légèrement)	512	Bonne	F
	BGA-133-1	Figure 106, n°11	1	0	✔		512	Tissus faiblement minéralisés	F

FIGURE 109. PIECES ATTRIBUEES AU BOIS DE CERF PAR LES ANALYSES BIOMETRIQUES (MICRO-CT), LA BORA GRAN.

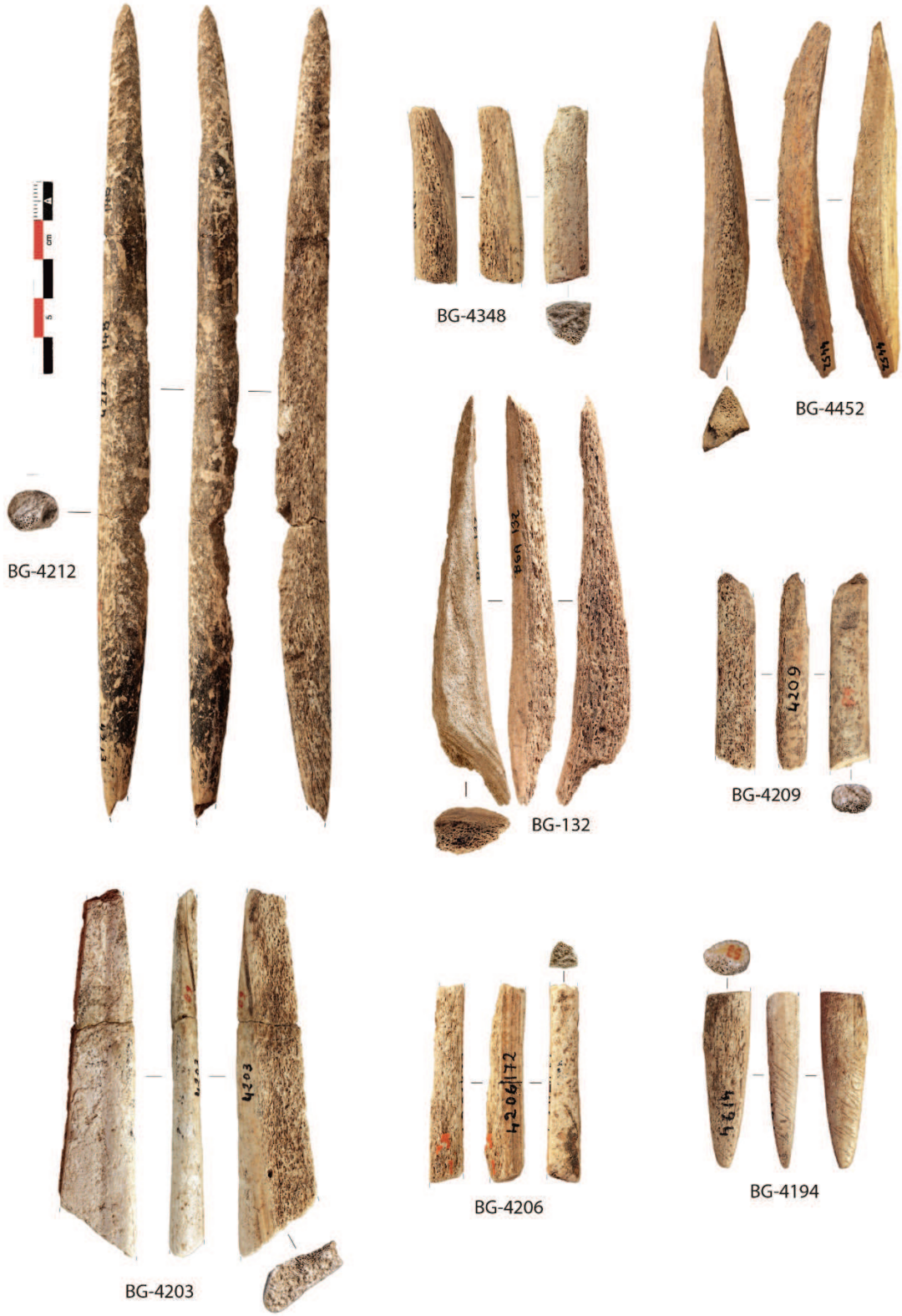


FIGURE 110. PIECES ATTRIBUEES AU BOIS DE RENNE PAR LES ANALYSES BIOMETRIQUES (MICRO-CT), LA BORA GRAN (1/2).

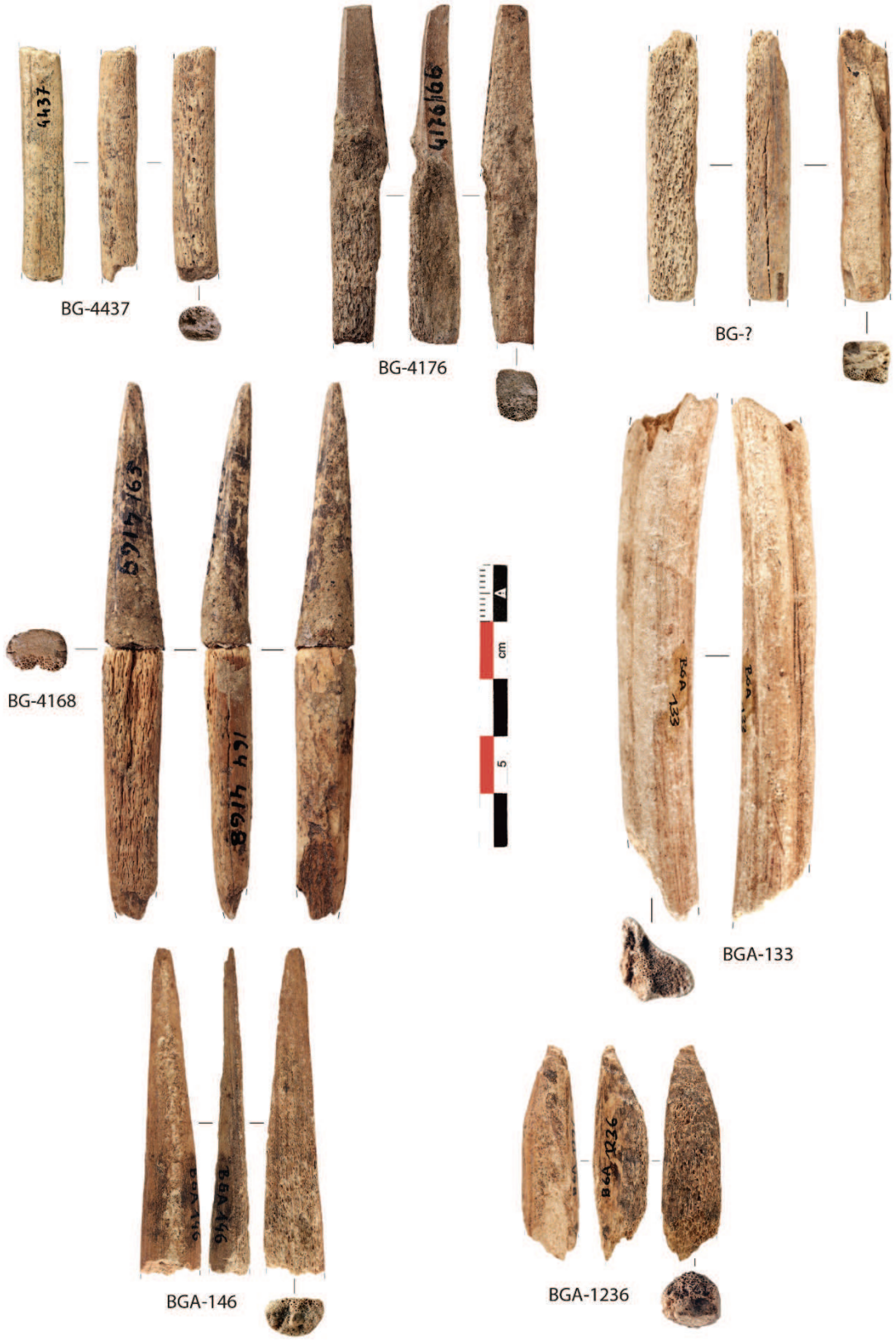


FIGURE 111. PIECES ATTRIBUEES AU BOIS DE RENNE PAR LES ANALYSES BIOMETRIQUES (MICRO-CT), LA BORA GRAN (2/2).

TABLEAU 61. TAUX DE DETERMINATION TAXINOMIQUE DES VESTIGES PAR ESPECE (EN %) APRES ANALYSES STRUCTURALES, LA BORA GRAN.

	Ancien comptage		Nouveau comptage	
	NR	% NR	NR	% NR
Renne	8	2,2	23	6,4
Cerf	119	33,2	126	35,2
Indéterminé	231	64,6	209	58,4
Total	358	100	358	100

. Existe-t-il différents faciès morphométriques pour un même type d'objets basés sur la nature de la matière première ?

L'existence éventuelle de faciès morphométriques de baguettes et de baguettes demi-rondes basés sur la nature de la matière première n'est pas confirmée par les résultats des analyses micro-CT. Dans le premier cas, nous supposions que les baguettes de plus faible calibre auraient pu majoritairement avoir été réalisées en bois de renne, contrairement à celle en bois de cerf dont les dimensions seraient plus importantes. Les analyses micro-CT démontrent que des spécimens de faible calibre existent dans les deux matériaux (fig. 109, n° BG-4410 pour le cerf ; fig. 110, n^{os} BG-4348 et BG-4206 pour le renne). Pour les baguettes demi-rondes, nous supposions que les exemplaires les plus effilés, de section plano-convexe, auraient pu avoir été majoritairement réalisés en bois de cerf, à l'image du spécimen n°BGA-146 (fig. 111). Cette hypothèse n'est pas non plus confirmée par les analyses micro-CT qui attribuent cette dernière pièce au renne.

En revanche, comme nous le présumions les deux doubles pointes échantillonnées ont bien été réalisées en bois de renne (dont un spécimen complet qui fut scanné à quatre reprises à des localisations différentes : fig. 110, BG-4212), ce qui accrédite l'idée selon laquelle les doubles pointes de la série auraient préférentiellement été réalisées dans ce matériau.

. Quel type d'exploitation pour le bois de renne à la Bora Gran ?

Avant tout, rappelons que nous ne pouvons être certain que l'ensemble de l'industrie en bois de renne de la série appartienne bien au même niveau stratigraphique, et à plus forte raison au même niveau d'occupation. En l'absence de marqueurs chrono-culturels dans cet ensemble, seules des datations directes sur matériel permettraient de rapprocher ces pièces à la phase moyenne ou supérieur du Magdalénien.

Toujours est-il que cet assemblage intègre toutes les catégories technologiques de vestiges caractéristiques de la production de baguettes, qu'il s'agisse de déchets de débitage (fig. 102, n°s 1-5), de supports bruts, ou d'objets finis sur baguette comme nous venons de le voir. À l'appui de ce constat, les épaisseurs de tissu compact des baguettes (N = 2) et objets sur baguette (N = 9), dont les valeurs sont comprises entre 4-6 mm (pour une moyenne de 4,7 ± 0,8 mm), coïncident avec celles relevées sur les cinq déchets de débi-

tage de baguette qui se situent entre 4,5-7 mm (pour une moyenne de 5,3 ± 1 mm), constituant un ensemble relativement homogène non seulement d'un point de vue technologique, mais aussi de la nature de la matière première.

En conclusion, à travers l'augmentation significative de la part du renne dans l'équipement des Magdaléniens de la Bora Gran, l'influence nord-pyrénéenne est de nouveau soulignée dans la série. L'existence d'analogies du point de vue de la constitution de l'équipement en bois de renne avec des sites nord-pyrénéens, comme par exemple Gazel où des pointes à base pleine et des baguettes demi-rondes en bois de renne ont été identifiées (Pétillon, à paraître), nous amènera à discuter de la perméabilité culturelle de la chaîne pyrénéenne à son extrémité orientale.

7.2. La grotte de Canecaude I (Villardonnel, Aude, France)

La grotte de Canecaude I se situe sur la commune de Villardonnel, à l'interface du seuil de Naurouze et des contreforts de la Montagne noire (fig. 10). En dépit du fait que cet espace géographique n'appartienne pas strictement à la chaîne pyrénéenne, nous l'avons intégré à l'ensemble d'étude n°3 relatif aux Pyrénées orientales dans une acception large (cf. chap. 2.2.). La cavité s'ouvre à l'ouest à 250 m d'altitude sur la rive gauche du Rieu-sec (petit affluent intermittent de l'Orbiel) qu'elle surplombe d'une dizaine de mètres. Une fois passé le porche d'entrée large de 5 m, la cavité se poursuit par un long couloir de 25 m^2 qui donne accès à une salle centrale de 70 m^2 dans laquelle furent entreprises les principales interventions (fig. 112) (Sacchi, 1986).

La cavité eut jadis à souffrir, non seulement de l'impact des agriculteurs locaux désireux d'obtenir de l'engrais riche en matière organique, mais aussi de l'intervention de fouilleurs clandestins (fig. 113, coupe sud). Les fouilles du gisement vont durer dix ans, de 1966 à 1976, au rythme d'un mois par an, sous la direction de D. Sacchi. Trois sondages d'1 m^2 sont réalisés dans le couloir (A, C, D), un sondage de 3 m^2 (B) est effectué dans la succursale qui jouxte la salle centrale, qui fut, quant à elle, fouillée sur 11 m^2 environ (fig. 112) (Sacchi, 1986 ; Fontana, 1998). Compte tenu de la superficie globale de la cavité (± 100 m^2), les 17 m^2 sondés/fouillés ne garantissent pas la représentativité des assemblages.

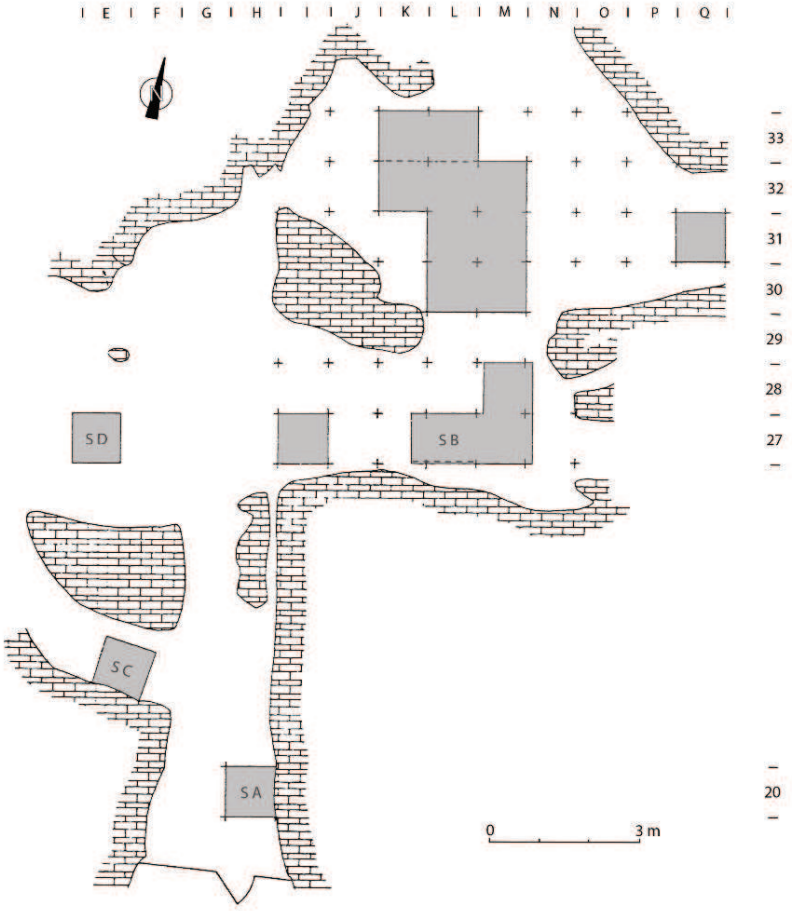
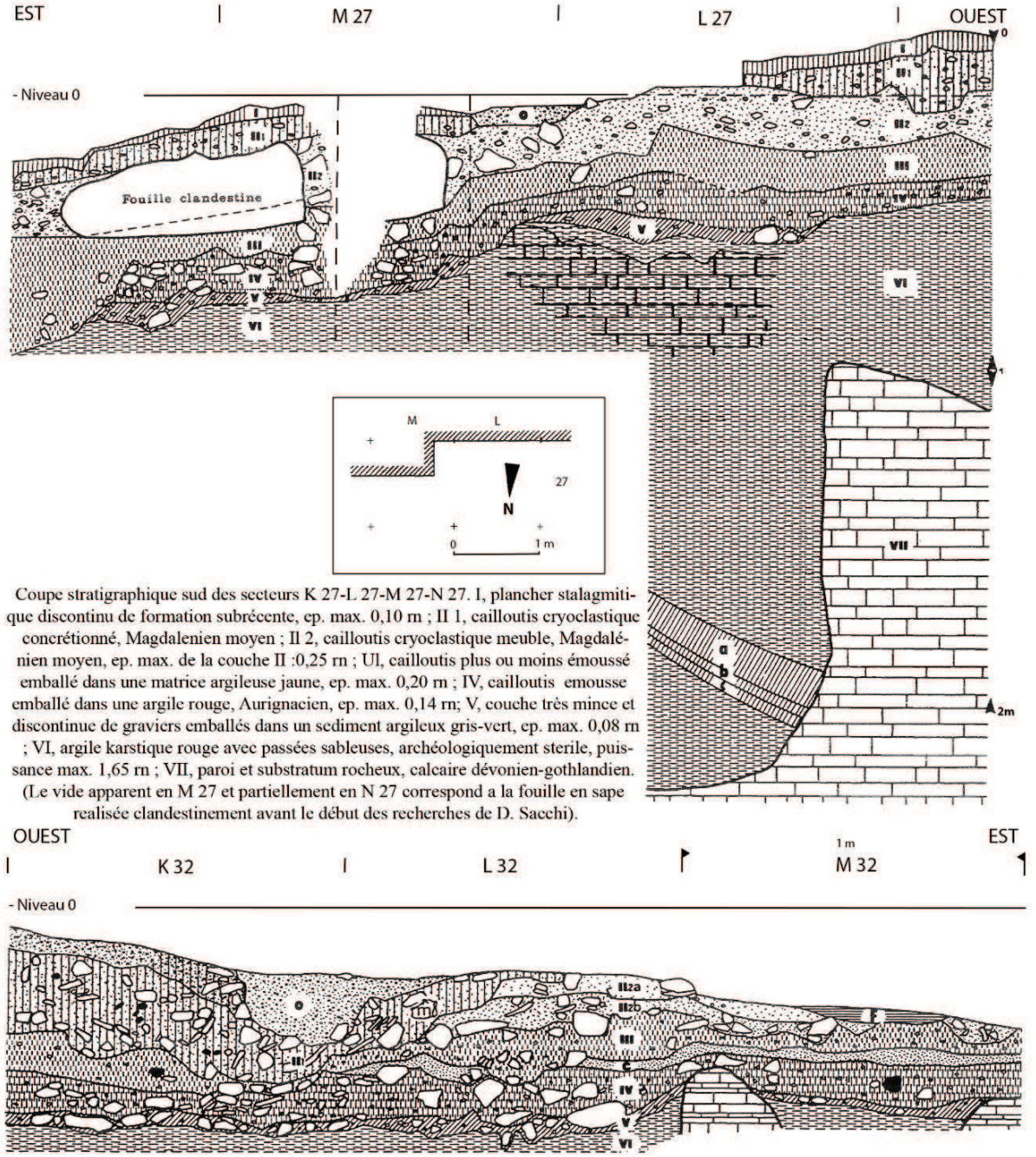


FIGURE 112. PLAN DES FOUILLES DE CANECAUDE I.
D'après Sacchi (1986). SA : Sondage A, SB : Sondage B, SC : Sondage C, SD : Sondage D, en gris superficie sondée/fouillée.

7.2.1. Données géo-stratigraphiques

Selon Sacchi (*op. cit.*), ce dépôt stratifié comprend six couches géologiques contenant pour trois d'entre elles un horizon archéologique du Paléolithique supérieur. La séquence s'articule comme suit (fig. 113) :



Coupe stratigraphique sud des secteurs K 27-L 27-M 27-N 27. I, plancher stalagmitique discontinu de formation subrécente, ep. max. 0,10 rn ; II 1, cailloutis cryoclastique concrétionné, Magdalenien moyen ; Il 2, cailloutis cryoclastique meuble, Magdalénien moyen, ep. max. de la couche II :0,25 rn ; Ul, cailloutis plus ou moins émoussé emballé dans une matrice argileuse jaune, ep. max. 0,20 rn ; IV, cailloutis emousse emballé dans une argile rouge, Aurignacien, ep. max. 0,14 rn; V, couche très mince et discontinue de graviers emballés dans un sediment argileux gris-vert, ep. max. 0,08 rn ; VI, argile karstique rouge avec passées sableuses, archéologiquement sterile, puissance max. 1,65 rn ; VII, paroi et substratum rocheux, calcaire dévonien-gothlandien. (Le vide apparent en M 27 et partiellement en N 27 correspond a la fouille en sape realisée clandestinement avant le début des recherches de D. Sacchi).

Coupe stratigraphique nord des Secteurs K 32- L 32- M 32. 0, terres grisatres comblant une fosse et contenant des vestiges protohistoriques et historiques, ep. max. 0,20 rn; II, cailloutis cryoclastique (II 1, concrétionné ; II 2, meuble) lié par un sédiment grisâtre, jaunâtre ou brunâtre, ep. max. 0,28 rn, Magdalénien moyen ; III, cailloutis plus ou moins émoussé emballé dans une matrice argileuse jaune, ep. max.0,175 rn, Aurignacien ; C, ligne presque continue de coprolithes, archéologiquement stérile, ep. max. 0,05 rn ; IV, cailloutis émoussé emballé dans une matrice argileuse rougeâtre, Aurignacien, ep. max. 0,15 rn; V, gravier corrodé emballé dans une matrice argileuse grisâtre, archéologiquement stérile, ep. max. 0,075 rn ; VI, argile karstique fauve archéologiquement stérile.

FIGURE 113. COUPES STRATIGRAPHIQUES SUD ET NORD DE CANECAUDE I.
D'après Sacchi (1986).

. **La couche VI** est un puissant dépôt d'argile karstique (1,65 m) accumulé sur le substrat rocheux. Mis au jour uniquement dans le sondage B, il est creusé par endroits en surface de dépressions que Sacchi rapproche de bauges d'ours.

. **La couche V** est une fine couche (8 cm) constituée de matériaux de fraction grossière recouvrant de façon quasi continue le dépôt sous-jacent. C'est dans cette couche qu'apparaissent les premiers restes de faune.

. La couche IV est constituée d'un cailloutis d'une épaisseur maximale de 15 cm emballé dans une argile rouge. Ce niveau renferme les plus anciens vestiges mis au jour sur le site (quelques éléments d'industrie lithique et de faune) que Sacchi assimile à l'Aurignacien typique (Sacchi, *op. cit.*). Une datation radiocarbone obtenue sur os livre une date de 24 510 ± 400 ans BP (tab. 62).

. **La couche III** est identique à la couche IV par son mode de dépôt : elle est formée d'un cailloutis emballé dans une argile (fauve) sur une épaisseur de 16 cm. Les restes d'industrie lithique qu'elle renferme, auxquels sont associés des éléments de faune, sont de nouveau attribués par Sacchi à l'Aurignacien typique. Une datation radiocarbone obtenue sur os livre une date de 22980 ± 330 ans BP (tab. 62).

. La couche II est formée d'un cailloutis calcaire emballé dans un sédiment argileux qui recouvre presque uniformément la couche III, pour atteindre par endroit 25 cm d'épaisseur. Si le sédiment est meuble à la base du niveau (CII_2), il devient concrétionné dans sa partie supérieure (CII_1). Avec une densité de vestige par mètre carré de 2980.5, ce niveau est de loin le plus riche d'un point de vue archéologique (Fontana, 1998, tab. 5). Les nombreux témoins qu'il renferme sont attribués au Magdalénien moyen. Des esquilles osseuses issues du niveau CII_2 ont été datées par le radiocarbone de 14 230 ± 160 ans BP (tab. 62).

. **La couche I** est un plancher stalagmitique qui scelle la couche II aux abords de la paroi.

. **La couche 0** est constituée d'un sédiment gris meuble se présentant sous la forme de poches de 20 cm d'épaisseur pouvant par endroit être en contact avec la couche II. De formation subactuelle, elle comprend des vestiges protohistoriques et médiévaux remaniés. C'est à cet horizon qu'appartient le foyer F (fig. 113, coupe nord) qui fut daté par le radiocarbone vers 670 ± 80 ans BP.

TABLEAU 62. DATATIONS DE CANECAUDE I (AUDE).

Code	Indications stratigraphiques	Datation (BP)	Échantillon	Référence bibliographique
Gif-2710	C IV	24 510 ± 400	Os	Delibrias et Évin, 1980
Gif-2709	C III	22 980 ± 330	Os	Delibrias et Évin, 1980
Gif-2155	C II-1	20 800 ± 550	Os	Delibrias *et al.* , 1982
Gif-2708	C II-2	14 230 ± 160	Os	Delibrias et Évin, 1980
Gif-3448	NC	12 300 ± 600	NC	Delibrias et Guillier, 1988

7.2.2. Données paléo-environnementales relatives à la couche II

Selon Miskovsky (1974), les données polliniques documentent la présence, certes très faible (1-1,9 % du total), de pollens d'arbres dont l'association serait plutôt indicatrice d'un climat froid et humide tels le pin, la chênaie mixte, le chêne vert et les cupressacées (Renault-Miskovsky, 1974), auxquels s'ajoutent plus significativement des pollens de fougères (34 %), de cyperacées et diverses plantes aquatiques. J.-L. Vernet qui mène l'étude anthracologique complète ces données en mentionnant la présence parmi la strate arborée d'essences de *Quercus*, de *Juniperus*, *d'Alnus Glutinosa* (Sacchi, *op. cit.*), selon lui indicatrices au contraire de conditions plus favorables.

7.2.3. Données fauniques relatives à la couche II

Les données fauniques recueillies par Fontana (1998) relatent une surreprésentation du renne dans la couche II. Avec 5460 restes, l'animal représente près de 89,5 % du spectre de faune[1], suivi, dans des proportions nettement inférieures, par les bovinés (2,1 %) et le cheval (1,8 %), comme cela est généralement le cas dans les assemblages du Dryas ancien (Kuntz, 2011, p.190). Le cerf, quant à lui, arrive en dixième position des espèces déterminées avec seulement 9 restes, soit 0,15 % de l'assemblage, pour un NMI de 1 (Fontana, *op. cit.*, chap. IV, tab. 26). Le profil de mortalité des rennes laisse apparaître une majorité d'individus jeunes et sub-adultes qui représentent 70,4 % (NMIc) des individus chassés (Fontana, *op. cit.*, chap. V, fig. 2). Du point de vue du *sex ratio*, les analyses de mélange réalisées par Kuntz (2001) à partir de trois variables morphométriques indiquent une majorité de femelles dans l'assemblage : 64 % de femelles pour 36 % de mâles. En outre, les données fournies par l'éruption dentaire des jeunes rennes s'accordent avec celles provenant des bois (25 bois de massacre non travaillés pour l'essentiel de petit module) pour fixer l'abatage des rennes entre les mois d'octobre et de mai (Fontana, *op. cit.*, chap. V, tab. 12). En revanche, les données fournies par les dents de chamois ou les vertèbres de poisson iraient plutôt dans le sens d'occupations de bonne saison (*ibid.*).

7.2.4. Données culturelles relatives à la couche II

L'**industrie lithique** se compose pour l'outillage domestique d'outils sur lame, principalement des burins dont la plupart ne semblent pas avoir été produits sur le site (Langlais, 2007). La matière première est principalement d'origine locale (silex du Thanétien), même si des lames ont été importées du Périgord, du Haut-Agenais, des Costières du Gard ou des Corbières (fig. 114). Les lames d'origine allochtone présentent dans l'ensemble des dimensions plus importantes que celles d'origine locale, ce qui pourrait "*signifier une anticipation des besoins à long terme en optimisant la durée de vie fonctionnelle de ces pièces transportées*" *(ibid.*, p. 253). Le débitage lamellaire est quant à lui réalisé de manière autonome vis-à-vis du laminaire, selon les modalités "sur tranche", à partir d'éclats épais ou "enveloppantes" afin de produire essentiellement des lamelles à dos simples, tronquées, appointées ou denticulées, et des lamelles scalènes (*ibid.*).

[1] Pour le renne, le NMI oscille entre 69 et 124 selon que l'on considère le NMI de fréquence ou le NMI de combinaison, toutes couches et tous secteurs confondus (Fontana, *op. cit.*, chap. IV, tab. 26).

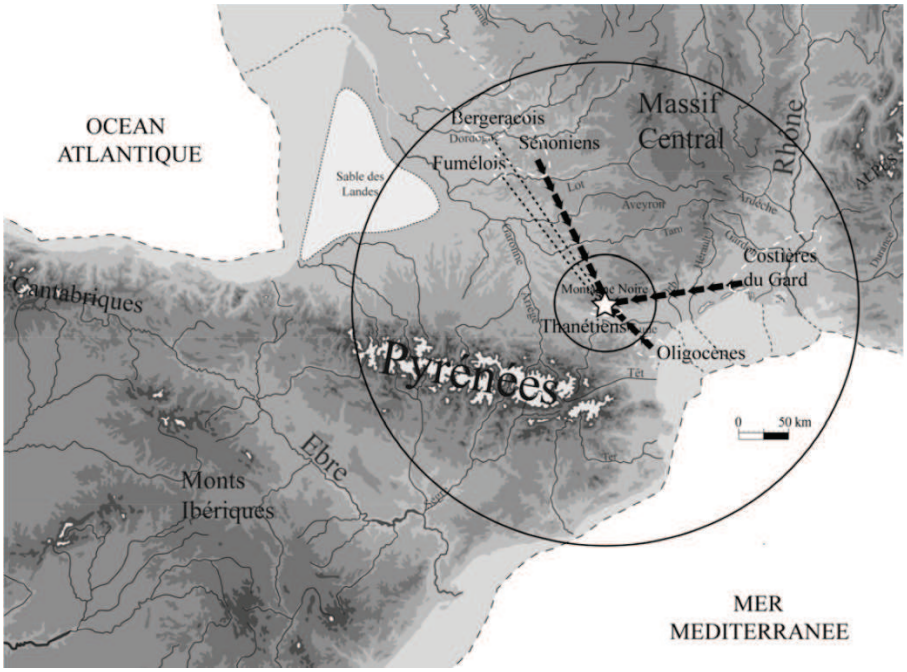


FIGURE 114. CANECAUDE I, COUCHE II, PROVENANCE DES MATIERES LITHIQUES.
En pointillés : lames ; flèches : volumes à débiter ; cercles concentriques de 50 et 250 km (tiré de Langlais 2007, d'après Grégoire, 2000 et Langlais obs. pers.).

L'**industrie osseuse** compte à peu près 150 vestiges principalement réalisés en bois de renne et plus rarement en os, dont 26 proviennent des recherches de M.L. Durand et de la partie remaniée de la couche 2 (Sacchi, 1986). L'équipement est constitué pour l'essentiel d'objets sur baguette peu décorés parmi lesquels les pointes de projectile sont majoritaires (bi-pointes, pointes à biseau simple et double), auxquelles s'ajoutent des baguettes demi-rondes, des aiguilles et des lissoirs sur côte. L'équipement sur support en volume est quant à lui constitué de deux bâtons percés et d'une extrémité distale de propulseur représentant un mammouth en ronde bosse (*ibid.*).

Les **éléments de parure** sont constitués de plusieurs dents d'herbivores (cerf, cheval) et coquilles marines perforées auxquelles s'ajoute une ébauche de contour découpé fragmenté (*ibid.*, p. 151, fig. 134).

Suite au renouvellement du cadre chronoculturel du Magdalénien moyen/supérieur dans le sud-ouest de la France entrepris par l'ANR Magdatis, la couche II de Canecaude I est désormais attribuée au Magdalénien moyen ancien (Langlais *et al*, 2016 ; Pétillon, 2016).

7.2.5. Étude techno-économique de l'industrie sur bois de cervidé de la couche II de Canecaude I attribuée au Magdalénien moyen ancien

La série compte 128 vestiges (tab. 63) conservés dans le dépôt archéologique de Carcassonne dont 19 portent l'annotation "rem", désignant les parties remaniées de la couche II excavées par M.L. Durand (*ibid.*). Pour des commodités de lecture, nous avons pris le parti d'intégrer ces vestiges à la couche II, dans la mesure où ils ne présentent aucune différence techno-typologique manifeste avec le reste des vestiges spatialement localisés. L'état de préservation des surfaces osseuses est dans l'ensemble moyennement bon.

Comme l'on pouvait s'y attendre, nombre de pièces issues de la partie supérieure de la couche $II_{(1)}$ présentent des traces de concrétionnement associées, dans de plus rares cas, à du délitement. Les stigmates d'agents biologiques, qu'ils soient d'origine animale ou végétale, restent rares. Signalons, en outre, qu'à des fins de conservation l'essentiel du matériel a été traité au Rhodopas, à la fois en surface et en profondeur (Sacchi, com. pers.).

TABLEAU 63. DECOMPTE DE L'INDUSTRIE SUR BOIS DE CERVIDE PAR ESPECE, CANECAUDE I, NIVEAU 2.

		II
Déchets de débitage	Renne	10
	Cerf	0
	Indéterminé	0
Produits	Renne	19
	Cerf	5
	Indéterminé	84
Frgts. de bois travaillés	Renne	9
	Cerf	0
	Indéterminé	1
TOTAL		128

7.2.5.1. Le travail du bois de renne

Les déchets de débitage

Il s'agit d'un déchet "en triangle double" (Averbouh, 2000) issu d'un bois de moyen module (épaisseur de *compacta* de 4,5 mm) présentant les stigmates d'extraction de deux baguettes par rainurage multiple : une de gros calibre (largeur 25 mm) depuis la face antérieure des perches A/B/C, et une deuxième de plus petites dimensions depuis la face postérieure de la perche A2 (fig. 115, n°1). En outre, la face postérieure du déchet présente les stigmates du sectionnement de la chevillure par entaillage périphérique.

Le deuxième déchet de débitage est un tronçon de bois de gabarit effilé et de section circulaire appartenant à un bois de petit module (épaisseur de *compacta* de 3 mm). S'il est difficile de statuer sur son origine anatomique exacte sur le bloc de matière première (perche ou andouiller), sa rectitude irait plutôt dans le sens d'un élément d'andouiller. Il présente à une extrémité les stigmates d'un sectionnement par raclage en diabolo unifacial associés à du sciage transversal sur l'autre face (fig. 115, n°2).

Six fragments d'andouiller et deux fragments de chevillures, tous issus de bois de petit module (épaisseurs de tissus compact comprises entre 1-4 mm) présentent des stigmates de sectionnement proximal par double rainurage transversal (ex. fig. 115, n°3) (tab. 64).

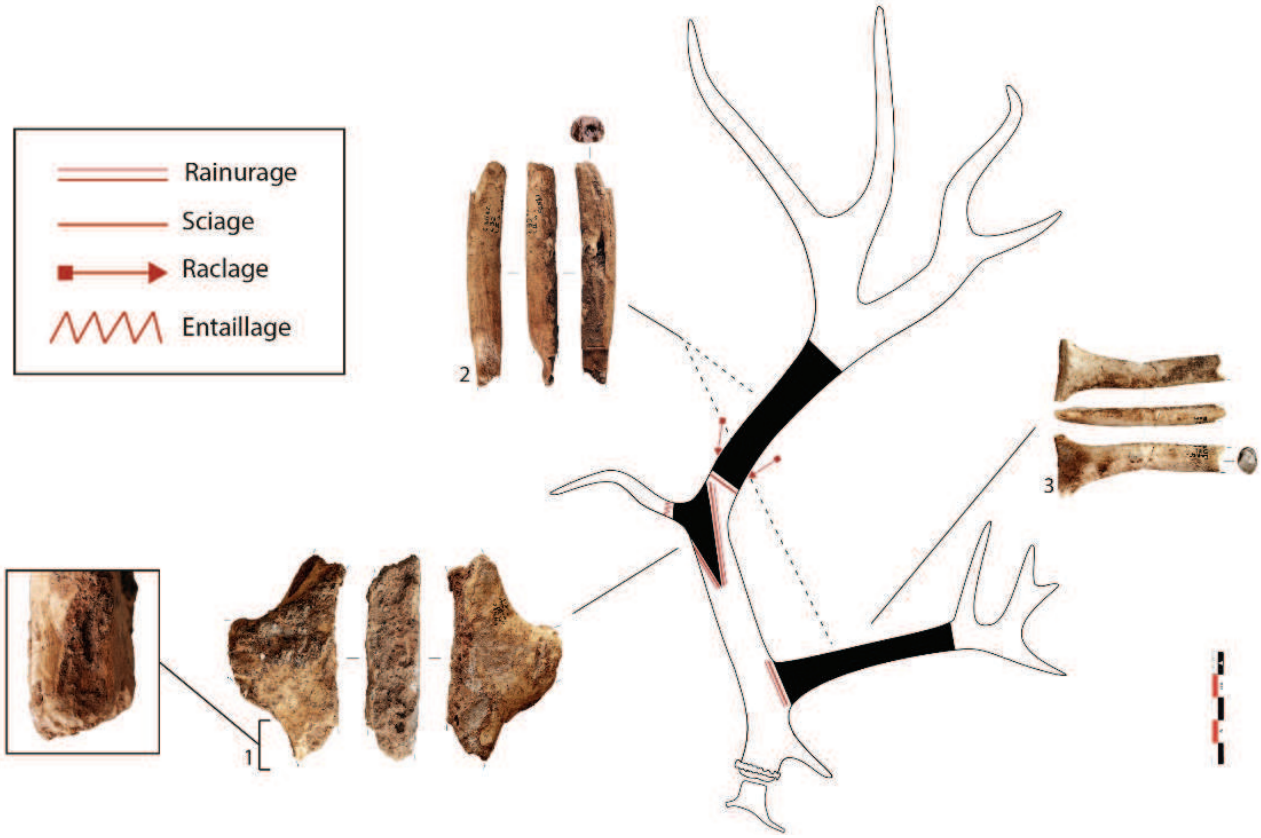


FIGURE 115. DECHETS DE DEBITAGE, BOIS DE RENNE, CANECAUDE I, COUCHE II.
n°1 : déchet en triangle double (87 x 45 x 19 mm), n°2 : déchet sur perche ou andouiller (98 x 15 x 14 mm), n°3 : déchet sur andouiller (74 x 29 x 9 mm).

TABLEAU 64. DECOMPTE DES DECHETS SUR BOIS DE CERVIDE PAR METHODE DE DEBITAGE ET PAR ESPECE ASSOCIE A L'EPAISSEUR MOYENNE DU TISSU COMPACT PAR CATEGORIE TECHNO-TYPOLOGIQUE, CANECAUDE I, COUCHE II.

				II		TOTAL	
				NR	Ép.*compacta* moyenne (mm)	**NR**	Ép.*compacta* moyenne (mm)
RENNE	Débitage longitudinal	sur perche	B	**1**	4.5	**10**	2,8 ± 1,2
			Ind	**1**	3		
	Débitage transversal	Déchets d'élagage (épois, andouillers, chevillures)		**8**	2,6 ± 1,2		
TOTAL NR							

Les produits issus d'un débitage longitudinal du bois

Baguettes (supports)

Trois fragments de baguette de section quadrangulaire ont été identifiés comme bois de renne (tab. 65). Deux d'entre eux partagent des caractéristiques morphométriques similaires, soit un même gabarit effilé, un calibre faible/moyen (largeurs comprises entre 8-12 mm et épaisseurs entre 9-10 mm), pour une épaisseur de *compacta* comprise entre 4-5 mm plutôt caractéristique de bois de moyen module (dont fig. 116, n°1). Le troisième vestige présente, en revanche, des proportions nettement plus importantes. Avec une épaisseur de *compacta* de 6 mm, il y a fort à croire qu'il est issu d'un élément de perche de bois de gros module (fig. 116, n°2). Si ces trois pièces portent de part et d'autre les stigmates d'un débitage par double rainurage parallèle, l'une d'entre elles (non illustrée) présente, de surcroît, sur un bord des surfaces en cours de façonnage par raclage longitudinal.

TABLEAU 65. DECOMPTE DES PRODUITS SUR BOIS DE CERVIDE PAR METHODE DE DEBITAGE ET PAR ESPECE ASSOCIE A L'EPAISSEUR MOYENNE DU TISSU COMPACT PAR CATEGORIE TECHNO-TYPOLOGIQUE, CANECAUDE I, COUCHE II.

					II		TOTAL	
					NR	Ép.*compacta* moyenne (mm)	NR	Ép.*compacta* moyenne (mm)
RENNE	Débitage longitudinal	Baguettes (supports)			**3**	5 ± 1	**19**	4,2 ± 1,3
		Pointes de projectile	Doubles pointes	non carac.	**2**	5		
				bipointes	**1**	5		
			indéterminées		**2**	4,5 ± 2,1		
		Outils intermédiaires sur baguette			**2**	4 ± 1,4		
		Objet indéterminé sur baguette			**1**	5		
	Débitage transversal	Bâtons percés			**2**	3 ± 0,7		
		Propulseur			**1**	4		
		Outils indéterminés sur support en volume			**5**	3,4 ± 1,3		
CERF	Débitage longitudinal	Objets indéterminés sur baguette			**3**	4,8 ± 0,3	**5**	5,1 ± 1,1
	Débitage transversal	Outils intermédiaires			**2**	5,5 ± 2,1		
IND.	Débitage longitudinal	Baguettes (supports)			**2**	4,5 ± 0,7	**84**	4,7 ± 1,3
		Pointes de projectile	à biseau simple	non carac.	**10**	4,7 ± 1,6		
				Lussac-Angles	**7**	5,3 ± 0,9		
			Doubles pointes	non carac.	**4**	5,1 ± 0,8		
				bipointes	**4**	4,7 ± 0,5		
			indéterminées		**39**	4,7 ± 1,1		
		Baguette demi-ronde			**1**	1		
		Objets indéterminés sur baguette			**17**	4,5 ± 1,6		
TOTAL NR					**108**		**108**	

FIGURE 116. PRODUITS DE DEBITAGE, BOIS DE RENNE, CANECAUDE I, COUCHE II.
nos 1 (64 x 8 x 9 mm) - 2 (75 x 26 x 15 mm) : baguettes brutes de débitage, nos 3 (108 x 7 x 7 mm) - 4 (114 x 7 x 10 mm) : doubles pointes (dont n°4 : bipointe), n°5 : pointe rainurée (220 x 13 x 12 mm), nos 6 (101 x 12 x 10 mm) - 7 (65 x 16 x 11 mm) : outils intermédiaires sur baguette (dépôt archéologique de Carcassonne).

Les pointes de projectile

Les **doubles pointes** (selon Delporte et Mons, 1988) sont représentées par deux exemplaires (sub-)complet et un probable troisième fragment, dont l'une des extrémités porte les stigmates d'un sectionnement par sciage transversal associé à une flexion (déchet de façonnage ?). Par la présence d'une face supérieure lisse, brute de débitage, ces pièces ont été identifiées comme bois de renne. Signalons que quatre exemplaires supplémentaires sont fortement suspectés d'avoir eux aussi été réalisés dans le même matériau. Ces pièces se caractérisent par un gabarit effilé et des extrémités appointées (quand elles ne sont pas fracturées). En outre, elles sont très proches d'un point de vue métrique. Avec des largeurs comprises entre 7-8 mm, des épaisseurs entre 7-10 mm, et des longueurs qui vont de 108 mm pour un spécimen sub-complet (fig. 116, n°3), à 114 mm pour le seul exemplaire entier (fig. 116, n°4), elles présentent toutes un faible calibre homogène, pour une longueur relativement moyenne. Du point de vue des aménagements de surface, l'une d'entre elles présente une longue incision rectiligne sur un bord (fig. 116, n°3), tandis que la seconde présente au niveau d'une extrémité (côtés et face supérieure) un décor constitué de nombreuses incisions curvilignes successives dont la taille diminue à l'approche de l'extrémité (fig. 116, n°4). En revanche, une distinction morphologique s'opère selon que ces pointes possèdent une section quadrangulaire conjuguée à un profil rectiligne pour deux spécimens (dont fig. 116, n°3), ou qu'elles présentent une section triangulaire associée à un profil courbe (**bipointe**) pour l'exemplaire n°4 (*ibid.*). Selon Pétillon (2016), ces bipointes pourraient être rapprochées d'armatures mono-barbelées dont la fixation sur la hampe se ferait par le fût. Le cas échéant, la courbure de la pièce entraînerait le dégagement d'une barbelure (à bord distal concave) constituée par l'extrémité proximale de l'objet.

Parmi les deux exemplaires de pointes indéterminées figure un fragment mésio-distal de **pointe rainurée** très longue et très effilée (fig. 116, n°5). Son contour et son profil sinueux pourraient correspondre à la structure des fibres osseuses du bloc de matière première dont elle aurait repris la forme originelle avec le temps. Son épaisseur de tissu compact de 6 mm et sa longueur importante la rapprochent manifestement plus d'un élément de perche de bois de gros module. Enfin, signalons la présence sur sa face supérieure de deux courtes rainures profondes discontinues.

Outils intermédiaires (de première intention) sur baguette

Les deux pièces concernées par cette catégorie typologique présentent un morphotype distinct. La première (fig. 116, n°6), bien que fragmentée, possède un gabarit effilé et une section circulaire associés à un long biseau bifacial (34 mm), alors que la seconde (fig. 116, n°7), certes complète, est plus courte, plus large, de section plutôt quadrangulaire et possède un biseau bifacial plus court (24 mm). La question de leur rapprochement avec des pointes à biseau double s'est posée, non seulement par la présence de biseaux striés (dans le premier cas de manière périphérique et dans le second seulement sur une face), mais aussi, pour l'exemplaire n°6, du fait que son gabarit coïncide relativement bien avec celui effilé des pointes à biseau double typiques du Magdalénien supérieur du sud-ouest de la France (Lefebvre, 2014). L'élément qui nous a semblé ici le plus discriminant et qui nous a finalement convaincu de les rapprocher d'outils intermédiaires de première intention est la présence de bords strictement parallèles entre eux. En effet, les pointes de projectile sont caractérisées, en premier lieu, par des bords convergents aboutissant à une extrémité distale appointée ou tranchante, ce que ne requièrent pas les outils intermé-

diaires dont les extrémités distales doivent être à la fois robustes et diffuses. Précisons que lorsque leurs extrémités ne sont pas fragmentées, elles présentent des stigmates d'écrasement des fibres osseuses typiques d'une utilisation en percussion. Le fût de la pièce n°6 porte, en outre, sur chacun de ses côtés un décor constitué d'une profonde incision légèrement curviligne stoppée en distale par la présence d'une fracture en charnière.

Les produits issus d'un débitage transversal du bois

Bâtons percés

Deux fragments de bâton percé réalisés sur andouiller de glace de bois de petit/moyen module (épaisseur de *compacta* de 2 et 4 mm) sont attestés. Ils présentent tous les deux un état de préservation des surfaces osseuses médiocre, conjugué à des fractures sur bois frais à chacune des extrémités du support, et en particulier au niveau de la perforation. Cette dernière qui se situe au niveau de l'extrémité proximale de l'élément anatomique, voire qui déborde sur la perche A1 pour l'un des deux exemplaires (fig. 117, n°2), présente un diamètre proportionnel aux dimensions du support : soit 6 mm pour la pièce la plus petite (fig. 117, n°1) et 18 mm pour la plus grande (fig. 117, n°2). Notons que l'exemplaire n°1 (*ibid.*) documente à la base du support des stigmates de sectionnement par double rainurage transversal.

FIGURE 117. BATONS PERCES, BOIS DE RENNE, CANECAUDE I, COUCHE II.
n°1 : 38 x 25 x 8 mm, n°2 : 60 x 33 x 9 mm.

Extrémité distale de propulseur de type 4

C'est dans la partie supérieure de la couche $CII_{(1)}$ (fig. 113, coupe nord, m) que fut retrouvée la célèbre extrémité distale de propulseur figurant un mammouth en ronde bosse (fig. 118), soit le type 4 de la typologie élaborée par Cattelain (1988). En dépit du fait qu'elle soit quasiment complète (elle porte encore au niveau des pattes le support par lequel elle devait se fixer à la hampe), il lui manque néanmoins l'élément fonctionnel prin-

cipal, à savoir le crochet, dont on peut raisonnablement supposer qu'il devait correspondre à la queue de l'animal emportée par une fracture (*ibid.*, Sacchi, 1986, Pl. XV). Malgré un façonnage complet, son gabarit général et en particulier son degré d'aplatissement, la rapprochent d'un élément de bois palmé (extrémité proximale ou distale d'un andouiller de glace, élément d'empaumure) probablement issu d'un bois de moyen module (épaisseur de *compacta* de 4 mm).

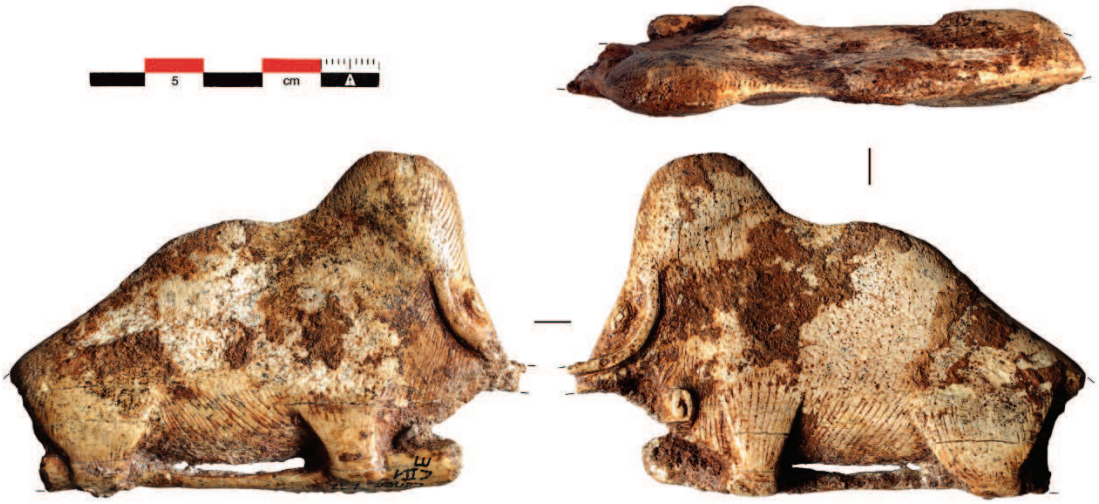


FIGURE 118. EXTREMITE DISTALE DE PROPULSEUR DE TYPE 4, BOIS DE RENNE, CANECAUDE I, COUCHE II.
87 x 57 x 18 mm.

Outils indéterminés sur support en volume ?

Cinq tronçons de bois sont difficilement repositionnables d'un point de vue anatomique sur le bloc de matière première, parce qu'ils sont, d'une part, très façonnés (par raclage longitudinal), et bien souvent fragmentés. Il n'en demeure pas moins qu'avec des gabarits plutôt allongés, des sections circulaires, et des épaisseurs de *compacta* comprises entre 2-5 mm, ces pièces correspondent soit à des éléments d'andouiller/épois de bois de moyen module, soit à des éléments de perche de bois de petit module. Précisons, en outre, que trois d'entre eux présentent des bords convergents, laissant apparaître une extrémité naturellement appointée (ce qui irait plutôt dans le sens d'épois). Si une de ces pièces pourrait être rapprochée d'un outil intermédiaire par la présence de ce qui semble être un plan de frappe proximal[1] (fig. 119, n°1), deux autres rappellent les éléments sur épois à arrêtes raclées retrouvés dans les niveaux magdaléniens moyens d'Isturitz, d'Enlène et de Saint-Michel d'Arudy[2] (cf. ?). Outre la présence de surfaces raclées sur les deux bords du support, l'un d'entre eux présente, de surcroît, des incisions obliques parallèles sur les deux faces (fig. 119, n°2).

[1] Pièce qui présente en outre deux extrémités de rainures parallèles témoignant de l'intention non aboutie d'extraire une baguette par double rainurage parallèle.
[2] Pièces dont l'attribution typologique la plus plausible est celle d'outil mousse ou biseauté.

Synthèse de l'exploitation du bois de renne dans la couche II de Canecaude I

Le bois de renne est essentiellement présent dans la série sous la forme de modules petits/moyens. C'est notamment ce que renseignent les épaisseurs moyennes de tissu compact mesurées sur les déchets de débitage [2,8 ± 1,2 mm (tab. 64)] et les produits [4,2 ± 1,3 mm (tab. 65)]. À l'appui de ce constat, les neufs fragments de bois de renne travaillés restés technologiquement indéterminés (que nous n'avons pas détaillés ici) présentent une épaisseur moyenne de tissu compact de 2,8 ± 0,7 mm, totalisant pour l'ensemble des 37 vestiges identifiés comme bois de renne une valeur moyenne de tissu compact de 3,5 ± 1,3 mm.

Pour l'heure, tout porte à croire que l'équipement sur baguette, constitué essentiellement de pointes de projectile, est réalisé essentiellement à partir de bois de moyen module (épaisseur moyenne de tissu compact = 4,2 ± 1,3 mm), alors que les objets sur support en volume, soit des bâtons percés, une extrémité distale de propulseur de type 4 et plusieurs objets indéterminés (notamment sur épois), ont préférentiellement été conçus à partir de bois de petit/moyen module (épaisseur moyenne de tissu compact = 3,6 ± 1,1 mm). Malgré des effectifs très faibles (N = 2), les déchets de débitage auraient tendance à maintenir cette dichotomie.

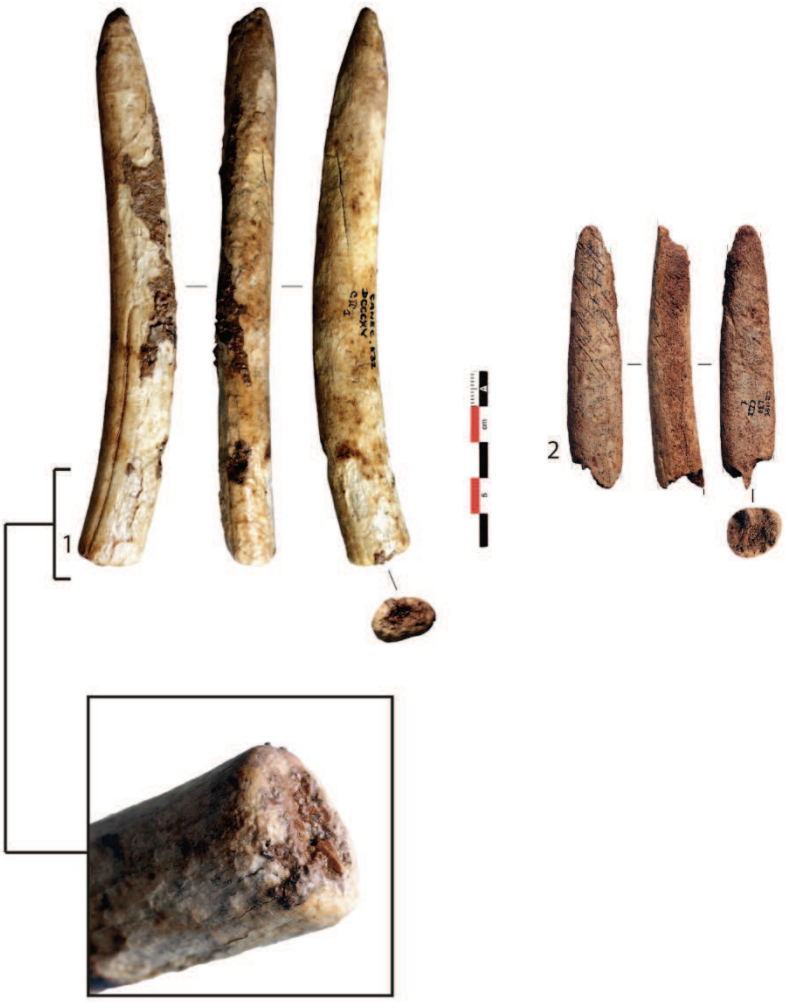


FIGURE 119. OBJETS INDETERMINES SUR SUPPORT EN VOLUME, BOIS DE RENNE, CANECAUDE I, COUCHE II.
n°1 : outil intermédiaire ? (153 x 18 x 15 mm), n°2 : objet sur épois (74 x 15 x 13 mm).

7.2.5.2. Le travail du bois de cerf

L'industrie sur bois de cerf de la couche II de Canecaude I rassemble cinq produits de débitage (tab. 65).

Les produits issus d'un débitage longitudinal du bois

Il s'agit de trois fragments mésiaux d'**objets indéterminés sur baguette** de calibre moyen (largeurs comprises entre 12-20 mm, et épaisseurs entre 9-11 mm) et de section diverses (plano-convexe, circulaire, quadrangulaire). Leur niveau de façonnage varie d'une pièce à l'autre, au point que deux d'entre eux laissent encore entrevoir un pan de rainurage sur un ou deux bords. Malgré des surfaces concrétionnées et délitées, il est possible d'observer la présence de la perlure typique du bois de cerf sur leur face supérieure. Le seul vestige pour lequel il est possible de proposer une origine anatomique proviendrait plutôt d'un élément d'andouiller de bois de moyen/gros module (épaisseur de *compacta* de 5 mm) sur la base de plusieurs critères anatomiques (profil courbe, convergence de ses bords et perlure compatible) (fig. 120, n°1). Les deux autres produits présentent, pour l'un au niveau de son extrémité distale des stigmates de sectionnement par sciage périphérique (déchet de recyclage/façonnage) (fig. 120, n°2), et pour l'autre une courte extrémité de rainure sur la face supérieure qui tendrait à le rapprocher d'une pointe rainurée (fig. 120, n°3, zoom sur détails).

Les produits issus d'un débitage transversal du bois

Il s'agit d'un épois d'andouiller ou d'empaumure issu d'un bois de moyen/gros module (épaisseur de *compacta* de 4 mm) (fig. 120, n°4) et d'un élément de merrain provenant d'un bois de gros module (épaisseur de *compacta* de 7 mm) (fig. 120, n°5) présentant des stigmates d'utilisation en percussion à chaque extrémité (quand elles ne sont pas endommagées). Si le premier élément est un **outil intermédiaire** de première intention aménagé sur support en volume, le second exemplaire, qui est réalisé sur support en semi-volume, peut tout aussi bien être un déchet de débitage recyclé comme objet usuel (outil intermédiaire de seconde intention), qu'un outil de première intention.

FIGURE 120. INDUSTRIE SUR BOIS DE CERF, CANECAUDE I, COUCHE II.
nos 1 (56 x 20 x 9 mm) - 2 (73 x 15 x 10 mm) - 3 (117 x 12 x 11 mm) : objets indéterminés sur baguette, nos 4 (95 x 25 x 23 mm) - 5 (133 x 31 x 25 mm) : outils intermédiaires sur support en (semi-) volume.

7.2.5.3. Le travail du bois de cervidé taxinomiquement indéterminé

Cet ensemble de pièces regroupe 84 produits de débitage et un élément technologiquement indéterminé (tab. 63).

Les produits issus d'un débitage longitudinal du bois

. *Baguettes (supports)*

Les deux baguettes présentes dans cet assemblage sont très différentes d'un point de vue morphométrique. La première est un fragment mésial de baguette rectiligne, de calibre moyen, de section plano-convexe débitée par double rainurage parallèle probablement à partir d'un bois de moyen/gros module (épaisseur de *compacta* de 5 mm) (fig. 121, n°1).

La seconde baguette présente des dimensions bien plus importantes (fig. 121, n°2). Également très altérée, elle est en outre fragmentée en trois parties (nous avons réalisé un des deux raccords). La rectitude de la trame de son tissu spongieux rappelle un élément de perche/merrain de bois de moyen/gros module (épaisseur de *compacta* de 4 mm), et ce malgré la courbure générale du support. L'un de ses côtés porte les stigmates d'un débitage par rainurage tandis que l'autre présente des négatifs d'enlèvement recoupant assez distinctement une extrémité de pan de rainurage. La chronologie des gestes techniques suggère ici que le débitage initial de ce support fut réalisé par rainurage (fig. 121, n°2, zoom sur détails). Selon ce cas de figure, la percussion n'interviendrait qu'en fin d'extraction du support (peut-être pour faciliter son dégagement) ou alors au début de son façonnage.

. *Pointes à biseau simple*

Au nombre de dix-sept (tab. 65), ces pièces associent sept exemplaires de type "Lussac-Angles" (Pinçon, 1988) à dix spécimens de morphotype plus classique. Ces dernières sont de calibre faible/moyen (largeurs comprises entre 7-12 mm et épaisseurs entre 4-10 mm) et de section quadrangulaire à plano-convexe. Il est délicat d'estimer la part qu'occupe proportionnellement leur biseau (dont les valeurs s'échelonnent entre 18-47 mm) par rapport à leur longueur totale, dans la mesure où ces pièces, qui sont particulièrement effilées, souffrent d'une fragmentation importante. Le seul exemplaire complet mesure 69 mm de long, pour autant il ne s'agit pas du spécimen le plus long qui est un fragment mésio-proximal mesurant 102 mm de long, suspecté d'avoir été réalisé en bois de renne (fig. 121, n°3). Avec des épaisseurs de *compacta* qui s'échelonnent entre 3-8 mm, la sélection de la matière première ne semble pas avoir été particulièrement standardisée.

Sept pointes à biseau simple sont rapprochées d'exemplaires de type **Lussac-Angles** en raison de leur faible longueur (les quatre spécimens complets mesurent entre 36-50 mm), de leur biseau proportionnellement long et non strié (entre 13-24 mm pour ces quatre mêmes pièces), de leur extrémité distale tranchante, conjugués à la présence d'une courte rainure longitudinale sur les deux faces du fût pour quatre d'entre elles, et seulement sur la face supérieure pour les trois autres (Pinçon, 1988).

FIGURE 121. INDUSTRIE SUR BOIS DE CERVIDE TAXINOMIQUEMENT INDETERMINEE, CANECAUDE I, COUCHE II.

nos 1 (51 x 18 x 11 mm) - 2 (169 x 30 x 11 mm) : baguettes brutes de débitage, n°3 : pointe à biseau simple (102 x 11 x 8 mm), n°4 : bipointe (134 x 7 x 9 mm), nos 5 (45 x 10 x 8 mm) - 6 (50 x 7 x 7 mm) : pointes de Lussac-Angles, nos 7 (83 x 10 x 5 mm) et 9 (133 x 12 x 9 mm) : pointes rainurées, n°8 : fragment de pointe décoré de motifs à tubérosité (72 x 14 x 10 mm), n°10 : baguette demi-ronde (102 x 16 x 10 mm).

Dans l'ensemble, ces armatures sont relativement homogènes d'un point de vue métrique : leur calibre est faible (largeurs comprises entre 7-10 mm et épaisseurs entre 6-8), et leur épaisseur de tissu compact, comprise entre 5-6 mm pour 5 d'entre elles, irait plutôt dans le sens d'une sélection de la matière première orientée vers des modules moyen/gros. D'un point de vue morphologique, elles sont majoritairement constituées d'exemplaires au contour lancéolé (fig. 121, n°5), voire rectilignes pour deux d'entre elles (dont fig. 121, n°6).

. Doubles pointes

Huit éléments sont rapprochés de doubles pointes en raison de leur gabarit effilé (le seul exemplaire complet mesure 134 mm de long - fig. 121, n°4), d'un calibre faible particulièrement homogène (largeurs comprises entre 4-7 mm et épaisseur entre 7-9 mm), auxquels s'associent des extrémités appointées. À dire vrai, nombre de ces pièces étant fragmentées (N = 7), il a rarement été possible de prendre en compte ce dernier critère. Avec des épaisseurs de tissu compact comprises entre 4-6 mm, ces pièces sont proches des spécimens identifiés comme bois de renne (les trois exemplaires identifiés présentent chacun une épaisseur de tissu compact de 5 mm).

Encore une fois, une distinction s'opère d'un point de vue morphologique entre des spécimens rectilignes de section quadrangulaire d'usages indéterminés (N = 4) et des **bi-pointes** de section triangulaire et de profil courbe (N = 4) (dont fig. 121, n°4). Précisons que deux pièces de section triangulaire n'ont pas été rapprochées de ce morphotype en raison d'un profil manifestement rectiligne.

. Pointes de projectile indéterminées

Trente-neuf fragments mésiaux et mésiaux-distaux ont été assimilés à des pointes de projectile par la présence de bords convergents aboutissant, pour les éléments distaux, à des extrémités appointées. Leurs calibres sont faibles/moyens (largeurs comprises entre 4-15 mm, et épaisseurs entre 4-11 mm) et leur section circulaire à quadrangulaire. Leurs épaisseurs de tissu compact se répartissent entre 2-7 mm, pour une moyenne de 4,7 ± 1,1 mm (tab. 65). Huit d'entre eux portent une rainure longitudinale généralement assez longue (**pointes rainurées**) située dans cinq cas sur la face supérieure (dont fig. 121, n°7) (dont une fut recyclée comme outil intermédiaire), et dans deux cas sur la face inférieure. Notons qu'une pièce porte trois courtes rainures longitudinales profondes localisées respectivement à la base du fût et de chacun des bords (fig. 121, n°9). Enfin, signalons qu'un fragment mésial de pointe de projectile indéterminée présente sur sa face supérieure un décor constitué de tubérosités aménagées sur un méplat central (fig. 121, n°8) ; décor généralement attribué au Magdalénien moyen (Sacchi, 1990 ; Dudognon, 2011).

. Baguettes demi-rondes

La série compte six fragments d'objets sur baguette de gabarit effilé, à face inférieure plane et de section plano-convexe. En l'absence d'incisions sur la face inférieure, mais aussi parce qu'elles sont très fragmentées, cinq d'entre elles ne peuvent être rapprochées avec certitude de baguettes demi-rondes. Le seul exemplaire clairement identifié dans l'assemblage est un fragment mésial de calibre moyen et de section plano-convexe réalisé sur support intermédiaire (de type baguette) (fig. 121, n°10). Il présente sur la face supé-

rieure un décor constitué d'un méplat axial parcouru de courtes incisions obliques parallèles, auquel s'ajoutent sur la face inférieure trois incisions obliques qu'il est possible d'entrevoir malgré des surfaces concrétionnées. En raison de son façonnage prononcé et de l'altération de ses surfaces, il est difficile de déterminer avec certitude son origine anatomique. Pour autant, son gabarit général conjugué à une épaisseur de tissu compact particulièrement faible (1 mm), le rapprocherait plutôt d'un élément de perche/merrain de bois de petit module.

. *Objets indéterminés sur baguette*

Les dix-sept fragments d'objets indéterminés sur baguette regroupent des spécimens de calibre faible/moyen (largeurs comprises entre 5-21 mm et épaisseurs entre 4-13 mm) parmi lesquels figurent notamment cinq objets de section plano-convexe (baguettes demi-rondes ?) et six fragments mésiaux d'objets effilés de section quadrangulaire et de contour rectiligne (doubles pointes ?). Leur épaisseur de tissu compact se répartissent entre 2-8 mm, pour une moyenne de 4,5 ± 1,6 mm (tab. 65).

7.2.5.4. Synthèse sur l'exploitation du bois de cervidé dans la couche II de Canecaude I attribuée au Magdalénien moyen ancien

Le renne comme matière première principale de l'équipement

Avec 30 % des effectifs réalisés en bois de renne sur les 34 % déterminés, l'industrie sur bois de cervidé est manifestement orientée vers l'exploitation de ce matériau (tab. 66). L'équipement sur baguette comprend des pointes de projectile parmi lesquelles les doubles pointes, et en particulier les bipointes, sont majoritaires. Si aucune pointe à biseau simple n'a été identifiée comme bois de renne, il ne fait pourtant aucun doute qu'une majorité d'entre elles, à l'instar des pointes de Lussac-Angles, ont dû être réalisées dans ce matériau. Notons que cet équipement est dans l'ensemble moyennement décoré : à peu près un tiers des produits de débitage (N = 34/108) porte soit une ornementation (incisions rectilignes ou curvilignes, méplat mésial associé à des tubérosités ou des incisions), soit un dispositif technique (rainure).

L'équipement sur support en volume est minoritaire dans l'assemblage (N = 8). Les éléments de bois les plus aplatis, tels les andouillers ou l'embranchement entre la perche A et l'andouiller de glace, ont été recherchés pour la confection de bâtons percés et d'un propulseur de type 4. Enfin, signalons à nouveau en contexte Magdalénien moyen la présence d'objets à arête raclée sur épois.

TABLEAU 66. TAUX DE DETERMINATION TAXINOMIQUE DES VESTIGES PAR ESPECE (EN %), CANECAUDE I, COUCHE II.

	NR	% NR
Renne	38	30
Cerf	5	4
Indéterminé	85	66
Total	128	100

La question des modules

Si les épaisseurs moyennes de tissu compact mesurées sur les produits de débitage pourraient laisser penser que les spécimens non déterminés d'un point de vue taxinomique (4,7 ± 1,3 mm) résultent d'un mélange quasi paritaire entre les exemplaires en bois de renne (4,2 ± 1,3 mm) et ceux en bois de cerf (5,1 ± 1,1 mm) (tab. 65), les proportions des effectifs déterminés contredisent cette hypothèse. Il est probable que l'épaisseur moyenne plus faible du tissu compact sur les pièces en bois de renne par rapport à celles taxinomiquement indéterminées est le fruit de l'introduction dans ce dernier ensemble de bois de module légèrement plus gros, non seulement en bois de cerf, mais aussi et surtout en bois de renne.

Ceci étant, la corrélation que nous avions suggérée entre les différents types de module et les différentes composantes de l'équipement se confirme. L'épaisseur de tissu compact moyenne des 84 produits sur baguette restés taxinomiquement indéterminés (4,7 ± 1,3 mm), et à plus forte raison celle de l'ensemble des objets sur baguette présents dans la série (4,7 ± 1,2 mm) indiquent des valeurs caractéristiques de bois de moyen module, alors que l'équipement sur support en volume est aménagé à partir de bois de plus petit module (3,6 ± 1,1 mm).

Par extrapolation, le bois de renne est donc essentiellement représenté dans la série sous la forme de bois de petit/moyen module. Si cela n'introduit pas de distorsion vis-à-vis de la constitution de la faune dans laquelle les rennes juvéniles et les sub-adultes sont majoritaires, au même titre que les individus femelles (deux catégories d'individus qui portent des bois de petit/moyen module), l'absence de parties basilaires dans la série ne nous permet pas de vérifier l'interconnexion des registres faunique et d'industrie osseuse.

Quel type d'occupation ?

Comment expliquer que les déchets de débitage et les fragments de bois travaillés présentent des épaisseurs de tissu compact si faibles ? Pour rappel, les premiers mesurent en moyenne 2,8 ± 1,2 mm (tab. 64), et les seconds 2,8 ± 0,7 mm. Un regard rapide sur la constitution de ces deux ensembles indique qu'ils sont tous les deux dominés par des éléments de bois périphériques (i.e. épois, andouillers, empaumure) dont l'épaisseur de tissu compact est en règle générale plus faible que celle des éléments de perche/merrain.

Cette constatation nous amène à observer que le seul déchet de débitage de baguette présent dans la série ne peut rendre compte à lui seul de la production des 96 objets sur baguette y figurant. Il se pourrait donc qu'une part conséquente de cet équipement n'ait pas été réalisée sur le site. La représentativité de la série n'étant pas assurée (car rien ne nous dit que ce matériel n'est pas encore enseveli), il est impossible, en l'état, de statuer sur la question.

Le bois de cerf : un matériau marginal

Avec 4 % des effectifs déterminés (soit cinq pièces - tab 66), le bois de cerf est faiblement représenté dans l'assemblage. Il ne se trouve que sous la forme de bois de moyen/gros module (épaisseur moyenne de tissu compact de 5,1 ± 1,1 mm - tab. 65), à travers des outils intermédiaires de gros calibre et divers objets sur baguette (dont peut-être une pointe rainurée). L'absence de déchets dans la série soulève à nouveau la question de la présence de débitage de bois de cerf *in situ*.

PARTIE 3. SYNTHÈSE

Suite à l'étude techno-économique de ces sept séries d'industrie sur bois de cervidé, nous allons désormais pouvoir caractériser d'un point de vue plus global les stratégies d'adaptation des Magdaléniens pyrénéens vis-à-vis de la gestion des bois de cervidé. Si la disponibilité de ce type de ressource est certes principalement fonction de facteurs environnementaux abiotiques (i.e. climat, topographie, saison, …), nous verrons que leur gestion (acquisition, traitement technique, usages, circulation) peut exprimer, dans certains cas, de véritables choix anthropiques.

Chapitre 8. Bilan global de l'exploitation du bois de cervidé dans les Pyrénées entre 19-14 ka cal BP

L'objectif premier de ce travail est de documenter les stratégies d'adaptation des Magdaléniens pyrénéens vis-à-vis de la gestion du bois de cervidé en fonction de la disponibilité saisonnière de la matière première. Pour ce faire, nous allons établir un premier bilan relatif à la nature de la matière première exploitée par ensemble d'étude, à la suite de quoi nous tâcherons d'observer plus précisément des différences de comportements dans la diachronie, notamment sur le versant nord des Pyrénées. Enfin, nous aborderons des questions plus transversales visant à déterminer quel impact la différence d'espèce a eu sur l'exploitation technique (savoir-faire, traditions techniques) et économique (programmation, usages) des matériaux.

Précisons d'emblée que nous ne bénéficions pas toujours de données synchrones pour chacun des ensembles d'étude (fig. 10-11). Nous avons notamment été confrontés au manque de données concernant l'industrie sur bois de cervidé du Magdalénien moyen Ibérique[1]. C'est pourquoi, dans un premier temps, les synthèses qui suivent ne tiendront pas compte de l'attribution chrono-culturelle des séries[2], afin de ne s'intéresser qu'aux variations géographiques. L'étude des variations diachroniques n'interviendra que dans un second temps.

En pratique, nous allons vérifier s'il est possible de mettre en évidence une adéquation entre les spectres de cervidés chassés et la nature des bois utilisés dans l'industrie. Pour ce faire nous allons comparer les ratios de NRD (Nombre de restes déterminés) de cerf et de renne dans la faune avec ceux de l'industrie sur bois de cervidé. Bien qu'il soit souvent délicat, voire impossible, de faire la part entre ce qui relève de l'environnement, de choix anthropiques délibérés au sein des spectres de gibiers chassés, nous considèrerons, selon les travaux de Discamps (2011), que l'acquisition des gibiers est globalement fonction de la disponibilité des espèces dans l'environnement.

8.1. Variations géographiques

8.1.1. Ensemble 1

L'extrémité occidentale de la chaîne pyrénéenne est un corridor permettant de relier la péninsule Ibérique au reste du continent. Les figures 3 et 5 illustrent parfaitement cette perméabilité du massif : si le cerf reste le cervidé le plus représenté dans les spectres fauniques au sud et à l'ouest de la chaîne, il est néanmoins présent au nord dans des proportions qui augmentent du Magdalénien moyen au Magdalénien supérieur ; le renne, quant

[1] Si nous avons eu l'occasion de voir les séries issues des niveaux e et 2r de la grotte d'Abauntz attribués respectivement au Magdalénien moyen et supérieur (Utrilla *et al.*, 2015), nous ne les avons pas intégrées à cette étude en raison d'effectifs trop réduits (N=46), de l'absence de déchets de débitage (seule une base de bois de renne qui n'est semble-t-il pas conservée avec le reste de l'industrie - Altuna, com. pers. - pourrait être concernée par cette attribution technologique), d'un taux de détermination taxinomique des vestiges particulièrement faible (N=4/46), conjugué à l'impossibilité de sortir des pièces d'Espagne pour des analyses micro-CT sur Paris.

[2] Les attributions chrono-culturelles des séries d'Isturitz-I/F1, d'Isturitz SI/Eω, de Gazel 7/plj/7bis, de Canecaude I-2 et la Vache-SM Pyrénées sont tirées de Barshay-Szmidt, 2016 ; Langlais *et al.*, 2016 ; Pétillon, 2016. Les autres attributions sont déduites de cette étude (MMa = Magdalénien moyen ancien, MMr = Magdalénien moyen récent, MSa=Magdalénien supérieur ancien, MSr = Magdalénien supérieur récent).

à lui, domine les spectres de cervidés au nord tout en restant présent au sud et à l'ouest du massif, certes dans des proportions moindres. Rappelons que cette partie de l'isthme pyrénéen constitue la zone de passage entre la péninsule Ibérique et le reste du continent la plus aisée, non seulement pour les troupeaux d'ongulés, mais aussi pour la circulation des hommes, des objets et des idées (Corchón *et al.*, 2006 ; Pétillon, 2006 ; Utrilla et Mazo, 2006 ; Langlais, 2007 ; 2010 ; Fritz *et al.*, 2007 ; Corchón *et al.*, 2012 ; Rivero *et al.*, 2014 ; Sauvet *et al*., 2014 ; Cattelain et Pétillon, 2015 ; Fontes *et al.*, 2016 ; Tarriño *et al.*, 2015 ; Pétillon, 2016).

8.1.1.1. Les sites de notre corpus

Pour le niveau III de **Santa Catalina** (MSr), les données de saisonnalité sont lacunaires. Comme le précise Roselló-Izquierdo *et al.* (2015, p. 8) au sujet des restes de l'ichtyofaune des trois niveaux confondus: "*As things presently stand, and although the issue must of necessity remain open, the data from Santa Catalina do not argue for a winter harvesting of fishes*". L'étude des bois issus de la faune livre pourtant un indice contradictoire. La présence d'un bois de renne de petit module issu de massacre, que l'on peut rapprocher d'un bois de femelle adulte (Averbouh, 2000), témoigne d'un abattage de l'animal s'étant déroulé entre les mois d'octobre et de mars (fig. 12). Du point de vue de l'industrie sur bois de cervidé, si la seule indication de saisonnalité disponible est certes compatible avec ce constat, elle ne provient pas du niveau III. Il s'agit d'une base de bois de massacre de bois de cerf de gros module (épaisseur de *compacta* de 6 mm mesurée au niveau du merrain A1) retrouvée dans le niveau II présentant les stigmates d'un débitage de plusieurs baguettes par rainurage longitudinal multiple au niveau du merrain A1. En fonction du module du bois et de son degré de minéralisation, l'abattage de ce cerf mâle adulte est intervenu entre le début du mois d'août et approximativement le mois de février de l'année suivante, période pendant laquelle les mâles adultes portent des bois dont la croissance est achevée ("hard antler") (figure 12).

Malgré le peu d'indications saisonnières fiables disponibles pour le niveau III, nous avons cependant constaté une certaine correspondance entre la part des deux cervidés au sein des effectifs de faune déterminés et de l'industrie sur bois de cervidé. Compte tenu de la réactualisation des effectifs issus de l'industrie (liée aux analyses micro-CT), le ratio cerf/renne passe de 7,1 (en faveur du cerf) au sein des NRD de faune (3149/445 = 7,1), à 5,6 (toujours en faveur du cerf) pour l'industrie (73/13 = 5,6). Avec toutes les réserves de rigueur qu'implique ce type de raisonnement (notamment vis-à-vis du NMI qui indique des effectifs de cerf et de renne nettement plus proches que le NRD), il se pourrait donc que ces deux registres d'activités ne soient pas complètement déconnectés l'un de l'autre.

En revanche, du point de vue de la nature de la matière première, les analyses micro-CT ont permis de mettre en évidence une certaine distorsion entre le module des bois de renne présents dans la série et celui des bois utilisés pour certaines pièces de l'industrie. En effet, à l'exception de trois vestiges identifiés au micro-CT dont les épaisseurs de tissu compact comprises entre 5-7 mm signalent l'utilisation de bois de moyen/gros module issus d'individus mâles adultes (fig. 37, n°s 3256, 29-2268 et 65), les épaisseurs moyennes de tissu compact des 25 fragments de bois de renne retrouvés dans la faune (2,3 ± 0,7 mm) et des huit fragments de bois travaillés initialement reconnus (fig. 29) (2,7 ± 1,3 mm) sont attribuées à des bois de petit module (et dans une moindre mesure de

moyen module[1]) appartenant plutôt à des femelles ou de jeunes mâles. Ainsi, en l'absence de blocs de matière première de gros module en bois de renne dans la série et plus généralement de déchets de débitage de baguettes, l'hypothèse la plus plausible pour expliquer l'origine de vestiges est qu'il s'agisse de produits d'importation.

Compte tenu de ces éléments, il se pourrait que pour l'ensemble de l'industrie en bois de cerf et les quelques éléments de bois travaillés peu diagnostiques identifiés (de visu) en bois de renne (fig. 29), le choix de la matière première n'introduise pas de distorsion particulière avec ce qui est "naturellement" disponible dans l'environnement local du site. En revanche, les objets finis sur baguette pourraient avoir une origine exogène. Par ailleurs, malgré les doutes concernant l'homogénéité et la représentativité de la série, il est possible d'affirmer qu'aucune production excédentaire de baguette en bois de cerf n'a été mise en évidence sur le site.

Pour les niveaux **I/F1 d'Isturitz** (MSa), rappelons que seul le niveau I a livré des séries fauniques[2] et d'industrie (cette étude) représentatives. Le renne y est l'animal le plus représenté avec 49,3 % des restes déterminés, contre 11 % pour le cerf (Pétillon et Letourneux, 2006). Selon les données de saisonnalité estimées d'après le degré d'usure des séries dentaires, les rennes auraient été chassés entre le début du printemps et la fin de l'été (*ibid.*). Cette période de l'année correspond pour les deux espèces à la pousse des nouveaux bois qui seront adaptés à une utilisation comme matière première à partir de la fin de l'été (bois durs). La présence dans l'industrie de nombreux déchets de débitage sur parties basilaires de bois de renne de moyen/gros module issus de mue (bases en arceau), aurait tendance à rallonger cette période jusqu'au début de l'hiver, voire jusqu'à la fin de l'hiver, si l'on prend en compte la présence de quelques bois de petit module issus de massacre. Mais étant donné qu'un bois peut être transporté ou stocké quelques mois avant d'être débité, il est périlleux de s'appuyer sur ces éléments pour déterminer la saison d'occupation du site. En revanche, nous ne disposons d'aucune indication de saisonnalité pour le cerf.

En termes de ratios, le renne apparaît 4,5 fois plus représenté que le cerf au sein des restes d'ongulés déterminés du niveau I (135/30), contre 7,9 dans l'industrie (285/26). Compte tenu de la marge d'incertitude importante liée à la part des vestiges restés taxinomiquement indéterminés présents dans la série, il se pourrait que la proportion des deux cervidés ne soit pas totalement déséquilibrée entre ces deux registres d'activité. En d'autres termes, l'exploitation préférentielle du bois de renne vis-à-vis du bois de cerf dans l'industrie pourrait être le reflet de la disponibilité contrastée des deux espèces dans l'environnement local. À l'appui de ce constat, signalons que la proportion du cerf dans la faune est peut-être un peu surévaluée à cause d'un mélange possible avec le niveau sus-jacent attribué à l'Azilien (Pétillon, com. pers.). Par ailleurs, la quantification de la production de baguettes en bois de renne pourrait suggérer une production excédentaire, supposant un transport de supports ou d'objets finis vers d'autres sites (Pétillon, 2006).

Les données de saisonnalité estimées pour les niveaux **SI/Eω d'Isturitz** (MMr) d'après le degré d'usure dentaire de sept mandibules de renne (Kuntz, inédit) et le module des bois de massacre présents dans la faune et l'industrie (cette étude) plaident pour des chasses au

[1] Seules les pièces n°s 4 et 8 (fig. 29) proviennent de bois de moyen module, et ce malgré des épaisseurs de *compacta* faibles.
[2] La faune de la couche F1 n'est semble-t-il jamais entrée au MAN, ou alors seulement sous une forme très lacunaire (N = ± 50 pièces) (Pétillon, 2006).

renne s'étant déroulées entre l'automne et le printemps. À cette période de l'année, les rennes femelles ainsi que les jeunes mâles portent des bois durs adaptés à une utilisation comme matière première. Pour les rennes mâles adultes, le début de cette période coïncide avec le moment où les bois, toujours attachés au pivot, sont durs. Les individus mâles les plus vieux perdront leur bois à la fin de l'automne, tandis que pour les plus jeunes la chute pourra intervenir jusqu'au milieu de l'hiver (fig. 12). La situation est à peu de chose près équivalente pour les cerfs mâles, à la différence près qu'ils porteront plus longtemps leurs bois durs que les rennes, bois qu'ils perdront seulement à la sortie de l'hiver.

Du point de vue de la proportion des deux cervidés au sein des spectres d'ongulés et de l'industrie, le renne apparaît 42,4 fois plus représenté que le cerf (1102/26) dans la faune déterminée contre "seulement" 11,6 fois plus dans l'industrie déterminée (93/8). À première vue, il y a donc une forte discordance entre ces deux registres d'activité.

À regarder de plus près, ce déséquilibre ne semble pas devoir être imputé aux effectifs de cerf : l'animal est représenté par 1,4 % des restes déterminés dans la faune (pour un NMI égal à deux) contre 2,7 % des effectifs totaux (incluant les éléments indéterminés) dans l'industrie. La raison de cette discordance est donc probablement plus à rechercher du côté du renne. En effet, rappelons que nous avions indiqué lors de l'étude de matériel que les effectifs de renne étaient fortement sous-estimés dans la mesure où plusieurs catégories de l'équipement resté taxinomiquement indéterminé se rapprochaient nettement plus du renne que du cerf (cf. chapitre 5.2.6.1.). À l'appui de ce constat, soulignons que les bois utilisés pour l'industrie sont essentiellement des spécimens de petit/moyen module, catégories de bois qui se trouvent également majoritaires dans la faune. En somme, malgré le déséquilibre mis en évidence par l'étude des ratios, la part des deux cervidés au sein de la faune et de l'industrie n'est probablement pas si déséquilibrée que cela. Enfin, signalons que la quantification approximative des productions ne signale pas de discordance manifeste entre les effectifs de déchets et de produits de débitage en bois de renne, si bien qu'il semblerait que l'équipement ait été produit, utilisé et renouvelé sur place.

8.1.1.2. Les autres sites

Pour les sites ibériques, les données issues de l'industrie sont souvent lacunaires. À **Abauntz**, dans les niveaux e (MM) et 2r (MS), où le cerf représente respectivement 17,5 % et 17 % des effectifs d'ongulés déterminés, le renne est seulement représenté dans la faune du niveau e sous la forme de deux phalanges et dans le niveau 2r par la présence d'un bois semble-t-il travaillé (Altuna et Mariezkurrena, 1982 ; Utrilla et Mazo, 1993-94, 1996 ; Altuna *et al.*, 2002 ; Utrilla *et al.*, 2009 ; Gomez-Olivencia *et al.*, 2013). Un rapide inventaire des collections d'industrie osseuse n'aura permis d'identifier aucun vestige en bois de renne supplémentaire, et seulement quatre éléments formellement reconnus en bois de cerf parmi les 46 vestiges issus des deux niveaux. En l'absence d'analyses complémentaires (micro-CT par exemple), il est donc délicat de statuer sur la place des deux cervidés dans l'industrie.

Dans le niveau IIb de **Zatoya** (MS), le cerf représente 32,9 % des restes d'ongulés déterminés tandis que le renne n'est identifié que sous la forme d'un fragment de scapula (Mariezkurrena et Altuna, 1989 ; Altuna et Mariezkurrena, 2001 ; Barandiarán et Cava, 2001). L'industrie osseuse, qui présente des effectifs réduits, n'a livré aucun indice per-

mettant de présupposer l'utilisation de bois de renne comme matière première (Barandiarán et Cava, *op. cit.*).

À **Santimamiñe**, la reprise des fouilles a conduit à mettre en évidence plusieurs niveaux archéologiques (Csn-Camr, Slnc et Arcp) datés entre 18-12 ka cal BP environ (López Quintana et Guenaca Lizasu, 2011 ; Gonzalès Sainz, 2011). Le cerf représente 65,3 % des restes d'ongulés déterminés dans le niveau VI (MS) et 88,2 % dans le niveau Csn/Camr (MM). Le renne quant à lui est représenté respectivement par trois restes de bois dans le niveau VI et un reste dont l'origine anatomique n'est pas précisée dans le niveau Csn/Camr (Altuna, 1971 ; Castaños, 1984 ; 1986 ; Gonzalès Sainz, 1989 ; Castaños et Castaños, 2011 ; Iravedra, 2001). La cinquantaine de pièces d'industrie osseuse découverte lors de cette reprise de fouille n'a livré aucun reste de bois renne travaillés (Gonzalès Sainz, 2011). Pour autant, plusieurs indices pourraient suggérer que ce matériau ait été utilisé, en effet, un objet sur support intermédiaire de type baguette, dont les caractéristiques morphométriques rappellent les outils mousses sur bois de renne issus des niveaux SI/Eω d'Isturitz (cette étude), est présent dans l'assemblage (fig. 122), tout comme plusieurs spécimens de doubles pointes qui, comme nous l'avons vu pour la Bora Gran, pourraient avoir été préférentiellement réalisés en bois de renne.

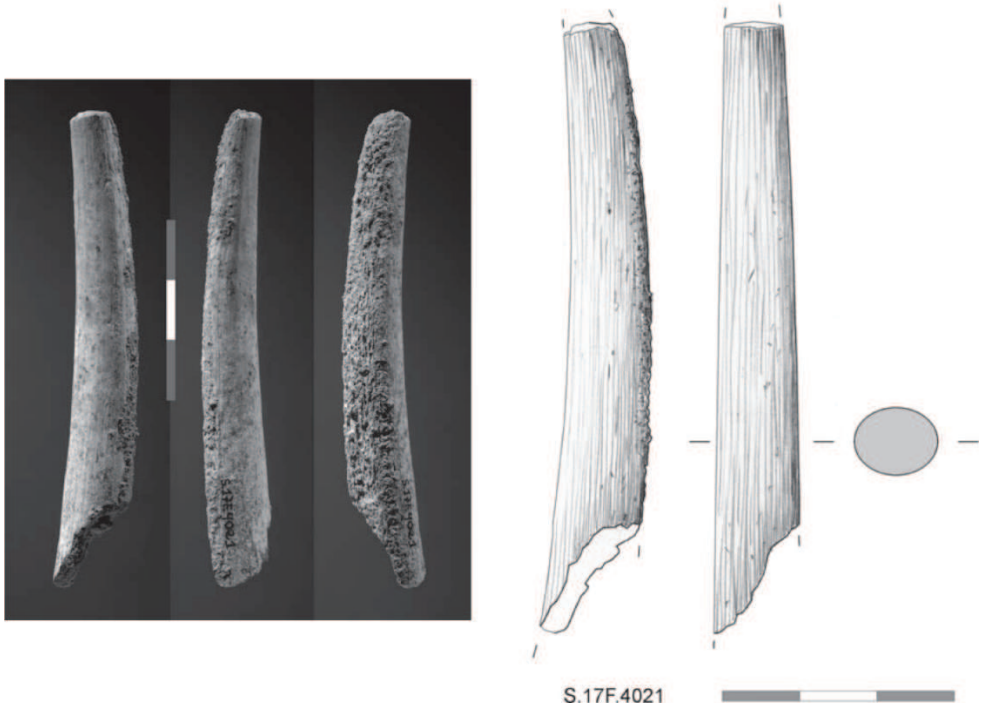


FIGURE 122. OBJET SUR SUPPORT INTERMEDIAIRE, BOIS DE CERVIDE, SANTIMAMIÑE, NIVEAU SLNC. 78.6 x 11.5 x 9.5 mm), d'après Gonzalès Sainz, 2011.

Pour le versant nord, le niveau 4 de l'abri **Dufaure** [MSa (+MSr?)] livre un spectre d'ongulés dominé par le renne (58,7 %), où le cerf représente tout de même 24,2 % des effectifs (Straus, 1992 ; Altuna et Mariezkurrena, 1995; Straus (dir.), 1995 ; Dachary (dir.), 2006 ; Chauvière, 2006 ; Pétillon, 2016). L'industrie osseuse, dont les effectifs sont faibles et les tissus osseux particulièrement mal préservés (Straus, *op. cit.* ; Dachary, 2006), livre pour l'heure trop peu d'indications taxinomiques pour être informative.

À **Duruthy**, le renne domine les spectres d'ongulés déterminés des niveaux 4-5 (MMr) et 3 (MSa), avec respectivement 34,9 % et 77,4 % des effectifs, contre 2,1 % et 17 % pour le cerf (Altuna et Mariezkurrena, 1995 ; Straus (dir.), 1995 ; Dachary (dir.), 2006). L'industrie osseuse qui est plus riche que celle de Dufaure, ne livre pour l'heure aucun indice signalant l'utilisation de bois de cerf comme matière première (Chauvière, 2006), contrairement au renne qui est notamment représenté dans le niveau 3 par 18 bases en arceau (Pétillon, 2016).

Enfin, le site de **Bourrouilla**, malgré sa localisation sur le versant nord des Pyrénées, présente des spectres d'ongulés déterminés dominés par le cerf. L'animal représente 64,3 % du NRD de l'ensemble B (MS) (Fosse, 1999), 72,2 % du NRD de l'US 2007 (MS) (Costamagno *et al.*, 2016), et un peu moins d'un tiers des 43 vestiges identifiés dans l'ensemble C (N = 13), dont l'attribution chrono-culturelle reste sujette à discussion (MMr ou MSa ? - Dachary *et al.*, 2008 ; Szmidt *et al.*, 2009b ; Pétillon, 2016). Le renne quant à lui constitue respectivement 10,5 % du NRD de l'ensemble B, 7,3 % du NRD de l'US 2007, et rassemble 4/43 vestiges de faune déterminée de l'ensemble C.

Il se pourrait que ce ne soit pas parce que le cerf était plus abondant dans l'environnement immédiat du site qu'il ait été préférentiellement chassé au détriment du renne, mais au contraire parce que le renne était absent, contraignant les chasseurs à se tourner vers les autres gibiers disponibles (Costamagno *et al.*, 2016). En ce sens, les données de saisonnalité, qui témoignent globalement d'occupations de bonne saison (Dachary *et al.*, 2008), conjuguées à la mise en évidence dans l'ensemble B d'une certaine complémentarité saisonnière entre les différents gibiers exploités [le renne est surtout chassé à la bonne saison, le cheval à la mauvaise, tandis que les cerfs et les bovinés semblent avoir été abattus pendant une large partie de l'année (Chevallier, 2015)] pourraient suggérer que le renne avait quitté l'environnement immédiat du site[1] pour aller pâturer en altitude au moment des occupations magdaléniennes.

L'industrie osseuse de l'US 2007 est, en l'état, trop pauvre pour contribuer à documenter notre étude (Dachary *et al.*, 2008). En revanche, les éléments issus des déblais de la fouille clandestine, ainsi que certaines pièces de l'ensemble C, apportent des données intéressantes (Bonnissent et Chauvière, 1999). En effet, les 87 déchets de débitage issus des déblais "*semblent avoir eu pour support le bois de Renne à l'exception d'un nucleus sur bois de Cerf identifié grâce au rang de perlures encore visible sur la meule*" (*ibid.*, p. 45). En outre, sur les huit déchets de débitage identifiés en 1999 au sein des ensembles B et C figure, dans le niveau C1, un déchet sur partie basilaire de bois de cerf de gros module issu de mue ; élément qui présente des stigmates de "*débitage longitudinal par rainurage convergent*" (ibid., p. 46). En somme, il semblerait que dans l'ensemble le bois de renne ait été préférentiellement utilisé comme matière première à Bourrouilla. Toutefois, les doutes persistants à propos de la caractérisation culturelle des niveaux pour lesquels nous disposons d'informations (déblais des fouilles clandestines + ensemble C), conjugués à la présence de deux déchets de débitage sur parties basilaires de bois de cerf, qui suggèrent qu'une production d'objets sur baguette en bois de cerf s'est tenue sur le site, incitent à la prudence.

[1] Rappelons que le Bourrouilla est un site de basse altitude (± 50 m) (Dachary *et al.*, 2008).

8.1.1.3. Bilan sur la gestion des bois de cervidé par espèce en fonction des ressources disponibles dans l'ensemble 1

Cadre général

Bien qu'il s'agisse du territoire pyrénéen sur lequel les deux types de ressource ont été semble-t-il le plus accessibles de manière concomitante, le bois de renne est invariablement le matériau de premier choix au nord du massif, tout comme le bois de cerf peut l'être au sud et à l'ouest des Pyrénées. Mis à part Bourrouilla, où les données sont lacunaires, l'étude de la correspondance entre les matières premières utilisées dans l'industrie et les ressources animales disponibles dans l'environnement indique que le cervidé le plus abondant dans la faune est toujours aussi le plus abondant dans l'industrie.

Quid de la circulation de matériel de part et d'autre du massif ?

Étant donné qu'aucun déchet de débitage de baguette en bois de renne n'a été identifié au sud-ouest de la chaîne pyrénéenne (i.e., Cantabrie, Biscaye, Navarre, Guipuscoa)[1], à Santa Catalina, il se pourrait, non seulement que les cinq objets finis sur baguette reconnus comme bois de renne par les analyses micro-CT (fig. 37) n'aient pas été produits sur place, mais plus encore que leur production soit localisée sur le territoire le plus proche ayant livré ce type de déchet, à savoir le Pays basque français, et plus largement encore le versant nord des Pyrénées[2]. À l'appui de ce constat, rappelons que ces cinq vestiges ont été réalisés pour l'essentiel à partir de bois de renne de moyen/gros module dont la présence sur le site, que ce soit dans la faune, ou le reste de l'industrie (aussi peu caractéristique soit-elle) n'est pas avérée[3], et ce malgré des occupations de mauvaise saison, période pendant laquelle les bois de mâles adultes sont généralement disponibles dans l'environnement.

L'importation depuis le nord du massif d'objets finis en bois de renne est une nouvelle illustration de la perméabilité culturelle de l'extrémité occidentale des Pyrénées entre 19-14 ka cal BP (entre autres Corchón *et al.*, 2006 ; Utrilla et Mazo, 2006 ; Fontes *et al.*, 2016 ; Fritz *et al.*, 2007 ; Corchón *et al.*, 2012 ; Rivero *et al.*, 2014 ; Sauvet *et al.*, 2014 ; Cattelain et Pétillon, 2015 ; Tarriño *et al.*, 2015 ; Langlais *et al.*, 2016 ; Pétillon, 2016). Compte tenu du fait que les sites à bois de renne les plus proches de Santa Catalina se situent entre 150-200 km (i.e., Isturitz ou Bourrouilla), il se pourrait que ces connexions n'aient pas impliqué de relations à très longues distances. Pour autant, l'identification d'éléments isolés issus des extrémités du renne dans les faunes de plusieurs sites espagnols (cf. chapitre 1.7), de la Navarre (Abauntz) jusqu'aux Asturies (Las Caldas), nous questionne quant à l'éventualité que des objets en bois de renne aient pu être transportés, échangés, offerts dans le cadre de déplacements, de rencontres avec d'autres groupes sur un territoire qui ne se limite pas à la Biscaye.

[1] Rappelons que si une partie basilaire de bois de renne portant des traces anthropiques est évoquée dans le niveau 2r d'Abauntz attribué au Magdalénien supérieur (Altuna *et al.*, 2002, p. 15), aucun élément ne permet de dire qu'il s'agit d'un déchet de débitage de baguette.

[2] Un bois de renne portant des traces de rainurage a bien été identifié à Las Caldas (Adán Álvarez, 1997), mais compte tenu du peu d'informations disponibles à son sujet, on ne peut être certain qu'il s'agisse d'un déchet de débitage de baguette.

[3] Seuls des bois de petit module, voire dans de plus rares cas de moyen module, y sont documentés.

8.1.2. Ensemble 2

Cet ensemble 2 est essentiellement constitué de la partie axiale du massif. Le renne s'y trouve cloisonné au versant nord (où il partage en règle générale la première place des spectres fauniques avec le cheval à l'ouest et le bouquetin à l'est), étant donné qu'aucun site du versant sud n'indique la présence de l'animal (fig. 3 et 5). Le cerf quant à lui est présent sur les deux versants du massif, avec des effectifs qui augmentent sur le versant nord au passage de la phase moyenne à la phase supérieure du Magdalénien. Quel que soit le versant considéré, seul le site de Troubat livre un niveau d'occupation (niveau 8) où le spectre d'ongulés est dominé par le cerf ; à Belvis (niveaux 1/4) et à plus forte raison dans les niveaux 2 de Chaves et d'El Parco, le cerf est néanmoins le premier cervidé chassé.

8.1.2.1. Les sites de notre corpus

Le niveau 8 de **Troubat** (MSa ?) livre une faune dominée par le cerf qui représente 43 % des effectifs d'ongulés déterminés (NRD = 626), tandis que le renne n'en constitue que 2,7 % (NRD = 39) (Chevallier, 2015 ; Costamagno *et al.*, 2016). En revanche, l'industrie sur bois de cervidé des niveaux 10-8 est préférentiellement réalisée sur renne avec 84,4 % des effectifs déterminés contre 15,6 % pour le cerf. Du point de vue strict de la couche 8, le cerf est donc 16 fois plus représenté que le renne dans la faune (626/39), alors que dans l'industrie c'est le renne qui est cinq fois plus représenté que le cerf (21/4). Il y a donc une discordance nette entre la nature des bois utilisée dans l'industrie et les ressources animales *a priori* disponibles dans l'environnement local du site.

Du point de vue de la saisonnalité des activités, outre les indices obtenus sur les saumons qui plaident pour des occupations automnales (Le Gall, 2002), l'acquisition du gibier indique globalement des chasses s'étant déroulées à la fin de la bonne saison, avec une récurrence d'indices pour des chasses au cerf entre les mois d'août et octobre (Chevallier, 2015). Pour autant, le seul déchet de débitage sur partie basilaire (bois de mue) présent dans l'assemblage n'est pas incompatible avec les saisons de fréquentation de la grotte mises en évidence par les restes fauniques. En effet, ce type de module (gros) se rapporte généralement à des bois de mâles adultes dont la chute intervient à la fin de la bonne saison. Enfin, bien que nous n'ayons pas quantifié précisément la production, signalons que les effectifs comparés de déchets et produits de débitage ne mettent pas en évidence de production de baguettes en bois de renne excédentaire.

Les niveaux 1/4 de **Belvis** (MSa ?) livrent des spectres fauniques largement dominés par le bouquetin (73,8 % du NRD). Le cerf qui constitue 8,4 % des effectifs avec 108 vestiges est nettement plus représenté que le renne, quasi absent de l'assemblage, si ce n'est à travers la présence de deux phalanges isolées (Fontana, 1998 ; 1999). Les données de saisonnalité estimées d'après l'usure dentaire des gibiers (Fontana, 1999), auxquelles s'ajoutent les données issues de l'ichtyofaune (Le Gall, 1994), conduisent à fixer les occupations du site pendant la bonne saison (de mars à octobre), période qui correspond globalement pour les deux cervidés à la repousse des bois (fig. 12). La part des deux cervidés dans l'industrie révèle une situation d'équilibre (autour de 7 % chacun) jusqu'à présent inédite (tab. 52). Si nous avons proposé qu'une part majoritaire du matériel resté taxinomiquement indéterminé puisse être réattribuée au renne sur la base d'épaisseurs moyennes de tissu compact proches (tab. 49), la taille particulièrement réduite des effectifs taxinomiquement déterminés incite néanmoins à la plus grande prudence (cf. chapitre

6.2.4.4.). Malgré les doutes persistants sur la part exacte des deux cervidés au sein de l'industrie, il n'en demeure pas moins que la présence de huit éléments travaillés identifiés en bois de renne suffit à mettre en évidence une inadéquation entre les registres fauniques et d'industrie, étant donné la quasi absence de l'animal dans la faune. Dans ce contexte, l'absence de déchets de débitage en bois de renne, conjuguée à un entretien prononcé des objets finis (réaffûtage + recyclage) plaide pour une origine exogène de l'équipement en bois de renne. Précisons que cet équipement est ici essentiellement constitué d'objets réalisés sur bois de moyen module, généralement attribués à de jeunes mâles (Averbouh, 2000), dont l'approvisionnement se fait en théorie plutôt pendant la mauvaise saison (fig. 12).

8.1.2.2. Les autres sites

Sur le versant sud des Pyrénées, les deux seules séries ayant livré plus de dix vestiges d'industrie osseuse entre 19-14 ka cal BP sont les niveaux 2 de **Chaves** et d'**El Parco** attribués au Magdalénien supérieur (Tejero, 2003-2004). Ces deux séries n'ont livré aucune trace de renne au sein des spectres fauniques qui sont dominés dans les deux cas par le bouquetin. Le cerf ne représente que 2 % des restes d'ongulés déterminés à Chaves (Castaños, 1993) et 5/30 des restes à El Parco (Tejero *et al.*, 2009). À Chaves, l'industrie sur bois de cervidé, qui ne compte qu'une vingtaine d'éléments en bois de cervidé, n'a pas fait l'objet d'étude détaillée (Tejero 2003-2004 ; Utrilla, 1992 ; 1997 ; Utrilla et Mazo, 1996).

En revanche, à El Parco, Tejero et Fullola (2008, p. 336) précisent que : "*même si très peu* (de sagaies) *conservent des éléments permettant d'identifier l'espèce, on peut dire qu'il s'agit dans tous les cas de bois de cerf (C. elaphus). Cette appréciation est fondée, d'une part, sur l'absence du renne dans cette région au Magdalénien et, d'autre part, par la largeur et l'épaisseur des pièces qui rend difficile l'obtention des supports à partir de bois de cervidés de petite taille comme le chevreuil*." Le renne n'ayant pas été identifié ni dans la faune, ni dans l'industrie, il se pourrait donc qu'il y ait une correspondance entre ces deux registres d'activité dans le niveau II d'El Parco. Notons qu'en l'absence de parties basilaires dans la série (Tejero *et al.*, 2009, p. 341), il est impossible de discuter de la saisonnalité de ce faciès d'activité.

Sur le versant nord des Pyrénées, plusieurs séries, souvent anciennement fouillées, ne pourront entrer dans ce chapitre en raison d'un manque de données détaillées disponibles. C'est le cas des séries de **Saint-Michel d'Arudy** (Pujol, 2008-2009) et d'**Aurensan** (Baumann, 2006/2007)[1] dont les données fauniques restent lacunaires[1], ou des séries d'**Espalungue** (Pétillon *et al.*, 2015), de **Labastide** (Glory et Simonet, 1947 ; Omnès, 1982 ; Rigaud, 2006), du **Tuc d'Audoubert** (Bégouën *et al.*, 2009) et des **Églises** (Delpech et Le Gall, 1983) pour lesquelles c'est l'industrie osseuse qui est pour l'heure peu détaillée.

À **Enlène**, dans la Salle du Fond, les occupations des niveaux 1 et 3 attribuées au Magdalénien moyen (Averbouh *et al.*, 1999 ; Averbouh, 2000) livrent une faune dominée par le bison, où le renne occupe la deuxième place des gibiers chassés avec 43,5 % NRD (NRD = 1262 et NMI = 58), loin devant le cerf qui ne représente que 0,1 % du NRD (NRD = 4

[1] Deux cavités qui ont pourtant livré une industrie sur bois de cerf représentant respectivement 2,3 % et entre 6-7 % de l'industrie sur bois de cervidé (tab. 1).

et NMI = 1) (Lalande, 1986). D'après les données de saisonnalité estimées à partir de la faune, les occupations se seraient déroulées du printemps jusqu'à la fin de l'été (Averbouh, *op. cit.*), avec une récurrence d'indices pour le début de cette période (printemps), comme en témoignent l'étude de l'éruption dentaire de dix dents de rennes (Gordon, 1986) et les nombreux fœtus de bison retrouvés (Lalande, *op. cit.*). Sur les 800 pièces environ que compte l'industrie sur bois de cervidé de la Salle du Fond (niveaux 1 et 3), "*le bois de renne est le seul bois de cervidé représenté que ce soient sous forme de produits finis ou sous celle de sous-produits*"[1] (Averbouh, *op. cit.*, p. 210). Il existe donc une certaine correspondance entre les proportions des deux cervidés dans la faune, où le renne est surreprésenté vis-à-vis du cerf, et la part des deux espèces dans l'industrie où seul le bois de renne est représenté.

À **La Vache**, les quatre couches identifiées dans la Salle Monique appartiendraient au même techno-complexe, le Magdalénien supérieur ancien (MSa), même si certains éléments pourraient laisser supposer la présence d'occupations légèrement plus anciennes [Magdaléniens moyen récent, selon Pétillon (2016)] (Averbouh, 2000 ; Clottes et Delporte, 2003). Le spectre d'ongulés y est largement dominé par le bouquetin suivi de très loin par le renne (NRD = 5821) et le cerf (NRD = 755) (Pailhaugue, 1996 ; 1998). D'un point de vue saisonnier, l'étude de la faune et notamment de l'éruption dentaire réalisée sur plusieurs dents de renne, met en évidence une fréquentation principalement centrée autour de la saison froide (automne, hiver), sans exclure toutefois l'existence d'épisodes de chasses plus isolés de jeunes rennes au début du printemps (ibid.). Selon les données fournies par Averbouh (2000), l'industrie sur bois de cervidé est essentiellement dominée par le bois de renne qui constitue près de 90 % des déchets de débitage, contre 5 % environ pour le bois de cerf. Le renne est donc 7,7 fois plus représenté que le cerf dans la faune (5821/755), contre 17 à 18 fois dans l'industrie (94/5,3). Il y a donc ici une certaine discordance entre la nature des bois utilisés dans l'industrie et la disponibilité des ressources animales dans l'environnement. Signalons enfin que les bois de renne utilisés comme matière première étant essentiellement représentés par des spécimens de gros module issus de mue, il n'y a pas de discordance notable vis-à-vis des saisons de fréquentation du site étant donné que ces bois, qui sont rapprochés d'individus mâles adultes, tombent en règle générale au début de l'hiver (fig. 12).

8.1.2.3. Bilan sur la gestion des bois de cervidé par espèce en fonction des ressources disponibles dans l'ensemble 2

Cadre général

Quels que soient les spectres de faune, la saison des occupations, la topographie du milieu ou la disponibilité des bois de cervidé dans l'environnement, le bois de renne reste le matériau de premier choix au nord, tout comme le bois de cerf peut l'être pour le versant sud. Pourtant à Troubat (niveau 8), où le cerf est majoritaire dans le spectre d'ongulés, la fréquentation du site pendant l'automne (Le Gall, 2002 ; Chevallier, 2015) autorisait la récupération de bois de cerf de gros module issus de massacre. Le bois de renne y fut privilégié sous la forme de spécimens de gros module issus de mue dont l'approvisionnement implique tout au moins une collecte différée dans l'espace. En effet,

[1] Comme le précise cet auteur seuls quelques déchets de débitage de bois de cerf, qui pourraient se rapporter à l'exploitation d'un unique bois, ont été identifiés dans du matériel associé à la grotte des Trois Frères (Averbouh, 2000).

selon l'hypothèse où les Magdaléniens seraient arrivés sur le site en ayant déjà collecté la matière première alors l'approvisionnement en bois de renne pourrait avoir été aussi différé dans le temps.

Le seul site pour lequel des doutes subsistent quant à la nature de la matière première exploitée est celui de Belvis. Dans les niveaux 1-4, la part des deux espèces dans l'industrie sur bois de cervidé taxinomiquement déterminée indique des effectifs paritaires. Même si les épaisseurs de *compacta* des vestiges restés indéterminés sont plus proches du bois de renne que du bois de cerf, il n'en demeure pas moins qu'il s'agit là d'une situation inédite dans le cadre de cette étude. Si l'absence de déchets de débitage est probablement un facteur limitant vis-à-vis du taux de détermination des vestiges, il n'en demeure pas moins que la place des deux espèces au sein de l'économie des ressources animales reste incertaine, d'autant plus que nous suspectons le site d'être localisé en marge de la niche écologique du renne entre 19-14 ka cal BP.

Quid de la circulation de matériel de part et d'autre du Massif ?

La question de la circulation de matières premières osseuses à travers la partie centrale des Pyrénées, telle qu'elle a été démontrée au sujet des matières premières lithiques (Sanchez de la Torre, 2015), souffre du manque de données disponibles pour le versant sud du massif. Pour l'heure, aucun indice ne permet d'envisager une telle circulation nord/sud dans la mesure où les indications disponibles pour l'industrie suggèrent une exploitation exclusive de bois de cerf. Des analyses d'identification plus poussées (micro-CT) sur les objets finis des sites de Chaves et d'El Parco permettraient probablement d'avancer sur la question.

8.1.3. Ensemble 3

L'ensemble 3 représente l'extrémité orientale des Pyrénées. Il s'agit d'un territoire à la topographie contrastée, associant des massifs plus ou moins élevés et la plaine du Roussillon. Bien que le secteur littoral soit une zone de connexion au Magdalénien entre les territoires situés de part et d'autre du massif (Sacchi, 1974 ; Canal et Carbonell, 1989 ; Soler *et al.*, 1990 ; Nadal *et al.*, 1997 ; Tarriño, 2001 ; Baills et Fullola, 2003 ; Fullola *et al.*, 2006 ; 2012 ; Langlais et Sacchi, 2006 ; Langlais, 2007 ; Langlais, 2016 ; Sánchez de la Torre, 2015), tout porte à croire que les troupeaux de rennes ont été circonscrits au versant nord. Certes l'animal est représenté à la Bora Gran, mais ce n'est que sous la forme d'éléments issus des extrémités (éléments de bas de pattes et bois), et qui plus est dans des proportions particulièrement faibles [NR(faune) = 5]. Au nord du massif, si la présence du renne est attestée sur les sites de la Montagne noire (Canecaude I, Gazel, Bize), elle est en revanche encore discutée pour les sites de l'extrémité orientale des Pyrénées : à l'exception du site de la Vache, où 5821 restes de renne ont été retrouvés dans la Salle Monique (Pailhaugue, 1996 ; 1998) (ce qui ne correspond finalement qu'à 7,1 % du NRD total), l'animal n'est représenté que par sept éléments aux Églises (Delpech et Le Gall, 1983), deux éléments à Fontanet (Clottes et Simonet, 1979), et deux éléments dans les niveaux 1-4 de Belvis (Fontana, 1998 ; 1999). Comme nous l'avons suggéré précédemment, il se pourrait que l'extrémité orientale du massif constitue la marge sud-orientale de la niche écologique du renne à l'échelle des Pyrénées entre 19-14 ka cal BP (cf. chap. 1.4.2). En l'absence de jalons entre Belvis et, d'une part les sites de la Mon-

tagne noire au nord (Bize, Canecaude, Gazel), et d'autre part ceux de la Catalogne Ibérique au sud (Bora Gran, Parco), il est impossible de confirmer ce constat (fig. 3 et 5).

Le cerf est quant à lui bien documenté au sud des Pyrénées, et sa présence au nord est attestée dans des proportions certes faibles, mais qui semblent néanmoins augmenter au passage de la phase moyenne à la phase supérieure du Magdalénien (fig. 3 et 5).

8.1.3.1. Les sites de notre corpus

Le niveau II de **Canecaude I**, fouillé et étudié par D. Sacchi (1986), livre des occupations désormais attribuées au Magdalénien moyen ancien (MMa) où le renne domine le spectre d'ongulés avec près de 89,5 % des restes fauniques déterminés (Fontana, 1998) (NRD = 5460). Le cerf arrive en dixième position des espèces déterminées avec seulement 9 restes, correspondant à 0,15 % de l'assemblage. Si le NMI du cerf pour le niveau II peut être déduit du NMI global, tous niveaux magdaléniens confondus (NMI = 1), cela n'est pas possible pour le renne dont le NMIf global est de 69 (*ibid.*). Dans l'industrie sur bois de cervidé, le renne est également majoritaire puisque sur l'ensemble des éléments déterminés (soit 34 % de la série), il constitue 30 % des effectifs, contre 4 % pour le cerf.

Du point de vue des ratios, le renne est donc 600 fois plus représenté que le cerf (5460/9) dans la faune, contre seulement 7,6 fois plus dans l'industrie (38/5). Si le renne a bien été privilégié dans ces deux registres d'activité, c'est néanmoins dans des proportions différentes. Il y a donc une certaine distorsion en termes de proportions entre les ressources utilisées dans l'industrie et celles présentes dans l'environnement.

L'absence de déchet de débitage de bois de cerf, conjuguée au fait que l'animal n'est représenté dans la faune que par des éléments issus des extrémités (phalanges I et métacarpiens - Fontana, 1998, tab. 12, chap. IV) laisse à penser que le cerf est une ressource d'importation dans ces deux registres. L'exploitation du bois de renne témoigne d'une situation légèrement différente : si des déchets de débitage sont certes présents dans la série (N = 10), seul un exemplaire documente une extraction de baguette (déchet en triangle double). Par ailleurs, s'il est clair qu'aucune production excédentaire n'est documentée sur le site, il se pourrait au contraire, à l'instar du bois de cerf, qu'une partie des produits en bois de renne soit d'origine exogène. Rappelons toutefois que la représentativité de la série n'étant pas assurée, il se pourrait aussi qu'une partie du matériel soit encore à découvrir.

À la **Bora Gran**, où des mélanges entre les phases moyenne et supérieure du Magdalénien sont attestés (Rueda i Torres, 1987 ; Campeny Vall-Llosera, 2009 ; cette étude), le cerf est de loin le premier ongulé chassé avec 70,9 % des effectifs (NRD = 1313). La présence du renne dans la faune n'est qu'anecdotique du point de vue de la reconstitution de la biocénose puisqu'il n'est représenté que par cinq vestiges issus des extrémités. Suite à la réévaluation des effectifs au micro-CT, le cerf représente désormais 35,2 % de l'industrie sur bois de cervidé (NRD = 126), contre 6,4 % pour le renne (NRD = 23) (tab. 61).

En termes de ratios, le cerf est donc 263 fois plus représenté dans la faune (1313/5) contre seulement 5,5 fois plus dans l'industrie (126/23). Il existe donc une discordance nette entre ces deux registres d'activité que l'on peut sans trop de risque imputer au renne qui est quasiment absent de la faune, et pourtant représenté dans l'industrie à la fois sous la

forme de déchets de débitage (fig. 102), de supports (fig. 110, n°s 4348, 4206) et de produits finis (fig. 110, n°s 4212, 4209, 4194 et fig. 111, n°s 4437, 4176, ?, 4168, 146, 1236). Précisons que l'homogénéité technologique des 23 vestiges identifiés en bois de renne s'accompagne d'une homogénéité en termes de matière première puisque l'ensemble de ces éléments ont été réalisés sur bois de moyen/gros module. Par ailleurs, en raison des doutes concernant l'intégrité culturelle de la série, il serait périlleux de vouloir quantifier la production de baguette en bois de cerf.

8.1.3.2. Les autres sites

Sur le versant nord des Pyrénées, les niveaux 7/plj/7bis de **Gazel**, fouillés et étudiés par Sacchi (1986), sont désormais attribués au Magdalénien moyen récent (MMr). Le renne y domine largement le spectre d'ongulés avec 80 % des restes identifiés, alors que le cerf ne constitue que 0,2 % de l'assemblage avec 16 restes déterminés (Fontana, 1998, chap. IV, tab. 1). Du point de vue de l'industrie sur bois de cervidé, si nous ne disposons pas de données chiffrées pour le renne, il n'en demeure pas moins qu'il domine largement l'assemblage (Pétillon, à paraître). Le cerf représente quant à lui 3,4 % de la série, associant à la fois des déchets de débitage (N = 7) et des produits (N = 15) (*ibid.*). Si la situation est en théorie à peu de choses près similaire à celle que nous avons décrite pour Canecaude I, une différence réside dans la présence de déchets en bois de cerf qui signalent un débitage *in situ* de blocs de matière première.

En revanche une distorsion peut être mise en évidence au sujet de l'industrie sur bois de renne. L'équipement y est principalement composé de baguettes demi-rondes réalisées à partir de bois de moyen module et de pointes "monoblocs" (*sensu* Rigaud, 2006) réalisées sur bois de gros module. Or, si les premiers modules sont bien documentés dans les déchets de débitage, les seconds (gros module) y sont nettement plus rares (*ibid.*).

Pourtant les données de saisonnalité disponibles à partir de la faune (Fontana, 1998 ; 1999) plaident pour des occupations de mauvaise saison (entre octobre et mai), période pendant laquelle les bois de renne de moyen et gros module, attribués en règle générale respectivement à de jeunes mâles et à des mâles adultes (Averbouh, 2000), sont disponibles dans l'environnement tour à tour sous la forme de bois de massacre dont la croissance est achevée, puis de bois de chute (fig. 12). La seule différence est que les bois de jeunes mâles vont être disponibles plus longtemps, *grosso modo* entre octobre et février, tandis que les bois des mâles adultes seront surtout disponibles entre septembre et décembre (fig. 12).

Pétillon (à paraître) propose que ce type de structure économique puisse renvoyer à un cycle saisonnier d'exploitation du bois de cervidé selon lequel les pointes monoblocs seraient en partie produites sur des sites économiquement complémentaires (qu'il resterait à déterminer) à partir de bois de gros module, tandis que les pointes bivalves seraient conçues *in situ* à partir de bois de moyen module. Par ailleurs, signalons que la période de fréquentation du site coïncide également avec celle où les bois de cerf de gros module sont disponibles dans l'environnement, sous la forme de massacre puis de mue (fig. 12). Pour autant, les effectifs d'industrie sur bois de cerf ne permettent pas d'envisager que ce matériau ait servi à suppléer le bois de renne de gros module lorsque celui-ci n'était pas disponible, mais certainement plus à le compléter.

Dans la grande grotte de **Bize** (Tournal), où le niveau H est attribué au Magdalénien supérieur (Sacchi, 1986 ; Magniez, 2010), le renne domine significativement le spectre d'ongulé avec 84 % des restes déterminés. Le cerf est lui nettement moins représenté puisqu'il ne constitue que 1,3 % des effectifs (Magniez, *op. cit.*). Nous avons eu l'occasion de voir la série conservée dans les réserves archéologiques de Carcassonne qui associe indifféremment des éléments issus des fouilles les plus fiables de Genson, Helena et Tavoso. Mais l'homogénéité de cet ensemble doit être fortement remis en question étant donné que plusieurs indices plaident pour un mélange entre des ensembles attribués au Magdalénien moyen (proportion élevée des baguettes demi-rondes, présence d'une pointe monobarbelée et de décors à tubérosités) et au Magdalénien supérieur (présence de pointes bibarbelées et de pointes à biseau double). Quoi qu'il en soit, sur les 56 pièces présentes dans cet assemblage deux ont été identifiées en bois de cerf (une baguette demi-ronde et un outil intermédiaire de gros calibre sur épois), et 15 en bois de renne (dont 9 déchets de débitage).

8.1.3.3. Bilan sur la gestion des bois de cervidé par espèce en fonction des ressources disponibles dans l'ensemble 3

Cadre général

Encore une fois, le bois de renne constitue le matériau de premier choix au nord des Pyrénées, tout comme le bois de cerf peut l'être sur le versant sud du massif. Il est en revanche plus délicat de faire la part entre ce qui relève de choix anthropiques et la disponibilité contrastée des deux cervidés dans l'environnement étant donné que le renne est toujours plus représenté que le cerf dans les faunes du versant nord et inversement pour le cerf au sud.

Malgré tout, la présence de longues baguettes demi-rondes à biseau simple latéral en bois de cerf identifiées à Gazel-7/plj/7bis (N = 9 - Pétillon, à paraître) témoigne d'influences Ibériques manifestes. Certes, des fragments de baguettes demi-rondes en bois de cerf ont déjà été retrouvés sur le versant nord des Pyrénées [Au Magdalénien moyen : un exemplaire dans les niveaux SI/ Eω d'Isturitz (cette étude), un dans le niveau 12 de Troubat (cette étude), un dans la Salle du Fond d'Enlène (Feruglio, 1987, cité dans Pétillon, à paraître) ; au Magdalénien supérieur : deux dans les niveaux I/F1 d'Isturitz (cette étude), un à La Vache (Feruglio, 2003 cité dans Pétillon, à paraître), trois à Lespugue (Pétillon, à paraître)], mais toujours dans des proportions nettement plus faibles que sur les sites Ibériques : 13 pièces à la Bora Gran (cette étude) et 16 dans la grotte de Cendres à Alicante (Villaverde, 2001 ; Borao Álvarez, 2012).

Dans le même ordre d'idée, la présence d'une industrie sur bois de renne à la Bora Gran dans laquelle figurent des doubles pointes (fig. 110, n^{os} BG-4212 et BG-4194) et une baguette demi-ronde (BGA-146), évoque incontestablement des influences nord-pyrénéennes. Ainsi, en dépit du fait que la répartition des cervidés apparaisse en grande partie cloisonnée par le massif dans l'ensemble 3, les données issues de l'industrie réaffirment que l'extrémité orientale des Pyrénées est perméable d'un point de vue culturel (Canal et Carbonell, 1989 ; Nadal *et al.*,1997 ; Baills et Fullola, 2003 ; Fullola *et al.*, 2006).

Quid de la circulation de matériel de part et d'autre des Pyrénées ?

La mise en évidence d'un ensemble technologiquement cohérent d'une vingtaine de vestiges travaillés en bois de renne à la Bora Gran (mais dont l'homogénéité culturelle n'est pas avérée) livre des perspectives nouvelles. Si des bois de renne ont déjà été retrouvés sur le territoire Ibérique [Abauntz-niveau 2r (Altuna *et al.*, 2002), Las Caldas-niveaux III-IV (Adán Álvarez, 1997)], c'est la première fois qu'un débitage de baguette y est formellement associé. Le bloc de matière première a, semble-t-il, été introduit, à l'état complet (ou sub-complet) depuis le versant nord du massif, avant d'être débité "à la manière" d'un bois de cerf (c'est à dire en privilégiant l'exploitation de la face postérieure du bloc). Notons que si l'extraction d'une baguette depuis la face postérieure d'un bois de renne a déjà été documentée sur le versant nord des Pyrénées, à Aurensan (Baumann, 2006-2007, fig. 19, n°1 et fig. 20, n°1), c'est toujours en parallèle d'une exploitation de la face antérieure du bloc, ce qui n'est pas le cas du bois débité à la Bora Gran. L'artisan responsable de ce débitage n'étant manifestement pas habitué à travailler ce matériau, il s'agit là d'un argument pour avancer que ce bois fut travaillé par un magdalénien Ibérique.

8.2. Variations diachroniques

Rappelons avant tout que la comparaison des ratios cerf/renne entre la faune et l'industrie est un exercice hasardeux qui n'a de réel intérêt que s'il est contextualisé. En ce sens, il manque encore beaucoup d'informations pour dresser un schéma d'exploitation du bois de cervidé complet pour le Magdalénien pyrénéen. En effet, les sources bibliographiques n'indiquent pas toujours de décomptes par matière première, et quand bien même ils sont mentionnés, les auteurs par souci de synthèse ne donnent généralement pas le détail des effectifs par espèce.

Face aux variations environnementales qui ont marqué la disponibilité locale des gibiers et conditionné l'approvisionnement en bois de cervidé, notamment sur le versant nord du massif, rappelons que **le bois de renne demeure invariablement le matériau "de premier choix" sur le versant nord des Pyrénées, à l'instar du bois de cerf dans la péninsule Ibérique.** Ce constat présuppose, d'une part que l'approvisionnement en bois de cervidé est une activité planifiée en fonction des saisons, et d'autre part que l'exploitation du bois de cervidé autour des Pyrénées repose sur deux traditions techniques distinctes (certes basées sur des réalités écologiques différentes). Voyons donc ce qu'il en est pour chacun des deux ensembles considérés.

8.2.1. Les stratégies d'exploitation saisonnières du bois de cervidé sur le versant nord des Pyrénées

L'idée de cycles saisonniers d'occupation des territoires basés, entre autres éléments, sur l'approvisionnement en bois de cervidé est une question qui fut abordée à plusieurs reprises, qu'il s'agisse des occupations magdaléniennes dans les Pyrénées (Averbouh *et al.*, 1999 ; Averbouh, 2000 ; 2005) ou le bassin de l'Aude (Fontana, 1999 ; 2005 ; Fontana et Chauvière, 2013 ; Pétillon, à paraître), ou plus largement encore au sujet des occupations paléolithiques dans le Massif central (Fontana, 2005 ; Fontana *et al.*, 2009). Toute la complexité de cette approche réside, d'une part dans la mise en commun de données issues de plusieurs registres d'activité (au minimum la faune et les industries osseuses et lithiques), et d'autre part dans la mise en évidence de complémentarités synchrones.

Afin de réaliser un premier tri, nous avons décidé de classer les séries nord-pyrénéennes par classes de module majoritairement exploitées *in situ*. Nous avons recensé dans le tableau 67 les épaisseurs moyennes de *compacta* de l'ensemble des déchets et produits de débitage en bois de renne par série. Étant donné qu'il n'y a pas de discordance manifeste entre les valeurs obtenues pour les déchets et les supports, nous avons pris le parti de rassembler ces éléments sous une seule moyenne globale par série. Nous considèrerons que les valeurs comprises entre 5-6 mm seront rapprochées de bois de gros module et que celles comprises entre 3-5 mm seront rapprochées de bois de petit/moyen module. Nous avons également introduit dans ce classement des séries ayant fait l'objet d'études techno-économiques complètes [i.e., la Vache-SM (Averbouh, 2000), Enlène-SF (*ibid.*), Gazel-7/plj/7 bis (Pétillon, à paraître)], pour lesquelles il est possible de statuer sur la question. Nous pouvons donc classer les séries comme suit :

- Les séries dans lesquelles est documenté majoritairement un débitage de bois de renne de gros module : Isturitz-I/F1 (Pétillon, 2006 et cette étude), Troubat-10/8 (cette étude), la Vache-SM (Averbouh, 2000).

- Les séries dans lesquelles est documenté majoritairement un débitage de bois de renne de petit/moyen module : Isturitz-SI/Eω (cette étude), Canecaude I-2 (cette étude), Gazel-7/plj/7 bis (Pétillon, à paraître), Enlène-SF (Averbouh *et al.*, 1999 ; Averbouh, 2000).

- Série non caractérisée : les niveaux 1/4 de Belvis sont manifestement plus dominés par le bois de renne de moyen module, mais aucun débitage de baguette en bois de renne n'a été mis en évidence sur le site.

TABLEAU 67. ÉPAISSEUR MOYENNE DE COMPACTA DES DECHETS ET PRODUITS DE DEBITAGE EN BOIS DE RENNE DE PLUSIEURS SERIES MAGDALENIENNES DANS LES PYRENEES.

	Épaisseur de *compacta*	
	Moyenne	Écart-type
Isturitz I/F1 (N=380)	5,3	1,6
Troubat C8/10 (N=27)	5,1	1,3
Belvis 1/4 (N=6)	4,7	1,5
Isturitz SI/Eω (N=74)	3,9	1,7
Canecaude I-2 (N=29)	3,7	1,4

Il est possible d'isoler de ce premier tri une tendance diachronique basée sur la nature de la matière première : **à savoir une exploitation majoritaire de bois de renne de petit/moyen module au Magdalénien moyen et une exploitation majoritaire de bois de renne de gros module au Magdalénien supérieur**. Il s'agit bien sûr d'une tendance : cela ne veut pas dire que du bois de moyen module n'a pas été exploité au Magdalénien supérieur et, inversement pour le bois de gros module dont on sait qu'il a pris une part non négligeable de certaines productions au Magdalénien moyen.

Tâchons maintenant de voir quelles sont les implications d'un tel constat sur les groupes nord-pyrénéens issus du Magdalénien moyen et supérieur.

8.2.1.1. Les stratégies d'exploitation saisonnière du bois de cervidé au Magdalénien moyen

Selon les données dont nous disposons, le débitage du bois de renne au Magdalénien moyen a majoritairement concerné les bois de moyen module, voire dans certains cas ceux de petit module. C'est en tout cas ce que documentent les déchets de débitage ainsi que les épaisseurs moyennes de *compacta* mesurées sur les déchets et les produits d'Isturitz-SI/Eω et de Canecaude I-2 (tab. 67). À travers des débitages à haute productivité, dont l'objectif est la confection d'objets sur baguette, parmi lesquels figurent essentiellement des pointes de projectile (pointes à biseau simple notamment) et des baguettes demi-rondes [pour plus de détails sur la constitution de l'armement, voir Pétillon (2016)], ces assemblages témoignent d'une exploitation à exhaustion des blocs de matière première. Une différence essentielle avec le Magdalénien supérieur réside dans la proportion plus élevée d'objets réalisés sur support en volume et en semi-volume (i.e., bâtons percés, extrémités distales de propulseur, objets mousses, objets sur épois, …). Gazel-7/plj/7bis (Pétillon, à paraître) et Enlène-SF (Averbouh *et al.*, 1999), du point de vue de la nature de la matière première, constituent des cas de figure nettement plus discutables : si les déchets de débitage proviennent majoritairement de bois de moyen module, il n'en demeure pas moins qu'une part non négligeable de l'équipement sur baguette a été réalisé sur bois de gros module.

Les stratégies d'approvisionnement en bois de cervidé

Du point de vue l'approvisionnement en bois de renne, les ensembles d'Isturitz-SI/Eω (cette étude), d'Enlène-SF (Averbouh *et al.*, 1999 ; Averbouh, 2000) et de Gazel-7/plj/7 (Pétillon, à paraître) documentent principalement l'exploitation de bois de moyen module sous la forme de mue, auxquels s'ajoutent plus ponctuellement des bois de massacre de petit module. À Canecaude I-2, en l'absence de déchets sur partie basilaire dans la série, il est impossible de préciser comment la matière première a été acquise. En règle générale, les bois de moyen module appartiennent à de jeunes mâles (Averbouh, 2000) qui perdent leur ramure entre le mois de décembre pour les individus les plus vieux et jusqu'à la fin février pour les individus les plus jeunes (fig. 12). Les bois de femelles, auxquels on peut rapporter les bois de petit module (Averbouh, *op. cit.*), sont disponibles tout l'hiver sous la forme de bois durs encore fixés au pivot (massacre) ; ils tomberont au début du printemps avant la mise bas (fig. 12). Ces caractéristiques biologiques sont cohérentes avec la saisonnalité des occupations estimée sur trois des quatre sites ici concernés : en effet les séries d'Isturitz-SI/Eω, de Gazel-7/plj/7 et de Canecaude I-2 témoignent d'occupations de mauvaise saison (entre octobre et mai) pendant lesquelles on peut supposer que l'approvisionnement en bois de renne fut l'une des activités de subsistance. En revanche, à Enlène-SF, les occupations sont décalées dans le temps puisqu'elles intéressent essentiellement la bonne saison. Comme le précise Averbouh *et al.* (1999, p. 303) : "*Il est fort probable que les bois de daguets cités précédemment ont été obtenus au cours de cette période* (bonne saison)*, de même que la ramure femelle. Par contre, l'acquisition des bois de mâles a pu - et peut-être dû - précéder l'installation à Enlène*".

Quid du déterminisme environnemental sur la sélection de la matière première ?

On est en droit de se demander si l'exploitation majoritaire de bois de moyen module est le reflet d'une contrainte environnementale et/ou démographique (est-ce que les rennes

seraient de taille plus petite entre 19-16 ka cal BP environ ?), d'une contrainte saisonnière (peut-être que les mâles ne portaient pas de bois au moment des occupations ?), ou d'un choix anthropique (sélection des bois de petit et moyen gabarits ?).

Plusieurs éléments de réponse peuvent ici être apportés :

- S'il a été documenté que la taille des rennes a augmenté dans le sud-ouest de la France au cours du Tardiglaciaire et plus significativement à la transition He1/GIS-1 (Kuntz, 2011), cela ne peut expliquer ce constat puisque rappelons-le : des bois de renne de gros module sont attestés dans l'industrie de plusieurs séries du Magdalénien moyen (i.e., Enlène-SF, Gazel-7/plj/7bis).

- Les résultats de sex-ratio obtenus sur les populations de rennes chassés à Gazel-7/plj/7bis (*ibid.*, p. 270), Canecaude I-2 (*ibid.*, p. 270) et Isturitz-SI/Eω (Kuntz, inédit) indiquent que même si les mâles sont toujours minoritaires dans ces assemblages fauniques, ils en font néanmoins partie. Il semblerait donc que les mâles adultes étaient bien présents dans l'environnement mais qu'ils ont peu été chassés.

- Les données de saisonnalité fixent la fréquentation de trois de ces séries (Isturitz-SI/Eω, Gazel-7/plj/7, Canecaude I-2) pendant la mauvaise saison, période pendant laquelle les bois de mâles sont disponibles dans l'environnement sous la forme de mue (fig. 12). Au moment de l'occupation de ces sites par les groupes magdaléniens, les bois de mâles adultes devaient donc être accessibles (chute après le rut automnal) mais n'ont pas été prélevés.

En somme, l'ensemble de ces éléments concourent à affirmer que l'exploitation majoritaire de bois de chute de moyen module au Magdalénien moyen ne résulte pas d'une contrainte environnementale, mais probablement plus d'un choix anthropique pour répondre à des besoins en termes d'équipement. En ce sens, la présence parfois abondante de baguettes demi-rondes et celle d'un équipement sur support en (semi-)volume, deux catégories de vestiges ne nécessitant pas forcément l'emploi de bois de gros module, pourraient avoir en partie déterminé cette sélection.

Un tel système économique où l'acquisition et l'exploitation d'une partie des ressources est liée à leur disponibilité saisonnière implique d'une part l'anticipation des besoins à plus ou moins long terme, et d'autre part la mise en place de réseaux de sites économiquement complémentaires au fil de l'année.

Quid des réseaux saisonniers d'exploitation ?

Des indices suggèrent l'existence de réseaux de sites économiquement complémentaires basés en partie sur la disponibilité saisonnière des ressources animales. Comme nous l'avons déjà mentionné à propos de Gazel 7/plj/7bis, une part de l'équipement sur baguette réalisé sur bois de renne de gros module ne trouve pas d'équivalent technique au sein des déchets de débitage. Tout porte à croire qu'il s'agit de produits d'importation issus de sites économiquement complémentaires qu'il resterait à déterminer. Théoriquement, il devrait s'agir de sites de mauvaise saison sur lesquels des bois de renne mâles adultes auraient été acquis et préparés pour l'exportation.

Un autre indice de complémentarité économique inter-sites pourrait être documenté à travers le cas de Canecaude I. Sur les dix déchets présents dans le niveau II, seul un exemplaire documente un débitage de baguette. Ce dernier ne peut rendre compte à lui seul de la production de près d'une centaine d'objets sur baguette présents dans l'assemblage (si tant est que tous les objets taxinomiquement indéterminés soient bien réalisés sur bois de renne). Il ne s'agit donc pas cette fois-ci d'une discordance en termes de module (toutes les pièces en bois de renne peuvent être rapprochées de bois de moyen module), mais vis-à-vis des effectifs. Il est d'ailleurs intéressant de remarquer que la situation est assez proche pour le bois de cerf qui n'est représenté à Canecaude I-II que par des produits de débitage (N = 5). Nous serions tentés de considérer que la majorité des produits sur bois de cervidé présents dans l'assemblage sont des produits d'importation, mais le fait que les occupations du site se soient déroulées entre les mois d'octobre et mai, période pendant laquelle toutes les catégories de module de bois de renne sont tour à tour disponibles sous la forme de bois de massacre, puis de mue (fig. 12), nous incite néanmoins à la prudence. Qui plus est, rappelons que l'emprise de la fouille est limitée par rapport à la taille globale de la cavité et donc qu'il est possible qu'une partie de l'habitat n'ait pas été mise au jour.

Quid de l'anticipation des besoins ?

L'entretien de tels réseaux implique certes des comportements d'anticipation à plus ou moins long terme, pour autant, les séries d'Isturitz-SI/Eω et de Canecaude I-2 iraient plutôt dans le sens d'une programmation des activités d'approvisionnement relativement peu marquée. En effet, ces deux séries se signalent par la faible présence de bois de gros module (cette étude), au profit de petit et moyen modules disponibles dans l'environnement sur une période assez longue (entre octobre et avril). Leur approvisionnement a donc manifestement nécessité une anticipation moins marquée que celui de bois de gros module, disponibles uniquement entre septembre et décembre (fig. 12).

En parallèle, cette gestion de la matière première s'accompagne d'un système technique parfaitement adapté aux caractéristiques des matériaux : pour pallier l'absence de gros blocs sur le site (et non dans l'environnement), les Magdaléniens de la salle de Saint-Martin (Isturitz) ont adapté leurs productions en extrayant des supports intermédiaires de type baguette. Cette solution technique permet l'obtention de supports de calibre important même lorsque la matière première ne présente pas une épaisseur de *compacta* apparemment suffisante.

La place du bois de cerf

Sur l'ensemble du versant nord des Pyrénées, le bois de cerf se retrouve exclusivement sous la forme de bois de gros module et dans des proportions relativement stables au sein de l'industrie sur bois de cervidé (entre 2,7 % dans les niveaux SI/Eω et 4 % à Canecaude I-2). Il est utilisé pour la confection d'outils intermédiaires de gros calibre sur épois et sert à compléter ponctuellement l'équipement sur baguette en bois de renne à travers la production de divers types d'objets. En l'absence de parties basilaires[1], nous ne disposons

[1] Le seul déchet de débitage sur partie basilaire de bois de cerf pour lequel le mode d'acquisition est connu est un bois de chute de gros module issu de la couche C1 de Bourrouilla (Bonnissent et Chauvière, 1999), niveau dont l'attribution chrono-culturelle reste discutée (Magdalénien moyen ou supérieur) (Dachary *et al.*, 2008 ; Szmidt *et al.*, 2009b ; Pétillon, 2016).

d'aucune indication de saisonnalité vis-à-vis de l'exploitation de ce matériau sur le versant nord des Pyrénées au Magdalénien moyen.

Ainsi, en l'état actuel de la recherche, l'exploitation du bois de renne sur le versant nord des Pyrénées au Magdalénien moyen concerne majoritairement le débitage de bois de jeunes mâles issus de mue dont l'approvisionnement s'est déroulé pendant la mauvaise saison, et dans une moindre mesure celui de bois de femelles adultes généralement issus de massacre dont l'acquisition s'est déroulée au début de la bonne saison. Si plusieurs éléments montrent que des bois de mâles adultes ont aussi été exploités, pour l'heure, ce type de débitage reste marginal sur le versant nord du massif.

Pourtant, les données de saisonnalité et les résultats de sex-ratio obtenus pour les populations de rennes chassés affirment que les mâles adultes (gros modules) étaient bien présents dans l'environnement local des sites au moment de leur fréquentation. En ce sens, l'exploitation préférentielle de bois de moyen module pourrait relever de choix anthropiques pour répondre à des besoins liés à l'équipement [confection de baguettes demi-rondes et d'un équipement sur support en (semi-)volume].

Un tel système économique en partie basé sur la disponibilité saisonnière des ressources animales nécessite l'existence de réseaux de complémentarités inter-sites. C'est en tout cas ce que suppose l'apport d'origine exogène d'objets sur baguette en bois de renne de gros module à Gazel 7/plj/7bis. L'entretien de tels réseaux implique des comportements d'anticipation à long terme, que l'on retrouve en particulier dans l'industrie lithique au Magdalénien moyen à travers la normalisation des lames (Angevin et Langlais, 2009 ; Langlais, 2007 ; cités dans Pétillon à paraître).

Mais pour autant, le fait que les bois de petit/moyen module soient disponibles sur une période de l'année assez longue (en simplifiant : entre octobre et fin avril) pourrait aller dans le sens d'une anticipation des besoins peu marquée, d'autant plus que le renne est le premier ongulé chassé à Canecaude I-2 (Fontana, 1998 ; 1999), Gazel 7/plj/7bis (*ibid.*) et à Isturitz-SI/Eω (Kuntz, inédit). À Enlène, s'il n'est que second après le bison, il représente tout de même 43,5 % du spectre d'ongulés (Lalande, 1986).

8.2.1.2. Les stratégies d'exploitation saisonnière du bois de cervidé au Magdalénien supérieur

Les données dont nous disposons témoignent d'une exploitation majoritaire de bois de renne de gros module destinée essentiellement à la confection d'objets sur baguette, et particulièrement de pointes de projectile (pointes à biseau double) et de pointes barbelées [pour plus de détails sur la constitution de l'armement, voir Pétillon (2016)]. Des objets sur support en (semi-)volume sont certes présents dans ces assemblages (à Isturitz-I/F1 notamment), mais toujours dans des proportions moins élevées qu'au Magdalénien moyen, et qui plus est, à travers des types d'objets moins divers (outils intermédiaires et bâtons percés essentiellement). À titre de complément, remarquons que le bois de moyen module est essentiellement utilisé pour la confection de bâtons percés et de baguettes demi-rondes, notamment dans les niveaux I/F1 d'Isturitz (tab. 30).

Les stratégies d'approvisionnement en bois de cervidé

Du point de vue de l'approvisionnement en bois de renne, à l'exception de Belvis-1/4 qui n'a livré aucun déchet de débitage, les trois autres séries concernées ici (Isturitz-I/F1, Troubat-10/8, La Vache-SM) témoignent d'une utilisation préférentielle de bois de chute. Ce type de ressource, qui est déconnecté de la réussite des chasses, est disponible dans l'environnement entre les mois de novembre et décembre, période à laquelle les mâles adultes perdent leur ramure (fig. 12). Pour ces trois séries, les données de saisonnalité estimées d'après la faune sont en adéquation avec ce constat puisqu'elles documentent des occupations à cheval entre la fin de la bonne saison et le début de la mauvaise.

Quid du déterminisme environnemental sur la sélection de la matière première ?

Comme pour le Magdalénien moyen, on est en droit de se demander pourquoi les groupes du Magdalénien supérieur ont privilégié l'exploitation de bois de gros module. Tâchons de voir s'il est possible de faire la part entre ce qui relève de l'environnement, de choix anthropiques délibérés dans ce constat. En d'autres termes, est-ce que l'environnement a pu limiter la disponibilité des bois de petit et moyen module.

Les données de sex-ratio disponibles indiquent que des femelles et des mâles sont représentés dans les spectres fauniques de plusieurs séries attribuées au Magdalénien supérieur [Duruthy-C3, Dufaure-C4 et La Vache-SM (Kuntz, 2011, p. 270)]. À moins de ne considérer que seuls des mâles adultes étaient présents dans ces assemblages [ce qui n'est pas le cas à La Vache puisque les jeunes représentent près de 25 % de l'effectif (Pailhaugue, 1996 ; 1998)], les bois de petit/moyen module, que l'on peut rapprocher respectivement de femelles et de jeunes mâles (Averbouh, 2000), devaient donc en théorie être disponibles dans l'environnement.

Du point de vue saisonnier, étant donné que les bois de mâles adultes et de jeunes mâles chutent avec un mois de décalage (fig. 12), on peut considérer que lorsque les bois de gros module ont été collectés, les Magdaléniens auraient pu choisir de se tourner vers des bois de module plus faible. À moins de considérer que les occupations n'ont pas dépassé le mois de novembre (ou bien sûr que les bois ont été collectés bien après leur chute), ces deux types de ressource devaient donc être disponibles dans l'environnement local lors de la fréquentation des sites.

Cela suppose donc que les Magdaléniens n'ont pas choisi le bois de gros module à défaut de pouvoir s'approvisionner en bois de moyen module. À l'appui de ce constat, rappelons que du bois de moyen module se trouve représenté dans la plupart des séries du Magdalénien supérieur (Isturitz-I/F1, Troubat C8/10, Belvis-1/4). En somme, comme pour le Magdalénien moyen, tout porte à croire que l'utilisation majoritaire de bois de gros module relève bien d'un choix anthropique destiné à répondre à un besoin technique.

Si l'on peut présupposer en théorie que le bois de gros module est plus adapté pour la production de pointes barbelées dont la largeur importante nécessite l'obtention de supports de gros calibre, les données métriques comparées de l'ensemble des fragments mésiaux d'objets sur baguette issus de séries attribuées au Magdalénien moyen et au Magdalénien supérieur ne soutiennent pas cette hypothèse. En effet, le tableau 68 signale que les objets sur baguette sont de calibre plus important au Magdalénien moyen qu'au Magdalénien supérieur. Afin de tester la longueur des pièces entières, nous avons réitéré la même

opération en ne conservant que les spécimens entiers (et sub-complets). Le tableau 69 indique que les longueurs moyennes des pièces sont quasiment identiques, mais il souligne aussi le fait que cette comparaison n'est pas statistiquement significative (T.Test > 0,05). En cause, le fait que les écarts-types sont nettement disproportionnés, suggérant qu'il y ait une plus grande variabilité de longueur au sein des spécimens attribués au Magdalénien moyen.

Quoi qu'il en soit, l'utilisation de bois de gros module au Magdalénien supérieur ne semble pas devoir être rapprochée de la nécessité d'obtenir des supports de plus grandes dimensions. Au contraire, il se pourrait que cela révèle l'intention d'obtenir plus de supports de petites dimensions par bloc, en accroissant la productivité des bois. C'est en tout cas pour l'heure l'explication qui nous paraît la plus plausible.

Comme pour le Magdalénien moyen un tel système économique basé sur un type de matière première défini dont l'acquisition se déroule sur une période relativement courte de l'année (de septembre à novembre si l'on part du principe que la collecte n'est pas différée du moment de la chute) implique des réseaux saisonniers d'exploitation du territoire et une anticipation des besoins à plus ou moins long terme.

Quid des réseaux saisonniers d'exploitation ?

Les indices les plus probants suggérant l'existence de réseaux d'occupations saisonniers du territoire nord-pyrénéen concernent Isturitz-I/F1 (Pétillon, 2006). Le nombre de déchets de débitage en bois de renne y est proportionnellement supérieur à l'ensemble des supports et objets sur baguette retrouvés *in situ*, ce qui suppose une possible production excédentaire de baguette. À l'appui de ce constat rappelons que la présence de bases en arceau (déchets de débitage) en nombre élevé a été interprétée comme le signe possible d'une préparation de blocs secondaires destinés à l'exportation (Pétillon, 2006 ; 2016).

Le site de Belvis présente la situation inverse. L'absence de déchets de débitage en bois de renne, alors même qu'il se pourrait que la majeure partie de l'équipement ait été réalisée dans ce matériau (cette étude), suggère que les Magdaléniens sont arrivés sur le site avec un équipement déjà préformé, voire fini. Compte tenu du fait que les occupations de Belvis se sont déroulées pendant la bonne saison, période pendant laquelle le bois de renne de gros module n'est pas disponible dans l'environnement, il se pourrait donc que l'équipement en bois de renne soit d'origine exogène. Le site le plus à même de remplir la fonction de "site producteur" serait celui de La Vache : parce que les deux gisements ne sont géographiquement pas très éloignés l'un de l'autre, qu'ils documentent tous les deux des occupations contemporaines (attribuées au Magdalénien supérieur ancien), qu'ils présentent des équipements sur bois de cervidé typologiquement proches (cette étude), et parce qu'ils pourraient témoigner d'occupations complémentaires du point de vue de la saisonnalité (en simplifiant : les occupations magdaléniennes de Belvis se sont déroulées pendant la bonne saison et celles de La Vache entre la bonne et la mauvaise saison).

TABLEAU 68. ÉTUDE METRIQUE COMPAREE DES OBJETS SUR BAGUETTE ISSUS DU MAGDALENIEN MOYEN (MM) ET DU MAGDALENIEN SUPERIEUR (MS).
Les mesures ont été relevées sur l'ensemble des fragments mésiaux ainsi que sur les spécimens complets. Les séries d'Isturitz SI-Eω, de Canecaude I-2 et de Troubat 11-13 ont été prises en compte pour le Magdalénien moyen ; et celles d'Isturitz I/F1, de Troubat 10-8 et de Belvis 1-4 pour le Magdalénien supérieur. Quand la p-valeur du T.Test est < 0,05, alors la différence entre les moyennes des deux groupes n'est pas due au hasard, et peut donc être considérée comme "statistiquement significative".

	Largeur max			Épaisseur max			Épaisseur compacta		
	Moyenne	Écart-type	T.Test	Moyenne	Écart-type	T.Test	Moyenne	Écart-type	T.Test
MM (N=184)	12,19	4,41	2,02E-08	8,34	3,19	0,0002	4,68	1,35	4,84E-06
MS (N=522)	10,40	3,50		7,57	2,25		5,21	1,39	

TABLEAU 69. ÉTUDE METRIQUE COMPAREE DES OBJETS SUR BAGUETTE COMPLETS ISSUS DU MAGDALENIEN MOYEN (MM) ET DU MAGDALENIEN SUPERIEUR (MS).
Les séries d'Isturitz SI-Eω, de Canecaude I-2 et de Troubat 11-13 ont été prises en compte pour le Magdalénien moyen ; et celles d'Isturitz I/F1, de Troubat 10-8 et de Belvis 1-4 pour le Magdalénien supérieur. Quand la p-valeur du T.Test est < 0,05, alors la différence entre les moyennes des deux groupes n'est pas due au hasard, et peut donc être considérée comme "statistiquement significative".

	Largeur max			Épaisseur max			Épaisseur compacta			Longueur max		
	Moyenne	Écart-type	T.Test	Moyenne	Écart-type	T.Test	Moyenne	Écart-type	T.Test	Moyenne	Écart-type	T.Test
MM (N=32)	11,83	4,72	0,001	8,30	4,62	0,05	4,82	1,22	0,002	94,72	55,14	0,39
MS (N=230)	9,83	3,15		7,59	1,82		5,50	1,27		92,93	30,08	

Si ce scénario ne paraît pas inconcevable, cela n'explique pas pourquoi l'équipement en bois de renne de Belvis est essentiellement réalisé sur bois de moyen module. Au final, l'hypothèse la plus plausible voudrait que les occupants de Belvis aient été amenés à renouveler leur équipement sur un autre site (qui resterait à déterminer) pendant la bonne saison (période pendant laquelle les bois de gros module ne sont pas disponibles dans l'environnement), et qui plus est, sur un territoire où le renne n'était pas forcément présent [1]. Cela supposerait donc que les Magdaléniens aient été contraints par l'environnement à utiliser un autre type de matière première.

Quid de l'anticipation des besoins ?

Si la série de Belvis-1/4 illustre un cas de figure où l'anticipation des besoins n'a semble-t-il pas été marquante, la série de Troubat-C8 documente le cas de figure opposé. En dépit du fait que les occupations se soient déroulées pendant l'automne, l'accès au bois de renne s'est vu contraint probablement à la fois par la saison de fréquentation du site et peut-être aussi par la topographie du lieu, au point d'envisager que la disponibilité de cette matière première n'ait pas été une condition prédéterminante à l'installation des groupes sur le site [précisons d'ailleurs que les chasses ont essentiellement été dirigées vers les cerfs et les bouquetins (Chevallier, 2015)]. Pour remédier à l'absence de bois de renne dans l'environnement immédiat, les Magdaléniens ont introduit des blocs de matière première d'origine exogène qu'ils ont débités sur place. Que ces blocs aient été apportés avec les Magdaléniens au moment de leur installation ou qu'ils soient le fruit d'expéditions de collecte organisées depuis le gisement, il n'en demeure pas moins que l'exploitation du bois de renne relève ici d'une activité programmée. Notons que le fait que les occupants n'aient pas particulièrement tiré profit des bois de cerf *a priori* disponibles *in situ* (en automne les bois de mâles adultes sont arrivés au terme de leur croissance) souligne l'attachement des Magdaléniens nord-pyrénéens envers le bois de renne.

Le même cas de figure est à peu de chose près transposable pour les occupations magdaléniennes de Bourrouilla, à la différence près, d'une part que les données de détermination taxinomiques sont moins fiables[2] (Bonnissent et Chauvière, 1999), et d'autre part que la fréquentation du site a concerné la bonne saison (Dachary *et al.*, 2008). Étant donné que l'on a peu d'information sur la nature de la matière première (module, massacre/chute), il est délicat de caractériser plus avant le type d'approvisionnement mis en œuvre sur le site. En définitive, s'il est à peu près sûr que l'acquisition de la matière première a dû être différée dans l'espace vis-à-vis des occupations, il se pourrait aussi qu'elle ait été différée dans le temps.

La place du bois de cerf

En dépit du fait que nous ne disposons d'aucune donnée de saisonnalité au sujet de l'exploitation du bois de cerf sur l'ensemble des sites du versant nord des Pyrénées, la mise en évidence d'un déchet de débitage en bois de cerf à Belvis associé à plusieurs produits pourrait suggérer, dans ce contexte[3], que ce matériau ait tenu un vrai rôle de substi-

[1] Rappelons que nous avons proposé que le site pourrait avoir été situé en marge de la niche écologique du renne dans les Pyrénées entre 19-14 ka cal BP (cf. chapitre 1.4.2).
[2] Rappelons que les déterminations disponibles concernent essentiellement des déblais de fouille encore mal caractérisés d'un point de vue culturel.
[3] Rappelons que le cerf est à première vue identifié dans les mêmes proportions que le renne dans l'industrie, et qu'en outre le renne est peut-être absent de cette partie du massif entre 19-14 ka cal BP.

tution dans la série, et ce contrairement aux restes des sites nord-pyrénéens où cette matière première est documentée. En effet, il y est toujours identifié dans des proportions à peu près équivalentes (entre 4,4 % de l'ensemble de l'industrie sur bois de cervidé dans les niveaux 10-8 de Troubat et 6,8 % à Belvis 1-4), sous la forme de bois de gros module destinés à la confection d'outils intermédiaires de gros calibre sur épois, et dans une moindre mesure pour compléter ponctuellement les diverses productions d'objets sur baguette en bois de renne.

En définitive, il semblerait que l'approvisionnement en bois de renne de gros module relève bien d'une activité programmée se déroulant généralement à cheval entre la fin de la bonne saison et le début de la mauvaise. C'est en tout cas ce que documente la majorité des séries magdaléniennes du versant nord des Pyrénées prises en considération dans cette étude. À la faveur de la fin des rassemblements automnaux, et pour éviter que le matériau ne s'altère face aux intempéries ou à l'action d'autres animaux (rongeurs, cervidés, …), les Magdaléniens ont semble-t-il planifié la collecte de bois de chute de gros module calibrés. Étant donné que des bois de renne de moyen module étaient probablement disponibles dans l'environnement local des sites au moment des occupations, il se pourrait donc que cette sélection dirigée vers les bois de plus gros gabarits résulte d'un choix anthropique dont l'objectif reste encore à définir (optimisation de la productivité des bois ?).

L'anticipation des besoins a dû être d'autant plus déterminante que le renne ne figure pas toujours au centre des activités de subsistance : à l'exception de la série d'Isturitz-I/F1 où il constitue le premier gibier chassé, il n'arrive qu'en deuxième position du spectre d'ongulé à la Vache-SM (Pailhaugue, 1996 ; 1998), en cinquième position à Troubat-C8 (Chevallier, 2015), et n'est représenté que par deux restes à Belvis 1/4 (Fontana, 1998 ; 1999). L'existence de réseaux de sites économiquement complémentaires aura probablement permis de structurer l'approvisionnement en matière première ou en objets finis sur le territoire. Malgré tout, le cas de Belvis 1/4 pourrait signifier qu'en marge de la niche écologique du renne (extrémité orientale des Pyrénées), les Magdaléniens aient dû faire preuve de plus de flexibilité.

8.2.2. Les stratégies d'exploitation saisonnière du bois de cervidé au nord de la péninsule Ibérique.

8.2.2.1. Des données de saisonnalité encore trop lacunaires

En l'état actuel de la recherche, nous disposons de très peu d'informations saisonnières sur les stratégies d'exploitation du bois de cerf au nord de la péninsule Ibérique. Les données sont rares (rappelons que le niveau III de Santa Catalina n'a livré aucun déchet sur partie basilaire), ou concernent des contextes stratigraphiques peu fiables. À la Bora Gran, en dépit du fait que des déchets sur parties basilaires caractérisent une exploitation de bois de cerf de gros module issus à la fois de mue (N = 3) et de massacre (N = 2), la présence de mélanges dans la série rend impossible l'attribution des pièces à une occupation précise (Magdalénien moyen ou supérieur).

Les deux seules séries pour lesquelles nous bénéficions de données sont attribuées au Magdalénien moyen. Il s'agit des niveaux Csn/Camr de Santimamiñe (López Quintana et

Guenaca Lizasu, 2011 ; Gonzalès Sainz, 2011) et le niveau "e" d'Abauntz (Utrilla et Mazo, 1993-94, 1996 ; Utrilla *et al.*, 2009). Dans le premier cas, un bois de cerf de gros module issu de mue fut exploité comme matière première (fig. 6). Ce type de ressource est disponible dans l'environnement entre les mois de février et mars (fig. 12). Cela pourrait permettre de rallonger la période de fréquentation supposée du site jusque-là identifiée pendant l'été[1] (Castaños et Castaños, 2011).

Dans le second cas, l'absence de déchet de débitage sur bois de cerf suggère que l'ensemble des objets de l'assemblage pourrait être des produits d'importation[2]. Comme pour le versant nord des Pyrénées, cela renvoie à l'idée qu'il puisse exister un site économiquement complémentaire sur lequel ce matériel fut, sinon produit, au moins préparé. Ce constat coïncide avec les données de saisonnalité qui fixent la fréquentation du niveau "e" entre les mois de mai et novembre (Altuna *et al.*, 2001), période pendant laquelle les bois d'adultes ne sont pas disponibles dans l'environnement (fig. 12).

En définitive, les données de saisonnalité relatives à l'approvisionnement en bois de cerf sont encore trop lacunaires pour le nord de la péninsule Ibérique pour espérer documenter des stratégies d'exploitation claires. Tout au plus, pouvons-nous affirmer que ce matériau est toujours présent sur les sites sous la forme de bois de gros module appartenant à des individus adultes (à l'instar du versant nord des Pyrénées). Signalons qu'à l'échelle du territoire Ibérique, le bois de cerf est tour à tour reconnu dans l'industrie magdalénienne sous la forme de bois de massacre [la Bora Gran (cette étude), Cueto de la Miña-niveau D (Adán Álvarez, 1997, p. 228), Cendres-A (Borao Álvarez, 2012, p. 23, fig. 5, n°1], et de bois de mue [la Bora Gran (cette étude), Santimamiñe-Csn/Camr (Gonzalès Sainz, 2011)]. Ce qui suppose en théorie que l'approvisionnement en matière première a dû plutôt concerner la mauvaise saison, soit entre les mois d'août et janvier pour les bois de massacre et autour de février-mars pour les bois de chute (fig. 12).

8.2.2.2. Quid de l'exploitation du bois de renne ?

Les données saisonnières relatives à l'exploitation du bois de renne au nord de la péninsule Ibérique sont quasi-inexistantes. Rappelons tout d'abord qu'outre les vestiges mentionnés au chapitre 1.5.2, le bois de renne utilisé comme matière première est désormais identifié à Santa Catalina-NIII, où il est à la fois représenté à travers des fragments de bois de petit module technologiquement indéterminés (pièces assez peu caractéristiques du point de vue de l'industrie osseuse) (fig. 29), et à travers quelques objets finis sur baguette issus de bois de moyen/gros module dont la provenance nord-pyrénéenne est suspectée (fig. 37). Il est également reconnu à la Bora Gran sous la forme d'un ensemble d'une vingtaine de vestiges, certes technologiquement cohérents, mais dont l'homogénéité stratigraphique reste incertaine. Cela comprend plusieurs déchets (fig. 29), des supports bruts de débitage (fig. 110 n°s 4348 et 4206), auxquels s'ajoute un équipement sur baguette incluant des bi-pointes (fig. 110, n°s 4212 et 4194), et une baguette-demi-ronde (fig. 111, n°146).

La seule pièce qui pourrait apporter une indication de saisonnalité est une base de bois de chute de moyen module qui fut semble-t-il importée depuis le versant nord du massif avant d'être débitée *in situ* (fig. 102, n°1). Dans un autre contexte, nous aurions considéré

[1] Cela présuppose bien entendu que le bois ait été ramassé au moment de sa chute ou juste après.
[2] Précisons que le niveau "2r" n'a pas non plus livré de déchet de débitage.

que l'apport de ce bois, qui se rapporte manifestement à un jeune mâle, se serait tenu entre les mois de décembre et février (fig. 12). Mais compte tenu du fait que son débitage et son acquisition sont deux activités qui ont manifestement été différées dans l'espace et dans le temps, il est délicat de s'appuyer sur ce vestige pour déduire des informations de saisonnalité fiables à propos des occupations de la Bora Gran.

Chapitre 9. Des Magdaléniens "à bois de renne" versus des Magdaléniens "à bois de cerf"

Étant donné que les Magdaléniens issus du versant nord des Pyrénées et de la péninsule Ibérique n'ont pas utilisé le même matériau pour la confection de leur équipement en bois de cervidé, voyons quelles sont les implications techniques et économiques inhérentes à l'exploitation du bois de cerf et du bois de renne.

9.1. Quel impact la différence d'espèce a-t-elle sur l'exploitation technique des deux matériaux ?

9.1.1. Typologie comparée des équipements

Afin d'identifier d'éventuelles caractéristiques techniques propres à l'utilisation comparée de ces deux matériaux, confrontons deux séries contemporaines ayant exploité pour l'une majoritairement du bois de renne et pour l'autre du bois de cerf. Précisons d'emblée que nous disposons de peu d'ensembles de comparaison fiables pour la péninsule Ibérique. Au sein de notre corpus d'étude, seul le niveau III de Santa Catalina livre une industrie osseuse assez abondante et homogène pour autoriser des rapprochements. La série nord-pyrénéenne qui paraît la plus intéressante d'un point de vue comparatif est celle de Troubat (niveaux 10-8). S'il est vrai que ces deux sites se localisent dans des environnements foncièrement différents (site côtier de basse altitude pour Santa Catalina, et site de moyenne montagne, relativement éloigné de l'océan/mer pour Troubat), il n'en demeure pas moins qu'ils témoignent d'occupations similaires à plusieurs égards. Tout d'abord, il ne s'agit pas de sites d'agrégation (*sensu* Bahn, 1984 ; Conkey, 1992) : la taille de leur surface d'habitat respective est relativement similaire (75 m^2 environ pour Santa Catalina et 100 m^2 environ pour Troubat) et leurs effectifs d'industrie sur bois de cervidé se situent dans un même ordre de grandeur (N = 112 pour Troubat et N = 308 pour Santa Catalina). Ensuite, leurs séries d'industrie sur bois de cervidé attestent de faciès d'activités similaires : débitages de baguette, utilisation et entretien de l'équipement sur place. Enfin, elles peuvent être rapprochées du même techno-complexe : le Magdalénien supérieur.

D'après les études techno-économiques que nous avons menées sur ces deux séries, aucune distinction typologique manifeste n'est à signaler. L'équipement sur baguette comprend les mêmes catégories d'objets : à savoir des pointes uni- et bi-barbelées, des pointes à biseau double, des outils intermédiaires en tous genres et des outils à extrémité distale mousse (cf. tab. 16 et 44). Il existe bien sûr des divergences, en termes de proportions d'objets[1], mais en l'état actuel des choses, il serait périlleux d'imputer ces différences à la nature de la matière première.

Par ailleurs, si les pointes barbelées à perforation latérale n'ont été documentées à notre connaissance que dans les Cantabres (Lefebvre, 2011), ce constat ne semble pas non plus devoir être imputé à la nature de la matière première disponible dans l'environnement (bois de cerf), d'autant plus que nous suspectons le seul exemplaire présent à Santa Catalina d'avoir été réalisé en bois de renne (Garate, 2012, p. 189).

[1] Signalons qu'en règle générale les pointes uni-barbelées sont nettement plus représentées dans les Cantabres, où elles représentent plus de 80 % des effectifs de pointes barbelées, alors qu'au nord du bassin aquitain ce sont les pointes bi-barbelées qui représentent plus de 80 % des effectifs (Lefebvre, 2011).

9.1.2. Morphométrie comparée des objets sur baguette

La comparaison des dimensions de l'équipement sur baguette pourrait nous permettre d'identifier un éventuel avantage productif de l'un des matériaux sur l'autre. Partant du postulat fort, selon lequel une fois écartées les pièces identifiées en bois de renne, le reste des produits sur support plat de Santa Catalina serait réalisé sur bois de cerf, et inversement pour Troubat (tous les produits sur support plat qui n'ont pas été formellement identifiés en bois de cerf seraient en bois de renne), il est possible d'isoler dix produits sur baguette complets dans chacune des séries (au final il s'agit essentiellement de bois de cervidé taxinomiquement indéterminés). Les mêmes types d'objets sont ici concernés : à savoir des pointes barbelées, auxquelles s'ajoutent des outils intermédiaires et des pointes de projectile. D'après le tableau 70, en dépit du fait que les gabarits des pièces en bois de renne apparaissent de dimensions plus petites que celles en bois de cerf, d'après les T. Test les différences observées ne sont pas "statistiquement significatives" (p-valeur > 0,05).

Aussi, afin d'évaluer à plus large échelle le potentiel des deux matières premières, nous avons comparé les données métriques de l'ensemble des baguettes et objets sur baguette complets (ou sub-complets) issus de l'ensemble des sites attribués au Magdalénien supérieur. Le tableau 71 rassemble les données provenant d'un ensemble de 118 pièces issues de plusieurs séries pyrénéennes [i.e., Isutitz (niveaux I/F1), Troubat (C8-10), Santa Catalina (CIII), Belvis (couches 1/4)]. Cette fois les différences de moyennes observées, qui vont dans le même sens que précédemment, peuvent être considérées pour l'essentiel comme "statistiquement significatives" (p-valeur < 0,05). Les baguettes et objets sur baguette complets présentent des longueurs, des largeurs et des épaisseurs plus importantes lorsqu'ils sont réalisés en bois de cerf que lorsqu'ils sont réalisés en bois de renne. Avec toutes les précautions qu'implique ce type de comparaison (au regard de l'impact des choix anthropiques sur la prédétermination métrique des objets et sur la disproportion des effectifs considérés), il se pourrait que le bois de cerf permette en théorie la production d'un équipement sur baguette de plus grandes dimensions que le bois de renne.

9.1.3. Morphométrie comparée des outils intermédiaires sur support en (semi-) volume

Les outils intermédiaires de gros calibre prennent une place singulière dans cette étude étant donné qu'ils ont été préférentiellement réalisés en bois de cerf sur l'ensemble du territoire pyrénéen. Nous avons donc consigné dans le tableau 72 les caractéristiques métriques de l'ensemble des outils intermédiaires sur support en (semi-)volume que nous avons eu l'occasion de voir dans le cadre de cette étude. Cela concerne les séries pyrénéennes suivantes : Isutitz (niveaux I/F1/Eω/SI), Santa Catalina (CIII), la Bora Gran, Canecaude I (C2).

Il en ressort que les spécimens sur bois de cerf présentent des épaisseurs plus importantes que les exemplaires en bois de renne. Cela paraît cohérent étant donné que le bois de cerf présente en règle générale des sections circulaires, contrairement au bois de renne dont les sections sont nettement plus aplaties. Il semblerait donc que les magdaléniens pyrénéens aient préféré le bois de cerf pour le travail en percussion indirecte, et plus précisément les andouillers/épois dont le diamètre important et la section circulaire livrent des supports plus robustes que leurs équivalents en bois de renne.

TABLEAU 70. ÉTUDE METRIQUE COMPAREE ENTRE LES OBJETS SUR BAGUETTE COMPLETS ISSUS DE SANTA CATALINA (NIVEAU III) ET DE TROUBAT (NIVEAU 10-8).
Quand la p-valeur du T.Test est < 0,05, alors la différence entre les moyennes des deux groupes n'est pas due au hasard, et peut donc être considérée comme "statistiquement significative".

	Longueur totale			Largeur max			Épaisseur max			Épaisseur compacta		
	Moyenne	Écart-type	T.Test	Moyenne	Écart-type	T.Test	Moyenne	Écart-type	T.Test	Moyenne	Écart-type	T.Test
Santa Catalina (N=10)	93,60	20,64	0,06	12,10	4,61	0,12	8,40	2,46	0,08	5,60	2,46	0,04
Troubat (N=10)	77,10	25,38		9,90	3,57		6,90	2,17		4,55	1,07	

TABLEAU 71. ÉTUDE METRIQUE COMPAREE RELATIVE AUX PRODUITS SUR BAGUETTE COMPLETS REALISES EN BOIS DE RENNE ET EN BOIS DE CERF ISSUS DE PLUSIEURS SERIES PYRENEENNES ATTRIBUEES AU MAGDALENIEN SUPERIEUR.
i.e., Isutitz (niveaux I/F1), Troubat (C8-10), Santa Catalina (CIII), Belvis (couches 1/4). Quand la p-valeur du T.Test est < 0,05, alors la différence entre les moyennes des deux groupes n'est pas due au hasard, et peut donc être considérée comme "statistiquement significative".

	Longueur totale			Largeur max			Épaisseur max			Épaisseur compacta		
	Moyenne	Écart-type	T.Test	Moyenne	Écart-type	T.Test	Moyenne	Écart-type	T.Test	Moyenne	Écart-type	T.Test
RENNE (N=104)	102,7	24,9	2,89E-06	10,6	3,5	2,50E-10	8,1	1,8	1,38E-09	5,6	1,3	0,13
CERF (N=14)	138,4	35,7		19,1	8,8		11,7	3,2		6,1	2,0	

TABLEAU 72. ÉTUDE METRIQUE COMPAREE RELATIVE AUX OUTILS INTERMEDIAIRES COMPLETS SUR SUPPORT EN (SEMI-)VOLUME REALISES EN BOIS DE CERF ET EN BOIS DE RENNE ISSUS DE PLUSIEURS SERIES PYRENEENNES.
i.e., Isutitz (niveaux I/F1/Eω/SI), Santa Catalina (CIII), la Bora Gran, Canecaude I (C2). Quand la *p*-valeur du T.Test est < 0,05, alors la différence entre les moyennes des deux groupes n'est pas due au hasard, et peut donc être considérée comme "statistiquement significative".

	Longueur totale			Largeur max			Épaisseur max			Épaisseur compacta		
	Moyenne	Écart-type	T.Test	Moyenne	Écart-type	T.Test	Moyenne	Écart-type	T.Test	Moyenne	Écart-type	T.Test
RENNE (N=27)	109,41	37,13	0,21	27,13	11,98	0,28	17,91	6,74	0,00018	5,04	1,88	0,50
CERF (N=31)	116,90	31,74		28,48	4,70		24,16	5,79		5,03	1,13	

9.1.4. Épaisseur de compacta et modules comparés

Les épaisseurs moyennes de l'ensemble des vestiges travaillés en bois de renne et en bois de cerf issus des séries attribuées au Magdalénien supérieur sont consignées dans le tableau 73. Afin que toute chose soit égale par ailleurs, nous n'avons pas intégré les effectifs du Magdalénien moyen dont on sait qu'ils sont pour l'essentiel constitués de bois de petit/moyen module. Constatons tout d'abord que l'introduction d'éléments issus des parties périphériques des bois (éléments d'empaumure notamment) a sensiblement contribué à diminuer les épaisseurs moyennes de tissu compact des deux espèces par rapport au tableau 71, où seuls les éléments sur baguette (a priori plutôt issus des merrains et des perches) étaient pris en compte. Toujours est-il que ces deux tableaux indiquent la même chose : l'épaisseur de tissu compact du bois de cerf de gros module exploité par les magdaléniens supérieurs est en moyenne plus élevée (5 ± 1,5 mm) que celle du bois de renne de gros module (4,6 ± 1,8 mm)[1].

TABLEAU 73. ÉTUDE COMPAREE RELATIVE A L'EPAISSEUR MOYENNE DE COMPACTA DE L'ENSEMBLE DES VESTIGES D'INDUSTRIE EN BOIS DE CERF ET EN BOIS DE RENNE ISSUS DE PLUSIEURS SERIES PYRENEENNES ATTRIBUEES AU MAGDALENIEN SUPERIEUR.

i.e., Isutitz (niveaux I/F1), Santa Catalina (CIII), Troubat (niveaux 10-8), Belvis (niveaux 1-4). Quand la *p*-valeur du T.Test est < 0,05, alors la différence entre les moyennes des deux groupes n'est pas due au hasard, et peut donc être considérée comme "statistiquement significative".

	Épaisseur compacta		
	Moyenne	Écart-type	T. Test
RENNE (N=552)	4,64	1,79	0,01
CERF (N=146)	5,01	1,54	

Compte tenu du fait qu'aucune différence évidente n'a été signalée au niveau de la composition des équipements des groupes du Magdalénien supérieur, nous serions tentés de penser que ce constat, n'a pas eu de réelle incidence sur la subsistance de ces groupes. Mais sachant que le bois de cerf est toujours identifié dans les séries magdaléniennes des Pyrénées sous la forme de spécimens de gros module[2], on peut se demander si les groupes Ibériques du Magdalénien moyen ont réellement produit un équipement sur support en (semi-)volume, dont nous avons pu constater sur le versant nord du massif qu'il était essentiellement réalisé à partir de bois de petit/moyen module ? Étant donné que la seule série Ibérique attribuée au Magdalénien moyen *a priori* homogène que nous avons eu l'occasion de voir est la couche "e" d'Abauntz dans laquelle ce type d'objet est absent, nous n'avons pas de réponse claire à apporter à cette question. Si des bâtons percés ont déjà été formellement identifiés en bois de cerf de gros module, notamment dans les niveaux du Magdalénien supérieur d'Isturitz (fig. 59), qu'en est-il des objets mousses sur épois et autres crochets de propulseur ? La question est d'autant plus intéressante pour ces derniers que peu d'exemplaires ont pour l'heure été retrouvés dans la péninsule Ibérique (N = 2) (Cattelain et Pétillon, 2015).

[1] Signalons que si la différence de moyennes n'est pas statistiquement significative dans le tableau 71, elle l'est en revanche dans le tableau 73.

[2] On peut d'ailleurs supposer sans trop risquer de se tromper que les bois de cerf de module plus faible ne devaient pas être adaptés à une utilisation comme matière première, tout au plus pour le type d'exploitation qu'en ont fait les Magdaléniens pyrénéens.

9.1.5. Méthodes de débitage comparées

Du point de vue productif, en règle générale, au Magdalénien moyen/supérieur, les bois des deux espèces ont été exploités au maximum de leur productivité. L'extraction de plusieurs baguettes par rainurage longitudinal multiple depuis les éléments de merrain/perche, dont le négatif d'extraction caractéristique est le déchet dit "en triangle" (simple ou double) (Averbouh, 2000), s'observe de façon indifférenciée pour les deux matériaux. C'est ce qui a été documenté pour le bois de cerf sur les sites de Santa Catalina-III (cette étude), d'el Horno-1/2 (Fano Martínez *et al.*, 2005, fig. 18, n°f, p. 192) et de la Bora Gran (cette étude) pour la péninsule Ibérique (cette étude), mais aussi sur le versant nord à Gazel-7/plj/7bis (Pétillon, à paraître). Pour le bois de renne, ce type de déchet est abondamment documenté sur l'ensemble des sites du versant nord des Pyrénées ainsi qu'à la Bora Gran (fig. 102, n°3), seul site Ibérique où un débitage de baguette en bois de renne est pour l'heure documenté.

Enfin, la différence technique majeure constitutive de l'exploitation différentielle de ces deux matériaux réside dans la localisation des débitages sur le bloc. Afin d'optimiser la hauteur des perches/merrains pour l'extraction des supports les plus longs, les artisans ont pris le soin d'éviter la chevillure et l'andouiller médian, en exploitant respectivement la face antérieure du bois de renne et la face postérieure du bois de cerf. Cette distinction technique ne semble pas présenter d'incidences particulières que ce soit en termes d'approvisionnement en matière première ou vis-à-vis de la constitution des équipements.

9.2. Quel impact la différence d'espèce a-t-elle sur l'exploitation économique des deux matériaux ?

Le premier impact que l'on peut signaler concerne les stratégies saisonnières d'approvisionnement. En effet, les bois des deux espèces ne sont pas disponibles exactement au même moment de l'année : la période pendant laquelle les cerfs adultes portent leurs bois durs (d'août à janvier) est globalement plus longue que celle pendant laquelle les rennes mâles adultes portent les leurs (de septembre à novembre) (fig. 12). Un avantage pour le bois de cerf qui est en partie compensé chez le renne étant donné que les bois de jeunes mâles et de femelles adultes peuvent aussi être exploités, et ce jusqu'au début du printemps (fig. 12).

L'approvisionnement en bois de gros module issus de mue, privilégié par les groupes du Magdalénien supérieur nord-pyrénéen, atteste également d'un décalage dans le temps puisque les exemplaires en bois de renne sont disponibles au tout début de l'hiver, tandis qu'il faut attendre la fin de cette saison pour collecter leurs homologues en bois de cerf. À ce titre, étant donné que le bois de renne utilisé comme matière première sur le versant nord du massif est essentiellement représenté par des bois de chute, l'approvisionnement en matière première y apparaît en grande partie déconnecté de la réussite des chasses. Pour le bois de cerf, la situation paraît moins uniforme puisqu'il semble avoir été utilisé aussi bien sous la forme de bois de massacre que de bois de chute. Aussi, si l'éthologie des deux cervidés a nécessairement joué un rôle vis-à-vis des stratégies d'approvisionnement en bois, qu'il s'agisse de mue (répartition des zones où les animaux jettent leur tête, la plus ou moins grande abondance et concentration des bois dans l'espace) ou de massacre (cela nécessite au préalable l'abattage de l'animal), aucune de nos données ne permet de discuter de cet impact.

Ainsi, outre le fait que le bois de cerf fut en règle générale favorisé pour la confection d'outils intermédiaires de gros calibre sur épois (probablement en lien avec la robustesse du matériau), que le débitage des deux types de bois ne concerne pas prioritairement les mêmes faces, et qu'il existe en théorie une différence dans les saisons d'approvisionnement de la matière première, ces deux matériaux ne semblent pas faire état de réels distinctions techniques ou économiques, en tout cas pas au point que cela ait pu favoriser l'utilisation de l'un par rapport à l'autre par les Magdaléniens. Si nos observations métriques signalent que le bois de cerf semble pouvoir livrer des baguettes de plus grandes dimensions que le bois de renne, dans les faits, à l'exception peut-être des baguettes demi-rondes de Gazel 7/plj/7bis qui se signalent par leurs dimensions importantes (Pétillon, à paraître), nous n'avons pas constaté de différences significatives dans l'utilisation comparée de ces deux matériaux.

CONCLUSION GENERALE

Nous voilà arrivés au terme de notre enquête, le moment est donc venu de faire le point sur les acquis de ce travail. Dans les lignes qui suivent, l'ordre chronologique du manuscrit a été conservé.

L'utilisation de nouveaux outils d'analyse

Nous avons tout d'abord pu constater que la micro-CT est un outil d'analyse performant pour l'identification de marqueurs taxinomiques. La méthode que nous avons développée pour distinguer le bois de cerf du bois de renne consiste à isoler une partie du tissu spongieux des pièces archéologiques pour en caractériser la microarchitecture à travers l'étude de plusieurs paramètres biométriques (BV/TV, Tb.N, Tb.Th, Tb.Sp, SMI, Tb.Pf). Les résultats de ces analyses ont ensuite été classés par espèce à l'aide d'analyses statistiques avancées. L'utilisation des "SVM classifiers[1]" s'est avérée être décisive, puisqu'elle aura permis d'identifier des différences là où les analyses statistiques plus classiques n'en voyaient pas, en grande partie grâce à leur capacité à maximiser les différences entre des populations proches (vis-à-vis des paramètres étudiés).

Comme Averbouh (2000) l'avait constaté avant nous, le tissu trabéculaire du bois de renne se distingue effectivement de celui du bois de cerf par une trame plus serrée. Nous pourrions ajouter à cela, à partir de l'observation des structures internes de près d'une centaine d'échantillons (annexes 10-11 et 14-15), qu'en règle générale, les alvéoles du tissu spongieux du bois de cerf apparaissent de dimensions plus uniformes, de forme plus circulaire, et présentent des trabécules plus épaisses que celles du bois de renne. En définitive, cette méthode nous aura permis, non seulement de déterminer taxinomiquement certaines des pièces pour lesquelles nous n'avions aucune suspicion de l'espèce, mais aussi de confirmer dans la plupart des cas nos propres attributions effectuées de visu. Sur les 15 pièces pour lesquelles nous avions émis un avis, seules deux se sont avérées mal classées selon la caractérisation du tissu trabéculaire et quatre selon le critère relatif à l'aspect de la face supérieure.

L'application de cette méthode sur des corpus taxinomiquement indéterminés nous a permis de recueillir des données précieuses pour notre étude. Son caractère non destructif nous a donné accès à un large éventail de matériel qui pour des raisons conservatoires est généralement non accessible pour des analyses physico-chimiques. En ce sens, elle est un complément des analyses physico-chimiques, et au premier chef de la spectrométrie de masse (Buckley *et al.*, 2009 ; 2014 ; Buckley et Collins, 2011 ; Buckley et Kansa, 2011 ; Holstein *et al.*, 2014 ; Welker *et al.*, 2016), étant donné qu'elle permet de sonder rapidement un grand nombre d'échantillons. Ceci étant, il s'agit d'une méthode qui présente des limites, dont la principale est liée à la préservation des tissus osseux.

Que nous apprend cette étude sur la circulation du matériel autour des Pyrénées entre 19-14 ka cal BP ?

Comme nous l'avons abordé au chapitre 1.6, la diffusion de certains objets de part et d'autres des Pyrénées et de ses marges au Magdalénien est désormais bien documentée, qu'il s'agisse de pièces d'industrie osseuse [pour le MMa : pointes de Lussac-Angles

[1] Pour plus d'informations sur les "SVM classifiers" consulter Izenman (2008).

(Pétillon, 2016) ; pour le MMr : contours découpés (Fritz *et al.*, 2007 ; Sauvet *et al.*, 2014), propulseurs de type 2a (Cattelain et Pétillon, 2015), pointes à base fourchue (Pétillon, 2006) et pointes mono-barbelées (Pétillon, 2016) ; pour le MM/MS : longues baguettes demi-rondes en bois de cerf à biseau latéral (Pétillon, à paraître ; cette étude)], ou de productions artistiques et symboliques [signes claviformes, représentations de caprinés vus de face et plus généralement d'éléments de parure (Fritz *et al.*, 2007 ; Corchón *et al.*, 2012 ; Rivero *et al.*, 2014 ; Sauvet *et al.*, 2014)]. Mais ces cartes de distribution restent muettes quant aux mouvements d'objets et aux distances parcourues.

En ce sens, l'étude des matières premières lithiques apporte des informations précieuses sur la circulation du matériel étant donné qu'il est possible d'identifier des points d'origine et des points d'arrivée. Pour résumer à grands traits, les Pyrénées et ses marges attestent de multiples systèmes économiques complexes et ramifiés dans lesquels les matériaux ont circulé à plus ou moins longue distance et dans plusieurs directions [entre autres Sacchi, 1974 ; Soler *et al.*, 1990 ; Tarriño, 2001 ; Langlais et Sacchi, 2006 ; Langlais, 2007 ; 2016 ; Fullola *et al.*, 2012 ; Sánchez de la Torre, 2015]. Plusieurs territoires économiques peuvent ainsi être identifiés [territoire cantabrique (Fontes *et al.*, 2016), Pyrénées centre-orientales (Sánchez de la Torre, 2015), Pyrénées orientales (Fullola *et al.*, 2012)] dans lesquels les matières premières locales [voire régionales à Belvis notamment (Sánchez de la Torre, *op. cit.*)] joueraient un rôle essentiel pour le renouvellement de l'équipement, tandis que les matières premières exogènes pourraient documenter des échanges à plus longue distance dans le cadre de réseaux sociaux plus étendus. C'est notamment le cas pour le nord-est de la péninsule Ibérique au Magdalénien moyen où des déplacements bidirectionnels (est/ouest) sont documentés sur des territoires relativement restreints, conjugués à des déplacements à plus longue distance, marqués par l'apport de silex exogènes d'origine nord-pyrénéenne (Fontes *et al.*, 2016).

Du point de vue de l'industrie en matières dures d'origine animale, toute la complexité de la démarche réside dans l'identification d'un point d'origine. Les ressources animales étant par définition mobiles, la mise en évidence d'une circulation de matériel est un exercice délicat. En l'état actuel de la recherche, les témoignages les plus probants documentent la circulation de ressources d'origine marine depuis les façades atlantiques et méditerranéennes vers l'intérieur des terres. Il s'agit de dents de mammifères marins percées ou gravées identifiées sur les deux versants des Pyrénées (Serangeli, 2003 ; Corchón *et al.*, 2008), de coquillages percés déplacés sur plusieurs centaines de kilomètres (Taborin, 1993 ; Álvarez Fernández, 2006 ; Fullola *et al.*, 2007) et de productions sur baguette en os de mammifères marins (cétacés), dont l'approvisionnement en matière première s'est vraisemblablement tenu sur la façade atlantique, et qui ont circulé sur plusieurs centaines de kilomètres le long de l'axe est-ouest du nord des Pyrénées à la transition entre les phases moyenne et supérieure du Magdalénien (Pétillon, 2013). Comme le souligne Pétillon (*ibid.*), si l'on ajoute à cela la présence de représentations de mammifères marins jusqu'en Rhénanie centrale (surtout des cétacés et des phoques) (Serangeli, 2003 ; Bosinski et Bosinski, 2009), l'ensemble de ces éléments concourt à dégager un attrait particulier pour les modes de vie côtiers dont l'écho à l'intérieur des terres est perceptible à la fois sous la forme d'objets symboliques et d'objets d'usage courant.

Dans ce contexte, l'identification d'un ensemble de vestiges en bois de renne à la Bora Gran livre un nouveau cas de figure. Il ne s'agit pas de la circulation de ressources marines, mais bien de ressources terrestres, depuis un territoire où ces dernières sont formellement identifiées dans l'environnement (Montagne noire, une partie de l'Ariège), jusque

dans une région qui en est vraisemblablement dépourvue (Catalogne Ibérique voire l'extrémité orientale des Pyrénées au sens large). Il est encore difficile de préciser exactement le chemin parcouru par le bloc de matière première qui fut introduit et débité à la Bora Gran. Mais si nos suspicions s'avéraient justes au sujet de l'absence des rennes à l'extrémité orientale des Pyrénées entre 19-14 ka cal BP, alors il se pourrait qu'il ait parcouru entre 100 et 200 km[1]. Pour autant, le renne ne semble pas avoir tenu un rôle particulier sur le territoire méditerranéen Ibérique au Magdalénien : tout d'abord parce que l'équipement en bois de renne de la Bora Gran ne documente pas de productions fondamentalement différentes de celles réalisées sur bois de cerf (excepté peut-être la confection de doubles pointes), et parce que la Bora Gran est pour l'heure le seul site à avoir livré des restes de renne.

De l'autre côté de la chaîne, à Santa Catalina (niveau III), l'identification de cinq objets sur baguette en bois de renne, dont trois sont réalisés sur bois de moyen/gros module pourrait documenter un autre cas de figure : il ne s'agirait pas de la circulation d'un bloc de matière première mais d'objets finis. En l'absence de déchets de débitage de baguette en bois de renne avérés dans le nord-est de la péninsule Ibérique, d'éléments de bois de renne de gros module à Santa Catalina, conjugué aux faibles effectifs du renne dans la péninsule Ibérique au Magdalénien moyen/supérieur [à l'exception du niveau III de Santa Catalina (NR = 445) et du niveau D d'Urtiaga (NR = 49), le renne, apparaît dans 20 niveaux archéologiques, toujours à travers des éléments issus des extrémités de l'animal, dans des effectifs compris entre 1 et 9 restes (annexes 1-2, d'après Gómez-Olivencia *et al.*, 2013)], nous suspectons une origine nord pyrénéenne pour ces objets. En partant de l'hypothèse qu'ils soient issus de sites nord-pyrénéens localisés dans les terres (i.e., Bourrouilla, Isturitz, Dufaure, Duruhty pour les plus proches), alors ces déplacements d'objets seraient *grosso modo* opposés à ceux décrits pour les ressources d'origine marine.

En définitive, s'il est manifestement possible de transporter un bloc de matière première a priori complet (ou sub-complet) sur plusieurs centaines de kilomètres, il paraît néanmoins plus aisé de se déplacer avec des objets finis ou des préformes sur de longues distances. En ce sens, du point de vue de l'industrie osseuse, il y a fort à croire que la circulation d'objets ait plutôt intéressé l'extrémité occidentale du massif. À l'appui de cette hypothèse, rappelons que plusieurs indices suggèrent des déplacements de matériel le long du corridor basque, qu'il s'agisse de matériel osseux [i.e., productions sur baguette en bois de renne (cette étude) et probablement en os de cétacé (obs. pers. ; Pétillon, com. pers.)], ou de matériel lithique (Fontes *et al.*, 2016).

Il reste que nous n'avons ici qu'effleurer le sujet. Afin de reconstituer au mieux la mobilité des groupes magdaléniens autour des Pyrénées entre 19-14 ka cal BP, ces données devront, à l'avenir, être intégrées dans un cadre radiométrique plus précis et croiser d'autres domaines d'études comme l'étude des matières premières lithiques.

L'économie du bois de cerf et du bois de renne autour des Pyrénées au Magdalénien

Cette étude confirme qu'entre 19-14 ka cal BP, les Magdaléniens Ibériques et ceux du versant nord des Pyrénées n'ont pas exploité les mêmes ressources animales pour leur

[1] Estimation basée sur la distance séparant la Bora Gran des premiers sites nord-pyrénéens attestant significativement la présence du renne dans l'environnement, c'est à dire les sites de la Montagne noire à l'est (Canecaude I, Gazel), et les sites ariégeois à l'ouest (en l'occurrence La Vache).

équipement en bois de cervidé. Le bois de renne demeure le matériau de premier choix au nord du massif, à l'instar du bois de cerf dans la péninsule, et ce quelles que soient la topographie des milieux, les saisons d'occupation et la disponibilité contrastée des ressources animales sur le versant nord du massif. Il n'en demeure pas moins qu'à l'échelle des Pyrénées, ces choix ne sont pas déconnectés d'une réalité écologique : la surreprésentation du renne par rapport au cerf dans les faunes du versant nord et inversement pour la péninsule Ibérique. Les Magdaléniens pyrénéens ont donc essentiellement exploité les bois de cervidé disponibles dans leur environnement local comme matière première, à de rares exceptions près (Troubat et peut-être Bourrouilla).

L'utilisation comparée de ces deux matériaux ne semble pas avoir impliqué de stratégies d'exploitation fondamentalement différentes. Certes, ils se distinguent d'un point de vue morphologique (section, courbure, épaisseur de tissu compact), et n'ont pas été toujours travaillés exactement de la même manière (notamment au moment de l'obtention des supports les plus longs). Il semblerait même que le bois de cerf puisse délivrer un équipement sur baguette de plus grandes dimensions que le bois de renne [ce qui est d'ailleurs probablement le cas avec la production de longues baguettes demi-rondes à biseau simple latéral identifiée à Gazel 7/plj/7bis (Pétillon, à paraître), à la Bora Gran (cette étude) et à Los Cendres (Villaverde, 2001 ; Borao Álvarez, 2012)]. Mais pour autant, la nature de la matière première ne semble pas avoir eu d'impact fondamental, ni sur la constitution de l'équipement en bois de cervidé, ni sur le design des objets.

La question de l'approvisionnement de la matière première, en revanche, n'a pas été réellement statuée. Si le bois de renne est essentiellement présent sous la forme de mue, dont la collecte est déconnectée de la réussite des chasses, le bois de cerf semble avoir été acquis à la fois sous la forme de mue et de massacre. Étant donné que les bois de cerf de petit et moyen module n'ont manifestement pas été utilisés (contrairement au bois de renne), il se pourrait qu'en diversifiant leur mode d'acquisition, les groupes Ibériques aient fait en sorte de rallonger la période pendant laquelle cette ressource était disponible dans l'environnment (fig. 12).

Enfin, du point de vue de l'économie du bois de cervidé, une certaine symétrie peut être constatée dans la gestion de la matière première entre les groupes Ibériques et ceux du versant nord du massif. En effet, le bois de cerf, sur le versant nord du massif, avec des effectifs par série compris entre 2,7 % et 6,8 %, est aussi peu représenté que le bois de renne dans les ensembles Ibériques (entre 4,2 et 6,4 % des effectifs par série). Selon ces chiffres, ces deux matériaux pourraient avoir joué un rôle d'appoint pour compléter les productions majoritaires. Pour autant, ils n'ont pas été utilisés exactement aux mêmes fins puisque le bois de renne a été identifié majoritairement sous la forme d'objets sur baguette (ou d'éléments peu caractéristiques à Santa Catalina) sur la péninsule Ibérique, alors que le bois de cerf est essentiellement utilisé pour la confection d'outils intermédiaires de gros calibre sur le versant nord du massif et dans une moindre mesure pour compléter les productions sur baguette.

Quoi qu'il en soit, l'acquisition et l'exploitation de ces deux matériaux impliquent une anticipation des besoins à plus ou moins long terme dont les Magdaléniens nord-pyrénéens livrent une illustration intéressante pour le bois de renne.

L'exploitation du bois de renne sur le versant nord des Pyrénées au Magdalénien moyen et supérieur : deux structures économiques différentes

À travers cette étude, nous avons pu constater une différence substantielle dans l'exploitation du bois de renne entre les groupes du Magdalénien moyen et supérieur sur le versant nord des Pyrénées. Alors que les premiers ont majoritairement exploité du bois de renne de moyen module issu de mue (et dans une moindre mesure du bois de petit module issu de massacre), que l'on rapproche généralement de jeunes mâles (Averbouh, 2000), les seconds se sont préférentiellement tournés vers le bois de chute de gros module, que l'on peut raisonnablement attribuer à des individus mâles adultes. Cette dichotomie semble avoir intéressé principalement le Magdalénien moyen récent (Isturitz-SI/Eω, Gazel-7/plj/7bis, Enlène-SF) et le Magdalénien supérieur ancien (Isturitz-I/F1, Troubat 10/8, la Vache-SM), tout au plus pour les groupes du versant nord des Pyrénées. En effet, les groupes du Magdalénien moyen ancien du nord du bassin aquitain n'ont vraisemblablement pas retenu cette solution technique en privilégiant l'exploitation de bois de renne de gros module (Pétillon in Kuntz *et al.*, 2015 ; Langlais *et al.*, 2015). Étant donné que le Magdalénien moyen ancien est pour l'heure faiblement représenté dans les Pyrénées, il se pourrait que ce constat soit plus à mettre en lien avec une différence d'ordre chrono-culturelle que spatiale.

En outre, il nous a été permis de constater que ce choix n'avait pas été imposé par l'environnement en limitant l'accès aux autres classes de module au moment des occupations. Cela nous a fait dire que cette particularité était bien l'expression d'un choix anthropique délibéré pour répondre à un besoin en armement.

Dans le cas du Magdalénien moyen, l'exploitation préférentielle de bois de moyen module pourrait coïncider avec la présence dans l'équipement de deux catégories d'objets ne nécessitant pas une épaisseur de compacta importante : les baguettes demi-rondes d'un côté et l'ensemble des objets sur support en (semi-)volume de l'autre. À l'appui de cette hypothèse, signalons que lorsque ces deux types de productions sont documentés au Magdalénien supérieur, c'est non seulement toujours dans des effectifs moindres qu'au Magdalénien moyen, mais c'est aussi toujours sous la forme de bois de moyen module.

Pour le Magdalénien supérieur, nous avons pu constater que l'exploitation de bois de gros module n'était pas liée à l'obtention de support de gros calibre. Au contraire, il semblerait que le gabarit des productions sur baguette soit dans l'ensemble plus important au Magdalénien moyen qu'au Magdalénien supérieur [ce qui est d'ailleurs en accord avec la volonté d'obtenir de grandes lames de silex au Magdalénien moyen (Angevin et Langlais, 2009)]. Il se pourrait donc que ce constat ne soit pas lié à des contingences techniques, mais plutôt à une volonté économique d'accroître la productivité des blocs par l'obtention de plusieurs supports de plus petites dimensions. En ce sens, la mise en évidence d'une diversification des petits gibiers au Magdalénien supérieur sur le versant nord des Pyrénées (Costamagno *et al.*, 2008) a peut-être joué un rôle dans ce constat en diminuant la durée de vie des armatures et en obligeant les chasseurs magdaléniens à renouveler plus fréquemment leur équipement[1].

[1] Un scénario hautement spéculatif qui est basé sur l'hypothèse que la capture des petits gibiers (oiseaux, lièvres, poissons, …) serait plus destructrice pour l'armement que la chasse aux gros ongulés (renne, cerf, bouquetin, bison, cheval, …).

Quoi qu'il en soit, cette différence en termes de sélection de la matière première s'accompagne d'une différence en termes de saisonnalité et de programmation de l'approvisionnement. En effet, si les deux types de module sont globalement disponibles au même moment (fig. 12), la période d'approvisionnement est plus longue pour les bois de moyen module puisqu'elle peut s'étendre jusqu'à la fin de l'hiver, voire jusqu'au début du printemps si l'on prend en compte les bois de femelles. En ce sens, il se pourrait que l'économie du bois de renne sur le versant nord des Pyrénées soit moins exigeante en termes d'anticipation des besoins au Magdalénien moyen qu'au Magdalénien supérieur, étant donné que la matière première recherchée est disponible plus longtemps dans l'environnement.

ANNEXES

Annexe 1. Informations sur les sites ayant livré des restes de renne et de cerf entre 19-16 ka cal BP autour des Pyrénées. 329

Annexe 2. Informations sur les sites ayant livré des restes de renne et de cerf entre 16-14 ka cal BP autour des Pyrénées. 331

Annexe 3. Écologie et éthologie de Rangifer tarandus (forme de toundra). 333

Annexe 4. Écologie et éthologie de Cervus elaphus. 334

Annexe 5. Données biométriques relatives aux bois de renne actuels. 335

Annexe 6. Données biométriques relatives aux bois de cerf actuels. 336

Annexe 7. Deer database including the original location of the sample, age, sex, weight, semi-domesticated or wild origin, and nature of the suture at the burr base (in blue the same antler samples tested twice at two nearby locations). 337

Annexe 8. Geographical and administrative information relative to the farms which supplied antlers (modern collection). 338

Annexe 9. Antler industry from the Magdalenian layers (E, II, I, F1) of Isturitz cave sampled for this study. 339

Annexe 10. Analyses micro-CT du corpus actuel (scans et sélection du VOI). 340

Annexe 11. Analyses micro-CT du corpus archéologique (scans et sélection du VOI). 342

Annexe 12. Boxplots for the biometric parameters studied (Tb.N, Tb.Sp, BV/TV, Tb.Pf, Tb.Th and SMI) for the modern samples. 346

Annexe 13. Boxplots for the biometrical parameters studied (Tb.N, Tb.Sp, BV/TV, Tb.Pf, Tb. Th and SMI) for the archaeological samples. 347

Annexe 14. Analyses micro-CT des pièces de Santa Catalina, niveau III (scan et sélection du VOI). 348

Annexe 15. Analyses micro-CT des pièces de la Bora Gran (scan et sélection du VOI). 352

ANNEXE 1. INFORMATIONS SUR LES SITES AYANT LIVRE DES RESTES DE RENNE ET DE CERF ENTRE 19-16 KA CAL BP AUTOUR DES PYRENEES.

D'après Gómez-Olivencia *et al.*, 2013.

Partie A

Site	Localité	Paléontologique /Archéologique	Attribution chrono-culturelle	NR Renne	NR Cerf	NR Autres ongulés	NR total ongulés	Notes Renne	Datation (BP)	Datation notes	Calibrée (OxCal) 95%	Bibliographie
Abauntz-e	Arraiz	Archéologique	MM	2	91	426	519	2 2èmes phalanges antérieures de renne qui ont pu appartenir au même individu.	13500±160 (OxA-5893) AMS; Os	Obtenu à partir d'une scapula décorée. Considérée correcte par les	16987-15632	Altuna and Mariezkurrena, 1982; Utrilla and Mazo, 1993-94, 1996; Altuna et al., 2002; Utrilla et al., 2009; Gomez-Olivencia et al., 2014
									14470±480 (Beta-65723) Conv .14C ; Os		18682-16751	
									15460±130 (GrN-16316) Conv .14C ; Os		18930-18495	
									15800±350 (Ly-1965) Conv .14C ; Os		19835-18132	
									21600±210 (GrN-21011) Conv .14C ; Bone	Contaminée		
Arlanpe-I	Lemoa	Archéologique	MM	1	2	15	18	Chose étrange c'est que dans Arceredillo Alonso et al., 2013 (p. 148), il n'est pas fait mention de reste de renne dans le niveau I alors que dans Gómez-Olivencia et al., 2013 il est noté la présence d'1 Phalange latéral de renne.	14150±60 (Beta-287336) AMS, Os		17540-16930	Rios-Garaizar et al., 2007, 2008a, 2008b, 2009, 2010, 2011a, 2011b, 2012 ; Valdiosera et al 2011; Gómez-Olivencia et al., 2013, Arceredillo Alonso et al., 2013, p. 148
									15100±60 (Beta-316472) AMS, Os		18589-18025	
									18960±80 (Beta-313142) AMS, Os	Trop vieux, échantillon bioturbé		
Las Caldas-III	Priorio	Archéologique	MM ou MS?	0	29	66	95	Petit échantillon issu d'une étude taphonomique partielle. Ne concerne pas le total des restes du	13185±155 (Ua- 10191) AMS, Os			Mateos et Corchón, 2004; Gomez Olivencia *et al.* , 2(
Las Caldas-IV	Priorio	Archéologique	MM	0	1671	1375	3046		13370±110 (Ua- 10188) AMS, Os		16855-15616	Mateos, 2005
Las Caldas-IX	Priorio	Archéologique	MM	1	3729	2789	6519	1 incisive de renne sciée.	13400 ±150 (Ly- 2427), Conv., Os	Dates obtenues à partir de 3 échantillons osseux situés dans la partie supérieure du niveau IV	16889-15565	Mateos, 2005
Kiputz IX-D	Mutriku	Paléontologique	Pléistocène supéri	647	1164	1296	3107	Presque toutes les parties squélettiques sont représentées. NMI = 10 (Castannos, 2014). Signalons une différence en terme de NR entre Catagnos et al., 2014 et Castanos, 2014!	14360±130 (n.a) AMS; Os		17886-17063	Castaños et al., 2006, 2012; 2014; Castaños, 2014
									15590±50 (n.a) AMS; Os		18896-18624	
Santimamiñe-Csn/Ca	Kortezubi	Archéologique	MM	1	255	33	289	Portion anatomique non-renseignée	14650±80 (Beta-240905) AMS; Os		18424-17486	Castaños, 1986; Castaños and Castaños, 2011; López Quintana and Guenaga Lizasu, 2011
(2004-2006)									14670±80 (Beta-240904) AMS; Os		18443-17528	
Tito Bustillo-1c	Ribadesella	Archéologique	MM	0	1219	217	1436		14930±70 (GrN- 12753), Conv., Charbon	Date incorrectement attribuée au niveau Ib mais qui appartient au niveau Ic.2 (MM).		Altuna, 1976; 1994; Boyer-Klein, 1976; Moure, 1997; Romanillo, 1997
									13870±220 (I 8331)			
									13520±220 (I 8332)			
Paloma-6	Soto de las Regueras	Archéologique	MM	0	577	25	602		14600 ±160 (OXA 974)			Iravedra, 2001, p. 408 et Castanos, 1980, p. 69
Lumentxa-VI	Lekeitio	Archéologique	MIC	3	55	13	71	2 fragments de bois et une M3 gauche bas	pas de datations			Gomez-Olivencia et al., 2014; Barandiarán, 1967; Castaños, 1986, Utrilla, 1976; Fernández Eraso, 1985; Garate, 2012
Lumentxa-VII	Lekeitio	Archéologique	MIC	7	140	61	208	2 métacarpes droit, une P4 droite haut, une M2 gauche haut, une M3 droite haut, une 3ème phalange et une 3ème phalange latérale.	pas de datations			
La Garma A-L3	Omoño	Archéologique	MM	9	29	95	133		15420±140 (OxA-7205)	considérée trop ancienne		Arias *et al.*, 2005
									13810±180 (AA-45577)	considérée bonne		

Partie B

Site	Localité	Paléontologique /Archéologique	Attribution chrono-culturelle	NR Renne	NR Cerf	NR Autres ongulés	NR total ongulés	Notes Renne	Datation (BP)	Datation notes	Calibrée (OxCal) 95%	Bibliographie
Canecaude I-II	Villardonnel	Archéologique	MMa (+MMr?)	5460	9	336	5805		14 230 ± 160 BP (Gif 2708); Os			Sacchi, 1986; Fontana, 1998; 1999; Pétillon, 2016
Duruthy-5	Sorde-L'Abbaye	Archéologique	MMr	24	0	298	322		14180 ±200 (Ly861); Os			Delpech, 1983; Delibrias et Évin, 1980; Barshay-Szmidt *et al.* , 2016; Pétillon, 2016
Duruthy-4	Sorde-L'Abbaye	Archéologique	MMr	210	14	124	348		13510±210 (Ly859) sommet; Os			
									13840±210 (Ly860) top; Os			
									14005±65 (OxA-28118); Os de renne			
Enlène-SF	Montesquieu-Avantès	Archéologique	MM	1262	4	1634	2900		14920±110 (Ly1626); dent			Lalande, 1986
Espélugues	Lourdes	Archéologique	MM	151	47	124	322		13170 ±260 (Ly1406)			Clot, 1983; 1985
Laa2-C3	Arudy	Archéologique	MMr	117	23	291	431		13665±60 (OxA-26673) AMS, os de bouquetin		16755-16247	Pétillon *et al.* , 2015; Pétillon, 2016
									14252±94 (Erl-11113) AMS; Os de cheval		17625-17069	
									14570±65 (OxA-26672) AMS; os de cerf		17951-17556	
Labastide-secteur 2	Labastide	Archéologique	MM	28 (NMI=3)	0	128	156		13500±120 (Gif6612)	Os brûlé	16550-15550	Clot, 1988
									12700±110 (Gif 6367)	Os brûlé	15400-14400	
Tuc d'Audoubert-CR	Montesquieu-Avantès	Archéologique	MM	273	1	28	302		13460±70 (Poz8432)			Begouen et al., 2009
									13610±70 (Poz8435)			
									13640±80 (Poz8431)			
									13750±90 (Poz8433)			
Tuc d'Audoubert-GB.I	Montesquieu-Avantès	Archéologique	MM	85	11	100	196					
Gazel-7/7bis	Sallèles-Cabardès	Archéologique	MMr	5976	16	1477	7469		15070±270 (Gif 2655)	charbon		Fontana, 1999; Pétillon, 2016
									14462±62 (KIA-22856)	charbon		
									14213±60 (KIA-22855)	charbon		
									13935±45 (KIA-25340)	charbon		
Isturitz-SI/Ew	Saint-Martin-d'Arberoue	Archéologique	MMr	1102	26	704	1832		14075±60 (Oxa-19832)	Bois de renne		Szmidt et al., 2009; Kuntz, inédit; Pétillon, 2016
									14110±60 (Oxa-19831)	Bois de renne		
									13910±70 (Oxa-19830)	Scapula renne		
Troubat 13-11	Troubat	Archéologique	MM	8	0	45	53		14270±135 (Ly-956) Oxa	?		Costamagno *et al.* , 2016
Bourrouilla-C	Arancou	Archéologique	MMr ou MSa?	4	13	26	43		12700±40 (GIF-10234) C1			Fosse, 2000; Dachary *et al.* , 2008
									13220±80 (GIF-10254) C2			
									12710±90 (GIF-10235) C4			
Fontanet	Ornolac-Ussat-les-Bains		MM ou MS?	2	0	89	91		13810±740 (Ly846)	charbon		Clottes, 1979
									12770±420 (Ly2184)			

ANNEXE 2. INFORMATIONS SUR LES SITES AYANT LIVRE DES RESTES DE RENNE ET DE CERF ENTRE 16-14 KA CAL BP AUTOUR DES PYRENEES.

D'après Gómez-Olivencia *et al.*, 2013.

Partie A

Site	Localité	Attribution chrono-culturelle	NR Renne	NR Cerf	NR Autres ongulés	NR total ongulés	Notes Renne	Dates (Non cal BP)	Datations notes	Calibratées (OxCal) 95%	Bibliographie
Abauntz-2r	Arraiz	MS	0	19	93	112	Présence d'un bois de chute portant des stigmates techniques.	11760±90 (OxA-5116) AMS; Charbon	Considérée correcte pas les fouilleurs	13808-13400	Altuna and Mariezkurrena, 1982; Utrilla and Mazo, 1993-94, 1996; Altuna et al., 2002; Utrilla et al., 2009; Gomez-Olivencia et al., 2014
								12340±60 (CAMS-9918) Conv. 14C; Charbon		14894-14026	
								14950±840 (Beta-65726) Conv. 14C; Charbon	Trop incertainte, même échantillon que CAMS-9918, rejetée		
Zatoya-IIb	Abaurrea	MS	1	309	630	940	Fragment de scapula	12205±90 (GrN-23998) conv. 14C; Os			Mariezkurrena and Altuna, 1989; Altuna and Mariezkurrena, 2001; Barandiarán and Cava,
Erralla-III	Zestoa	MS	4	48	209	261	3 premières phalanges postérieures et un fragment de tarse	12310±190 (I-34439) Conv .14C ; Os	La date provient de la base de la couche 3.	15065-13824	Altuna, 1985; Altuna and Mariezkurrena, 1985; Altuna et al., 1985; Hoyos and Fumanal, 1985; Vigne, 2005 ;Sainz, 1989, p. 566; Iravedra, 2001,
Ekain-VI	Deba	MS	4	47	174	225	L'ensemble des restes de renne proviennent de l'unité a. Selon Altuna et Mariezkurrena 1984, p. 266, les restes de rennes (un fragment de frontal avec le départ du bois et un fragment de bois avec 2 andouilets) peuvent appartenir au même jeune individu. Ils ont été retrouvé à des altitudes proches	12050±190 (I-9240)	Datation obtenue à la base du niveau VIb.		Altuna and Merino, 1984; Altuna and Mariezkurrena, 1984; Altuna et al., 2010; Altuna, 2011b; Rios-Garaizar, 2011, Yravedra, 2001, p. 405
Urtiaga-D	Deba	MS	46	1002	1085	2133	7 bois, 5 mandibules, 20 dents, 1 radius, 7 tarses, 6 métapodes, 6 phalanges (décompte qui comprend les niveaux D et E à partir de 52 pièces). A partir de l'éruption dentaire, Altuna constate sur l'analyse de 2 mandibules appartenant à priori au même individu que le renne retrouvé appartiendrait à un jeune individu de 20 à 22 mois (abbatu plutôt en hiver). Un fragment de maxillaire devait appartenir quant à lui à un jeune individu de 23 à 25 mois, abbatu entre mai/juillet (Altuna, 1971.	10280±190 (CSIC-64) Conv. 14C, Coquillage	Date sans provenance stratigraphique attribuée au Magdalénien.	12574-11356	Altuna, 1972; Mujika Alustiza and Peñalver, 2012
Santa Catalina-II	Lekeitio	MS/AZ?	88	1508	515	2111		11155±80 (Ua-24652) AMS; Os		13247-12779	Berganza and Ruiz, 2004; Berganza et al., 2012; Berganza et Arribas, 2014
								11460±430 (I-15061); Os		14826-12547	
								11961±61 (Ua-43259) AMS; Os de cerf			
								12700±460 (Ua-12729) Conv., 14C ; Os	Considérée trop ancienne par les fouilleurs		
								10392±179 (Ua-43257) AMS; Os de cerf			
								6740±250 (I-15062), charbon			
								12270±650 (I-15760); Os			
								10911±244 (Ua-43258) AMS; Os de cerf			
Santa Catalina-III	Lekeitio	MS	445	3149	526	4120		12405±95 (Ua-13876) AMS; Os		15009-14061	
								12425±90 (Ua-13877) AMS; Os		15025-14095	
								10360±90 (Ua-24653) AMS; Os			
								12146±98 (Ua-42320) AMS; Os			
								12345±85 (Ua-24655) AMS; Os			
								11225±80 (Ua-24654) AMS; Os			
Santimamiñe-VI (1918-1926)	Kortezubi	MS	3	935	494	1432					Sainz, 1989, p. 565 et Altuna, 1971, p. 73, Iravedra, 2001, p. 41;, Castanos, 1984
Santimamiñe-Almp (2004-2006)	Kortezubi	MS	1	61	89	151	Pas d'indications anatomiques!	12250±70 (Beta-240903) AMS; Os	Date trop jeune selon Gomez-Olivencia et al, 2013		Castaños, 1986; Castaños and Castaños, 2011; López Quintana and Guenaga Lizasu, 2011
Morín-2	Villanueva de	MS	2	260	59	321	2 molaires droites	n.i.a.			Altuna, 1971b, p. 79 ; González Echegaray and Freeman, 1978; Yravedra and Gómez Castanedo, 2011
La Riera-24	Llanes	MS	5	431	389	825	Une mandibule avec une M1 et un autre fragment de M1 appartenant tous deux à un vieil adulte ainsi qu'une M2, un carpe et une première phalange à un autre adulte.	10340±650 (GaK- 6982), Conv., Charbon	Trop jeune		Vega del Sella, 1930; Altuna, 1986, p. 272 et 460; Strauss and Clark, 1986; Álvarez-Lao, 2007
La Riera-22	Llanes	MS	2	983	181	1166	Restes manifestement perdus!. 2 molaires appartenant à 2 adultes dont un vieil individu.	n.i.a.	Date du niveau 20: 12360±670 (Ly-1645), Conv., Os. Peut-être considérée comme Post quem		
Cueto de La Mina-B	Llanes	MS	1	34	50	85	Il s'agit d'une phalange de renne	11630±120 (OXA 969)			Vega del Sella, 1916; Castaños, 1982, p. 73; Barandiarán, 1988; de la Rasilla, 1990; Stuart et al., 2004; Hoyos and de la Rasilla, 1994; Hedges et al. 1987 et 1988b
								11650±190 (OXA 996)			
Tito Bustillo-1b	Ribadesella	MS	1	1062	277	1340		12850±190 (OxA- 6259) AMS, Osd	Date correcte	16490-14552	Altuna, 1976; 1994; Boyer-Klein, 1976; Moure, 1997
								14930±70 (GrN- 12753), Conv.,Charbon	Date incorrectement attribuée au niveau Ib, elle appartient au Ic.2		
Bora Gran	Serinyà	MS	5	1313	533	1851	2 fragments de bois, 1 fragment post-cranien, 1 astragale et 1 3ème phalange.	11470±500 (M- 1023), Conv.,Os		15078-12394	Harlé, 1908a; Crane and Griffin, 1965; Estévez 1979, 1980; Nadal et al., 1997; Galobart et al., 1996; Fullola, 2001
								13080 ±90 (OxBGA-2152)	Dent de renne	16530-15330	
								12830 ±80 (OxBGA-2222)	Dent de renne	15590-15190	
Chaves-2	Casbas	MS	0	33	1651	1684		12950±70 (GrN-15635)			Baldellou et Castan, p. 14 et Yravedra, 2001, p. 44; Castanos, 1993
								12020±350 (GrN-12682)			
								12660±70 (GrN-154561)			
Pielago-5	Mirones	MS	0	27	251	278		n.a			Sainz, 1989, p. 564
El Horno-II	Ramales	MS	0	162	672	834		12250±190 BP (GX-27456)			Costamagno et Fano, 2005
El Parco-2	Alòs de Balag	MS	0	5	25	30		12605±60 BP (OxA 10796)			Tejero et al., 2008
Las Caldas-1	Priorio	MS	0	3	4	7		12595+/-125 (UA-10193)			Corchon, 1995; Iravedra, 2001, p. 404
Las Caldas-2	Priorio	MS	0	30	10	40		12960+/-190 (UA-10192)			
								12590+/-120 (UA-10194)			
Lumentxa-IV	Lekeitio	MS	6	263	107	376	1 fragment distal de métacarpe gauche adulte, 2 fragments de bois, 1 fragment proximal de radius droit adulte, 2 fragments de 1ère phalanges antérieures adultes				Gomez-Olivencia et al., 2013; Barandiarán, 1967; Castaños, 1986, Utrilla, 1976; Fernández Eraso, 1985; Garate, 2012
Lumentxa-V	Lekeitio	MS	3	179	112	294	1 P3 sup gauche, 1 M3 sup droite, 1 P4 bas gauche				

Partie B

Site	Localité	Attribution chrono-culturelle	NR Renne	NR Cerf	NR Autres ongulés	NR total ongulés	Notes Renne	Dates (Non cal BP)	Datations notes	Calibratées (OxCal) 95%	Bibliographie
Bourrouilla-2007	Arancou	MS (a ou r?)	11	104	29	144		12540±50 (Oxa-19696)			Costamagno, unpublished; Szmiht *et al.* , 2009; Pétillon, 2016
								12880±50 (OxA-19697)			
								12610±55 (OxA-19698)			
Bourrouilla-B	Arancou	MS (a ou r?)	54	331	130	515		12395±35 (GIF 9986)			Fosse, 2000
								12260±120 (GIF10002)			
								12780±140 (Gif- 10255)			
Bourrouilla-C	Arancou	MMr ou MSa?	4	13	26	43		12700±40 (GIF-10234) C1			Fosse, 2000; Dachary et al., 2008
								13220±80 (GIF-10254) C2			
								12710±90 (GIF-10235) C4			
Belvis-1/4	Belvis	MS (a ou r?)	2	108	1176	1286	2 phalanges pour le renne.	12270±280 (Gif2950)	os		Fontana, 1998; 1999; Costamagno et al., 2016
								13080±50 (SacA6973)	os	15800-15165	
								12330±50 (SacA6971)	os	14640-14045	
Dufaure-4	Sorde-L'Abbay	MSa (+MSr?)	2356	972	683	4011		12260±400 (Ly-3182) base	os		Altuna et Mariezkurrena, 1995; Costamagno *et al.* , 2009; Barshay-Szmidt *et al.* ,2016; Pétillon,
								12030±280 (Ly-3245) milieu	os		
								10910±220 (Ly-2666) sup	os		
								12800±60 (Poz15985)			
								12945±55 OxA-28075 AMS; Os de renne			
Duruthy-3	Sorde-L'Abbay	MSa	2206	482	163	2851		11150±220 (Ly658)	os		Costamagno, 2006; Delpech, 1978; Barshay-Szmidt et al., 2016; Pétillon, 2016
								12930±60 (Poz15983)	os renne		
								13130±55 (OxA-29996); AMS, Os de renne			
Les Églises	Ussat	MS	7	2	9088	9097		12900±220 (Gif3923)			Delpech et Le Gall, 1983
Fontanet	Ornolac-Ussa	MM ou MS?	2	0	89	91		13810±740 (Ly846)	charbon		Clottes, 1979
								12770±420 (Ly2184)			
Troubat-7a	Troubat	MS/AZ?	0	296	716	1012		11520+/-100 (Ly-913)	?		
								11320+/-411 (Ly-5272)	;7b		
Troubat-8	Troubat	MS	39	626	790	1455	dont 11 fragments de bois cerf et 1 de renne	12860±60	Cerf		Chevallier, 2015; Costamagno *et al.* , 2016; Barbaza *et al.* , 1996c; Banadora
								13040±60	Renne		
La Vache-SM	Alliat	MSa (+MMr?)	5821	755	75027	81603		12540±105 (Gr-2025)			Pailhaugue, 1996; 1998; Averbouh, 2000; Pétillon, 2016
								12850±140 (Gr-2026)			
								12800±140 (Gif-7603)			
Isturitz-I	Saint-Martin-d	MSa (+MSr?)	135	30	109	274		13455±55 (OxA-19835)	bois de renne		Pétillon et Letourneux, 2006; Barshay-Szmidt *et al.* , 2016
								13095±55 (OxA-19833)	bois de renne		
								12860±55 (OxA-19834)	bois de renne		
								12340±60 (CAMS-9918) Conv. 14C; Charbon		14894-14026	
								12185±55 (OxA-28081); AMS, Os			
								12965±55 (OxA-28082); AMS, Os			
								12440±55 (OxA-28085) AMS; bois de cervidé			
Bize-H	Bize	MS	3184	48	566	3798		?			Magniez, 2010
Laa2-C2	Arudy	MS	81	39	229	349		12552±83 (Erl-11112)			Pétillon *et al.* , 2015; Dumontier *et al.* , 2011 ; Barshay-Szmidt *et al.* , 2016
								13370±70 (Poz-52969)			
								13550±60 (OxA-26674); AMS, os de renne			

ANNEXE 3. ÉCOLOGIE ET ETHOLOGIE DE *RANGIFER TARANDUS* (FORME DE TOUNDRA).

Tiré de Fontana (1998) d'après Miller, 1974 ; Parker, 1972 ; Spiess, 1979 ; Leader-Williams, 1989.

RENNE de T	Caractères généraux	Printemps-Eté	Automne	Hiver
Taille/poids	130-220 lg, 105-120 g, 60-200k		amaigrissement	amaigrissement
Longévité	15 ans, max 20 ans			
Bois (M et F)	dès le 2 è mois	chute pour les F	tous portent des bois	chute pour les M
Dentition défin.	41è mois max			
Adaptation	Déplact aisé sur neige, glace, boue	1 faon, rarement 2, excp 3-4		
Organisation sociale	Forte ségrégation sociale et spatiale Forte cohésion sociale, notamt chez les mâles	Mise bas : mi mai-mi juin petites grpes de F et jeunes	Rut : fin sept et fin oct. rassemblement	
	Société matriarcale Unite de base soc : bande de l'hiver Différentes bandes selon saisons Taille : de - de 10 à 5000	Aggrégation après mise bas fin juin de toutes les F et j (regroupt post calving) Mâles toujours à l'écart		Famille matriarcale, noyau du grpe hivernal : F et jeunes, gros grpes Les M adultes en petites bandes
Habitat	Milieu ouvert			
Altitude	jusqu'à 2000 m	mise bas en altitude		
Relief	Plaine et montagne			
Climat	froid			
Végétation	Taïga et Toundra			
Domaine vital	Très vaste pour cette forme Nord USA : 300000 km2 Longues migrations saisonnières (plus de 1000 km pour chaque)	Migration printemps vers aires de mise bas, M et F séparés Migration mi été, vers aire du rut, M et F séparés puis ensemble	Migration automne, après rut (novembre) M et F séparés	Pas de mouvement migratoire
Alimentation	Très variée : lichens, champignons, herbes, feuilles, pousses de saules, et de bouleau, joncs, pl. ligneuses Proportions variables cf. sous esp. Assimile de la nourriture gelée	voir fig.		voir fig. lichens sous la neige

ANNEXE 4. ÉCOLOGIE ET ETHOLOGIE DE *CERVUS ELAPHUS*.

Tiré de Fontana (1998), d'après Miller *et al.*, 1991 ; Clutton-Brock *et al.*, 1992 ; Schilling *et al.*, 1986 ; Guérin et Patou-Mathis, 1996.

CERF	Caractères généraux	Printemps-Eté	Automne	Hiver
Taille/poids	160-250 lg, 100-105 g, 90-400k		amaigrissement 30%	
		1 seul faon, rarement 2		
Longévité	15 ans, 20 max			
Bois	mâles	chute mars-avril, frayure aout		
Dentition défin.	à partir du 30è mois			
Organisation sociale	Cervidé crépusculaire Ségrégation sexuelle hardes F et jeunes hardes de mâles hardes mixtes (rut)	Dispersion maximale dislocation des h hivernal. et des cellules matriarcal. Mise bas : fin mai-début juin ségrégation sexuelle nette chez les adultes	concentration, rassemblement des sexes pour le rut	Regroupement et concentration familles matriarcales grandes hardes de M grandes hardes mixtes
	Taille des hardes : qq ind. à plus. diz milieu ouvert : taille plus importante			
Habitat	Diversité des milieux. Forêt, lisière chaumes, prairies, clairière			
Altitude	plaine ou montagne Max : 2500 m			
Relief	plat ou valonné			
Climat	tempéré, max de 40 cm de neige			
Végétation	forêts feuillus ou résineux, zones claires.			
Domaine vital	F : 700-1500ha M : 5000ha +, dispersion plus large en montagne, mvts saisonniers altit : migration zones d'estive-d'hivernage	Dv minimal de juin à aout	DV de F augmente	rayon d'action max pour F
Alimentation	herbes, mousses, fruits (glands, chataignes, faines), lichens, champ. jeunes pousses, écorces, bourgeons graminées, genêts			

ANNEXE 5. DONNEES BIOMETRIQUES RELATIVES AUX BOIS DE RENNE ACTUELS.

Numéro inventaire	Age	Sexe	Bois de massacre	Bois de chute	Circ. Cercle pierrure	Circonférence Base A1	Circonférence 1er and.	Circonférence 2ème and.	Epaisseur compact and. (moy)	Circonference A1	Circonférence A2	Circonférence C	Epaisseur compact face ant A2	Epaisseur compact face post A2	Diamètre médaillon
REN21	6	Femelle	oui		92	NC	NC	54	4	NC	44	50	5	NC	NC
REN22	6	Femelle	oui		NC	57	NC	48	4	NC	48	NC	4	3,5	NC
REN14	4	Femelle		oui	102	NC	42	45	3	63	49	40	4	3	28
REN20	4	Femelle		oui	101	75	NC	47	3	NC	42	NC	4	3,5	23
REN13	3-4	Femelle		oui	90	71	NC	50	4	NC	47	NC	3	3	22
REN16	2	Femelle		oui	NC	NC	NC	NC	NC	6	52	NC	2	2	NC
REN24	6	Mâle	NC	NC	NC	128	NC	90	6	123	106	100	8	6	NC
REN25	6	Mâle		oui	NC	NC	NC	NC	NC	NC	98	NC	9	8	NC
REN26	6	Mâle		oui	NC	NC	NC	NC	NC	NC	100	NC	13	10	NC
REN27	6	Mâle		oui	NC	NC	NC	NC	NC	NC	114	NC	15	12	NC
REN28	6	Mâle		oui	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	9	NC	NC
REN06	5	Mâle		oui	134	NC	90	43	4	80	72	70	9	8	28
REN17	5	Mâle	oui		146	NC	61	64	4,5	120	73	80	7	6	NC
REN19	5	Mâle		oui	139	136	NC	71	4	NC	90	84	6,5	5,5	39
REN04	4	Mâle		oui	120	92	NC	66	5,5	NC	74	68	6	6	27
REN08	4	Mâle		oui	118	NC	54	49	6	76	60	57	7	5	25
REN18	4	Mâle		oui	121	NC	NC	64	3	103	70	65	4	4	36
REN05	3-4	Mâle		oui	124	118	61	60	6	159	75	70	9	7	31
REN09	2-3	Mâle		oui	123	NC	38	50	3	81	65	60	7	7	25
REN07	2-3	Mâle		oui	131	NC	41	60	5	78	66	63	8	6	27
REN12	2-3	Mâle		oui	138	125	NC	52	4,5	NC	59	NC	7	5,5	26
REN03	2	Mâle		oui	120	NC	4	60	7	85	70	66	8,5	7,5	29
REN10	2	Mâle		oui	116	104	NC	69	6	NC	65	58	6	5	27
REN11	2	Mâle		oui	117	NC	NC	57	5	77	63	59	9	6	27
REN15	2	Mâle		oui	118	102	NC	61	6	NC	62	60	7	5	25
REN02	NC	NC	oui		NC	123	4	53	NC	NC	65	65	5,5	4	28
REN23	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	6	NC	NC
REN01	5	NC	oui		188	NC	NC	70	5	119	100	87	4	4	42

ANNEXE 6. DONNEES BIOMETRIQUES RELATIVES AUX BOIS DE CERF ACTUELS.

Numéro inventaire	Âge	Bois de massacre	Bois de chute	Circonférence 1er and.	Circonférence 2ème and.	Circ. Cercle pierrure	Circ. Base A1	Circ. A1	Circ. A2	Circ. B	Epaisseur compact face ant A2	Epaisseur compact face post A2	Diamètre médaillon
CER02	1	oui		NC	NC	NC	NC	NC	70	NC	2,5	2,5	NC
CER15	1		oui	NC	NC	NC	NC	NC	70	NC	4,5	4,5	NC
CER03	2	oui		45	NC	140	112	108	70	63	5	3	NC
CER16	2/3	oui		60	NC	145	147	143	88	67	5	4	NC
CER17	2/3	oui		53	NC	148	143	100	85	NC	7	6	NC
CER08	3		oui	74	NC	194	171	160	106	91	6	4	44
CER10	3		oui	60	NC	153	141	140	95	75	4,5	5	39
CER11	3		oui	60	NC	164	166	156	102	84	7	6	42
CER18	3		oui	NC	NC	NC	NC	NC	110	83	5	4	38
CER19	3		oui	NC	NC	NC	NC	141	150	100	6	4	44
CER20	3		oui	NC	NC	NC	NC	NC	111	100	4	3	39
CER01	3/4		oui	80	70	193	158	154	106	103	6	6	41
CER09	4	oui		70	NC	181	161	135	115	104	7	6	NC
CER07	4	oui		87	78	NC	186	150	114	102	8	5	NC
CER05	4/5	oui		80	62	217	205	151	120	105	7	5	NC
CER04	5	oui		78	67	192	182	121	110	107	4	5	NC
CER06	6		oui	80	75	199	161	137	115	105	6	5	46
CER12	6	NC		NC	NC	NC	NC	NC	NC	105	4	4	NC
CER13	6		oui	75	76	203	155	NC	110	NC	6	NC	48
CER14	NC	oui		NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	7	5	NC

ANNEXE (SUPPORTING INFORMATION) 7. DEER DATABASE INCLUDING THE ORIGINAL LOCATION OF THE SAMPLE, AGE, SEX, WEIGHT, SEMI-DOMESTICATED OR WILD ORIGIN, AND NATURE OF THE SUTURE AT THE BURR BASE (IN BLUE THE SAME ANTLER SAMPLES TESTED TWICE AT TWO NEARBY LOCATIONS).

Id	Species	Anatomical portion	Age (years)	Sexe	Animal weight (kg)	Raw material recovery	Origin
ren16	Reindeer	Beam A2	2	Female	70	Cast antler	Animal husbandery (Orne, France)
ren10	Reindeer	Beam A2	2	Male	80	Cast antler	Animal husbandery (Orne, France)
ren03	Reindeer	Beam A2	2	Male	80	Cast antler	Animal husbandery (Orne, France)
ren11	Reindeer	Beam A2	2	Male	80-90	Cast antler	Animal husbandery (Orne, France)
ren07	Reindeer	Beam A2	2-3	Male	80-90	Cast antler	Animal husbandery (Orne, France)
ren12	Reindeer	Beam A2	2-3	Male	80-90	Cast antler	Animal husbandery (Orne, France)
ren13	Reindeer	Beam A2	3-4	Female	70	Cast antler	Animal husbandery (Orne, France)
ren20	Reindeer	Beam A2	4	Female	90	Cast antler	Animal husbandery (Orne, France)
ren01	Reindeer	Beam A2	5	None	Unidentified	Antler from a hunted animal	Unidentified
ren01.2	Reindeer	Beam A2	5	None	Unidentified	Antler from a hunted animal	Unidentified
ren19	Reindeer	Beam A2	5	Male	110-120	Cast antler	Animal husbandery (Orne, France)
ren19.2	Reindeer	Beam A2	5	Male	110-120	Cast antler	Animal husbandery (Orne, France)
ren25	Reindeer	Beam A2	6 and more	Male	Unidentified	Unidentified	Animal husbandery (Ostrobothnia, Finland)
ren26	Reindeer	Beam A2	6 and more	Male	Unidentified	Unidentified	Animal husbandery (Ostrobothnia, Finland)
ren27	Reindeer	Beam A2	6 and more	Male	Unidentified	Unidentified	Animal husbandery (Ostrobothnia, Finland)
ren28	Reindeer	Beam A2	6 and more	Male	Unidentified	Unidentified	Animal husbandery (Ostrobothnia, Finland)
ren24	Reindeer	Beam A2	6 and more	Male	Unidentified	Unidentified	Animal husbandery (Alpes-de-Haute-Provence, France)
ren24a	Reindeer	Bez tine	6 and more	Male	Unidentified	Unidentified	Animal husbandery (Alpes-de-Haute-Provence, France)
ren24b	Reindeer	Beam C	6 and more	Male	Unidentified	Unidentified	Animal husbandery (Alpes-de-Haute-Provence, France)
ren24c	Reindeer	Palmation	6 and more	Male	Unidentified	Unidentified	Animal husbandery (Alpes-de-Haute-Provence, France)
ren02	Reindeer	Beam A2	Unidentified	None	Unidentified	Antler from a hunted animal	Unidentified
ren02.2	Reindeer	Beam A2	Unidentified	None	Unidentified	Antler from a hunted animal	Unidentified
cer02	Red deer	Beam A2	1	Male	80-100	Antler from a hunted animal	Animal husbandery (Charente, France)
cer03	Red deer	Beam A2	2	Male	Unidentified	Antler from a hunted animal	Animal husbandery (Charente, France)
cer03.2	Red deer	Beam A2	2	Male	Unidentified	Antler from a hunted animal	Animal husbandery (Charente, France)
cer17	Red deer	Beam A2	2-3	Male	135	Antler from a hunted animal	Wild animal (Dordogne, France)
cer08	Red deer	Beam A2	3	Male	140-150	Cast antler	Animal husbandery (Charente, France)
cer01	Red deer	Beam A2	3-4	Male	140-160	Cast antler	Animal husbandery (Charente, France)
cer09	Red deer	Beam A2	4	Male	150	Antler from a hunted animal	Animal husbandery (Charente, France)
cer07	Red deer	Beam A2	4	Male	160	Antler from a hunted animal	Animal husbandery (Charente, France)
cer05	Red deer	Beam A2	4-5	Male	170	Antler from a hunted animal	Wild animal (Dordogne, France)
cer04	Red deer	Beam A2	5	Male	160	Antler from a hunted animal	Animal husbandery (Charente, France)
cer06	Red deer	Beam A2	6	Male	160	Cast antler	Animal husbandery (Charente, France)
cer06a	Red deer	Trez tine	6	Male	160	Cast antler	Animal husbandery (Charente, France)
cer06b	Red deer	Beam B	6	Male	160	Cast antler	Animal husbandery (Charente, France)
cer06c	Red deer	Pine tip crown	6	Male	160	Cast antler	Animal husbandery (Charente, France)
cer06d	Red deer	Bez tine	6	Male	160	Cast antler	Animal husbandery (Charente, France)
cer12	Red deer	Beam B	6 and more	None	Unidentified	Unidentified	Animal husbandery (Charente, France)
cer10	Red deer	Beam A2	Unidentified	None	Unidentified	Cast antler	Wild animal (Dordogne, France)

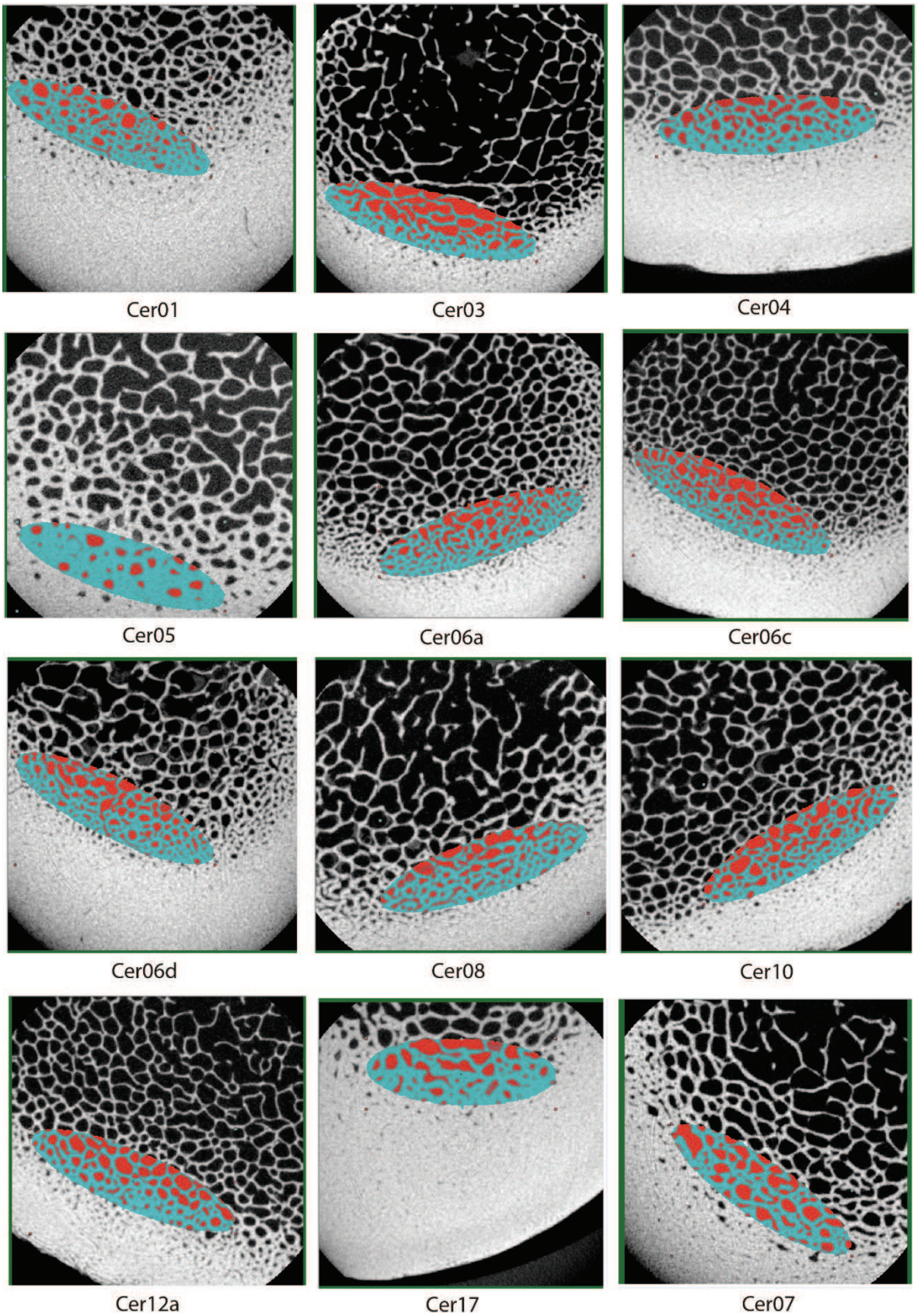
ANNEXE (SUPPORTING INFORMATION) 8. GEOGRAPHICAL AND ADMINISTRATIVE INFORMATION RELATIVE TO THE FARMS WHICH SUPPLIED ANTLERS (MODERN COLLECTION).

Farms \ Supplementary datas	Geographical location	N°TVA
"Société La Vallée des cerfs"	Chez Mairine, 86430 Luchapt, Vienne, France	FR 92 398 864 835
"GAEC Ferme Béridon"	L'infernet, 04140 Auzet, Alpes-de-Hautes-Provence, France	FR 45 439 206 020
"Le clos des dromadaires"	Michelle Royere, 61550 Villers-en-Ouche, Orne, France	FR 53 310 607 981

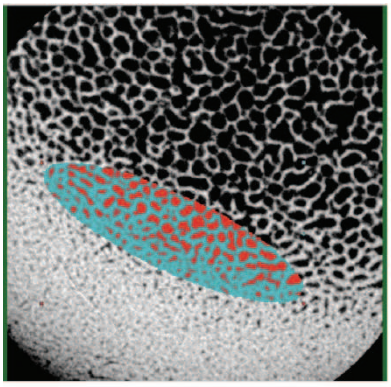
ANNEXE (SUPPORTING INFORMATION) 9. ANTLER INDUSTRY FROM THE MAGDALENIAN LAYERS (E, II, I, F1) OF ISTURITZ CAVE SAMPLED FOR THIS STUDY.

Inventory number	Archaeoloical layer	Species	Anatomical portion	Technology	Typology
Ist-140	Ist II (St Périer)	Red deer	Beam A	Product of débitage	Flat blank
Ist-222	Ist E (Passemard)	Red deer	Beam or tine	Product of débitage	Object on flat blank
Ist-198	Ist F1 (Passemard)	Red deer	Beam B	Waste of débitage	
Ist-351	Ist SI (St Périer)	Red deer	Beam A2	Waste of débitage	
Ist-125	Ist E (Passemard)	Red deer	Beam A	Product of débitage	Flat blank
Ist-195	Ist F1 (Passemard)	Red deer	Beam A	Product of débitage	Flat blank
Ist-729	Ist E (Passemard)	Red deer	Beam A	Product of débitage	Flat blank
Ist-193	Ist I (St Périer)	Red deer	Tine	Product of débitage	Half-round rod
Ist-124	Ist E (Passemard)	Red deer	Indeterminate	Product of débitage	Wedge
Ist-139	Ist E (Passemard)	Red deer	Indeterminate	Product of débitage	Waste of shaping
Ist-123	Ist E (Passemard)	Red deer	Indeterminate	Product of débitage	Flat blank
Ist-197	Ist F1 (Passemard)	Red deer	Tine	Waste of débitage	
Ist-142	Ist II (St Périer)	Red deer	Tine tip crown	Indeterminate	
Ist-371	Ist E (Passemard)	Red deer	Tine	Product of débitage	Wedge
Ist-141	Ist II (St Périer)	Red deer	Tine	Waste of débitage	
Ist-497	Ist E &	Red deer	Indeterminate	Product of débitage	Projectile point
Ist-1914	Ist E &	Red deer	Indeterminate	Product of débitage	Projectile point
Ist-150	Ist E (Passemard)	Red deer	Indeterminate	Product of débitage	Object on flat blank
Ist-196	Ist F1 (Passemard)	Red deer	Indeterminate	Product of débitage	Flat blank
Ist-435	Ist E (Passemard)	Red deer	Indeterminate	Product of débitage	Flat blank
Ist-202	Ist F1 (Passemard)	Red deer	Beam B	Product of débitage	Wedge
Ist-127	Ist II (St Périer)	Red deer	Beam	Product of débitage	Projectile point
Ist-501	Ist E &	Red deer	Indeterminate	Product of débitage	Flat blank
Ist-205	Ist SI (St Périer)	Reindeer	Beam C or palmation	Waste of débitage	
Ist-19	Ist II (St Périer)	Reindeer	Beam	Product of débitage	Waste of shaping
Ist-17	Ist II (St Périer)	Reindeer	Beam	Product of débitage	Waste of shaping
Ist-20	Ist II (St Périer)	Reindeer	Beam	Product of débitage	Waste of shaping
Ist-84	Ist E (Passemard)	Reindeer	Beam	Product of débitage	Waste of shaping
Ist-114	Ist E (Passemard)	Reindeer	Beam	Product of débitage	Flat blank?
Ist-128	Ist II (St Périer)	Reindeer	Beam	Product of débitage	Flat blank
Ist-4	Ist E (Passemard)	Reindeer	Beam	Product of débitage	Flat blank
Ist-136	Ist E (Passemard)	Reindeer	Beam	Product of débitage	Flat blank
Ist-169	Ist E (Passemard)	Reindeer	Beam	Product of débitage	Flat blank
Ist-192	Ist I (St Périer)	Reindeer	Beam	Product of débitage	Flat blank
Ist-357	Ist E (Passemard)	Reindeer	Palmation	Product of débitage	Indeterminate
Ist-206	Ist SI (St Périer)	Reindeer	Tine tip	Waste of pruning	
Ist-207	Ist SI (St Périer)	Reindeer	Tine tip	Indeterminate	
Ist-204	Ist SI (St Périer)	Reindeer	Palmation	Indeterminate	
Ist-5	Ist II (St Périer)	Reindeer	Bez tine	Waste of débitage	
Ist-294	Ist E w	Reindeer	Bez tine	Waste of pruning	
Ist-49	Ist II (St Périer)	Reindeer	First tine	Waste of débitage	
Ist-97	Ist E (Passemard)	Reindeer	Indeterminate	Product of débitage	Projectile point
Ist-248	Ist E (Passemard)	Reindeer	Indeterminate	Product of débitage	Object on flat blank
Ist-342	Ist E (Passemard)	Reindeer	Indeterminate	Product of débitage	Object on flat blank
Ist-333	Ist E (Passemard)	Reindeer	Indeterminate	Product of débitage	Object on flat blank
Ist-90	Ist E (Passemard)	Reindeer	Indeterminate	Product of débitage	Flat blank
Ist-122	Ist E (Passemard)	Reindeer	Indeterminate	Product of débitage	Flat blank
Ist-170	Ist E (Passemard)	Reindeer	Indeterminate	Product of débitage	Flat blank?
Ist-199	Ist F1 (Passemard)	Reindeer	Indeterminate	Product of débitage	Flat blank
Ist-200	Ist F1 (Passemard)	Reindeer	Indeterminate	Product of débitage	Flat blank

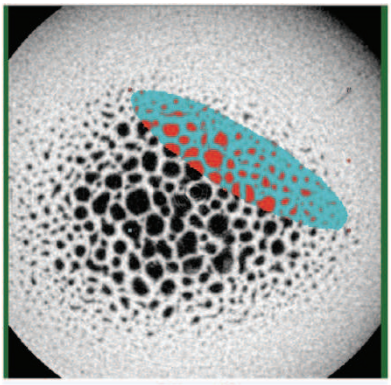
Annexe (supporting information) 10. Analyses micro-CT du corpus actuel (scans et selection du VOI) 1/2



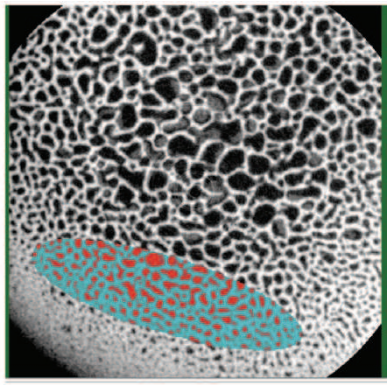
ANALYSES MICRO-CT DU CORPUS ACTUEL (SCANS ET SELECTION DU VOI). 2/2



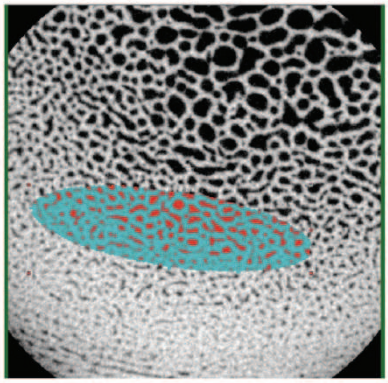
Ren01



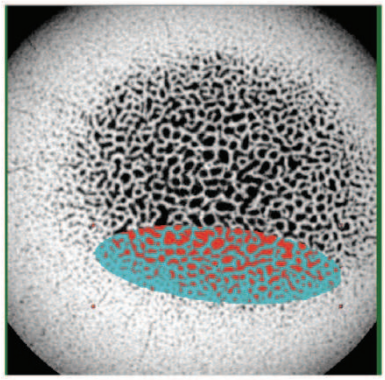
Ren10



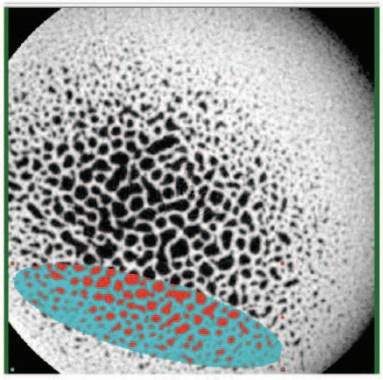
Ren02



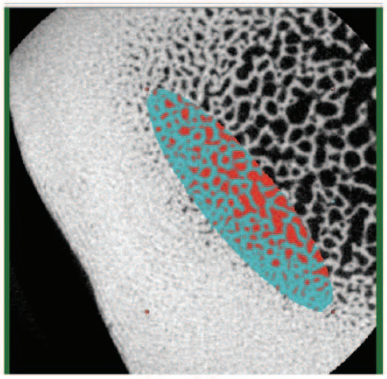
Ren19



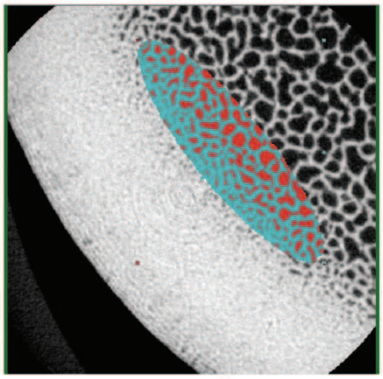
Ren20



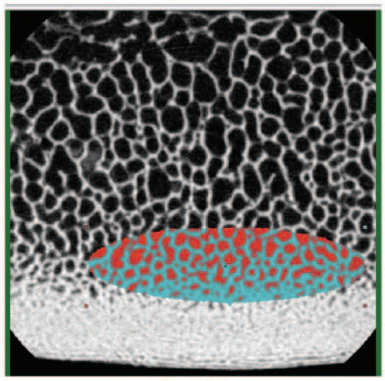
Ren21



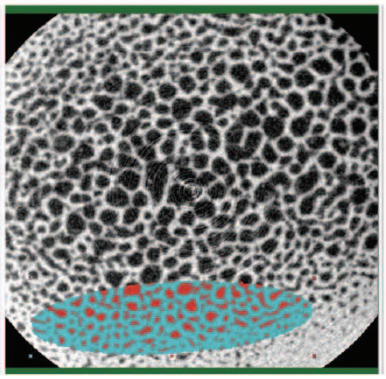
Ren24a



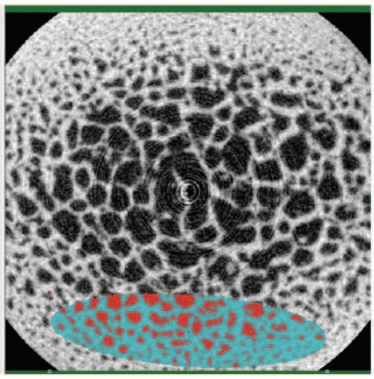
Ren24b



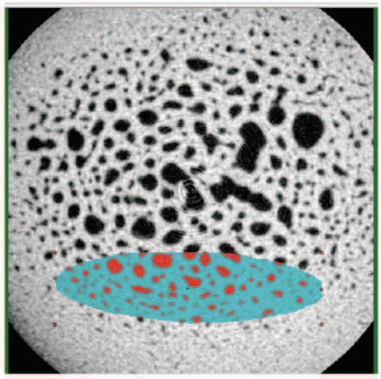
Ren24c



Ren26

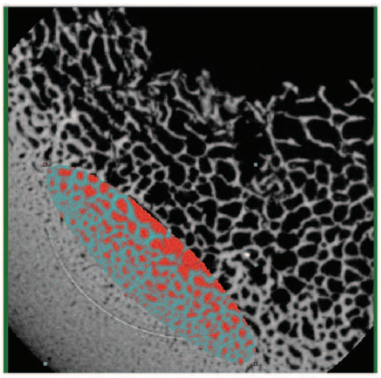


Ren27

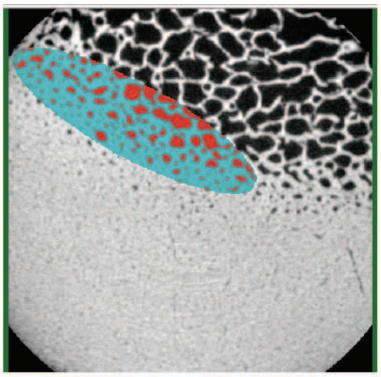


Ren05

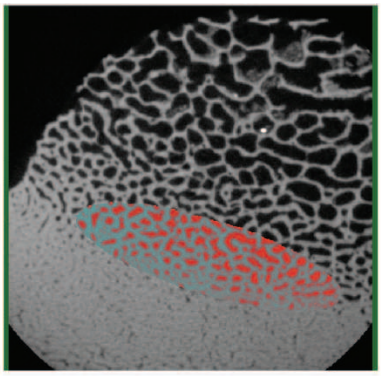
Annexe (supporting information) 11. Analyses micro-CT du corpus archeologique (scans et selection du VOI) 1/4



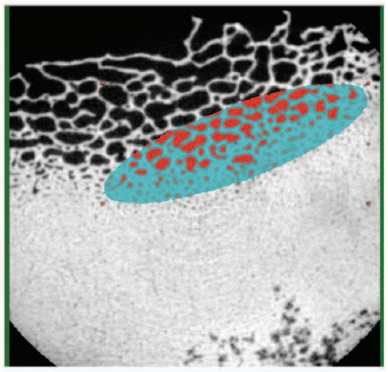
Ist-4



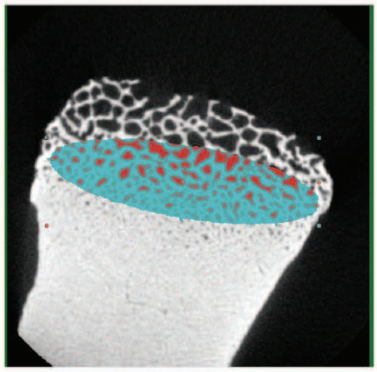
Ist-16



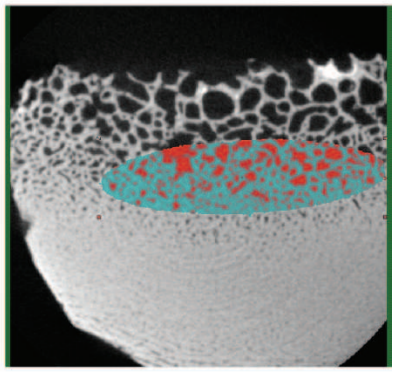
Ist-17



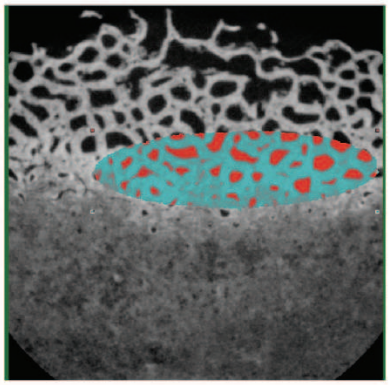
Ist-20



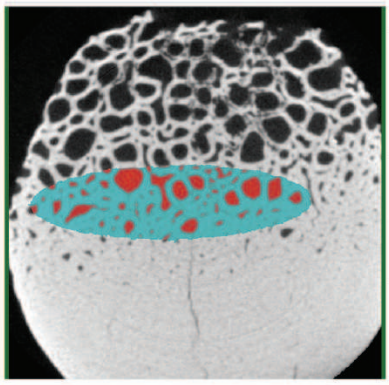
Ist-90



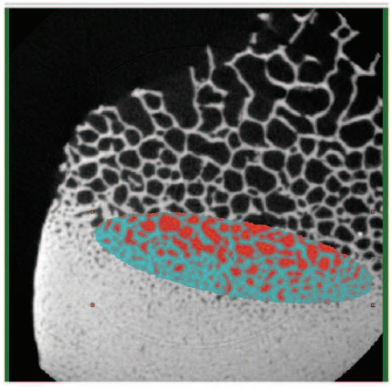
Ist-22



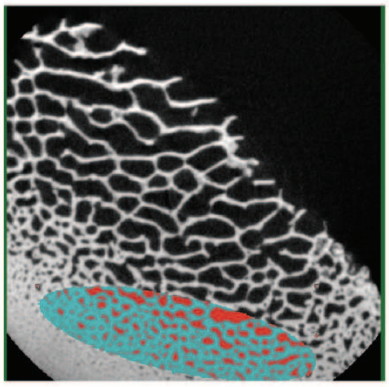
Ist-140bis



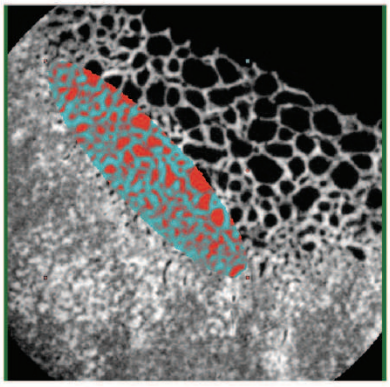
Ist-150bis



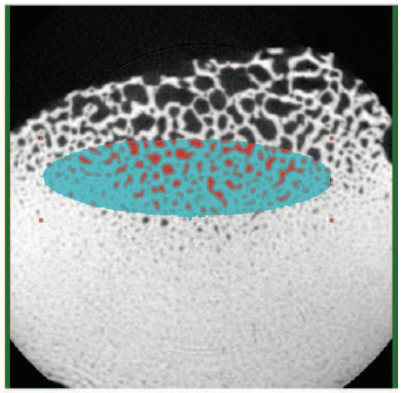
Ist-169



Ist-170

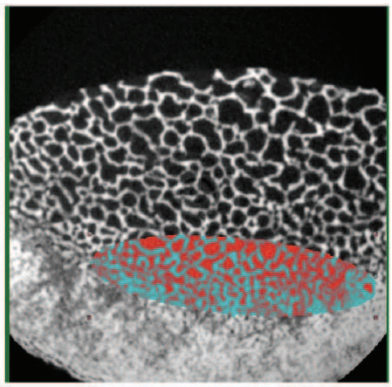


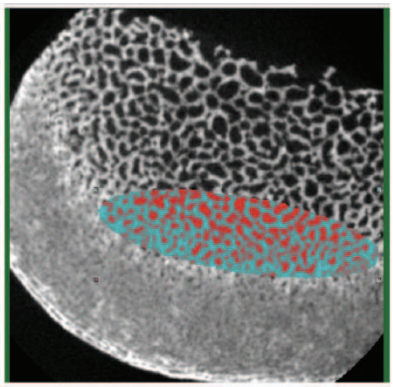
Ist-222

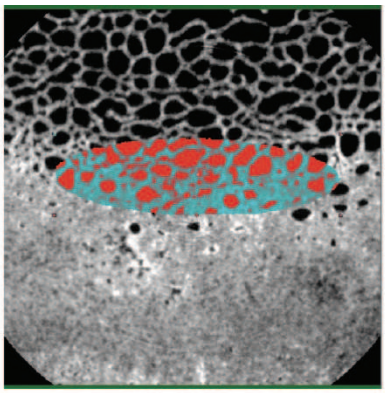


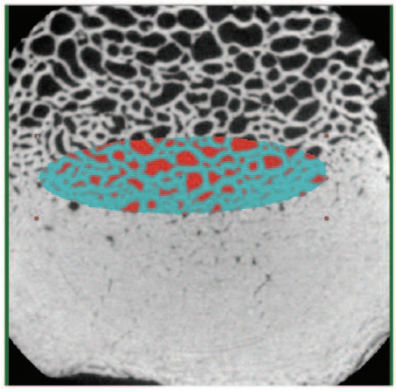
Ist-248

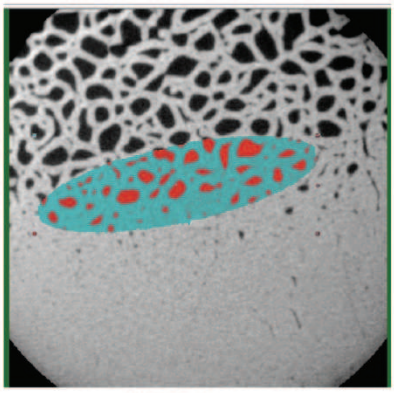
ANALYSES MICRO-CT DU CORPUS ARCHEOLOGIQUE (SCANS ET SELECTION DU VOI).
2/4

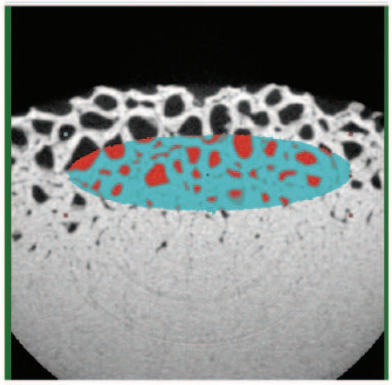

Ist-333

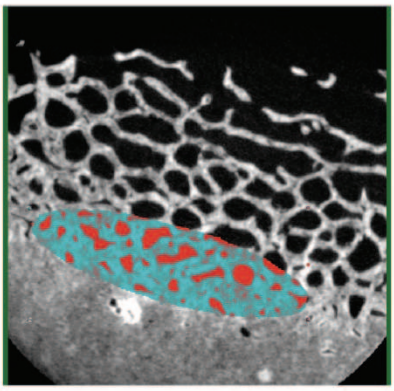

Ist-342

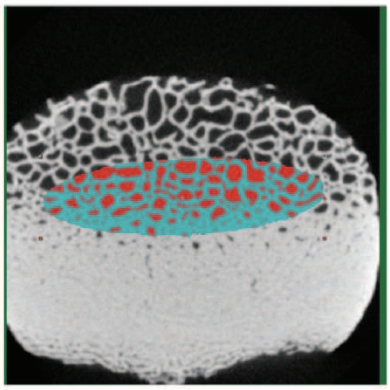

Ist-351

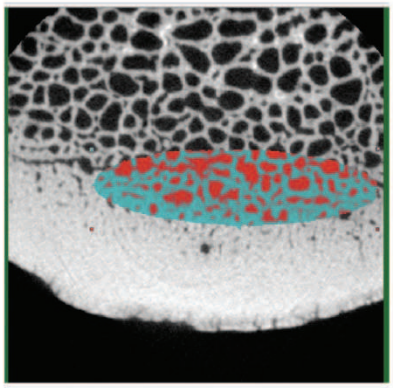

Ist-435

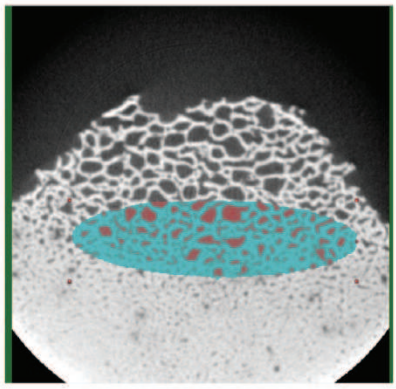

Ist-497

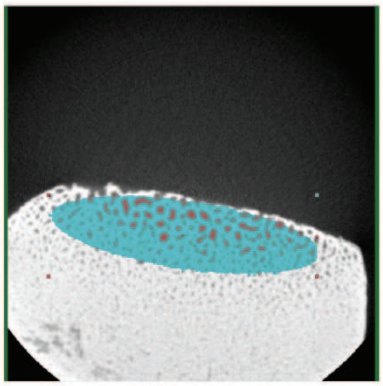

Ist-501

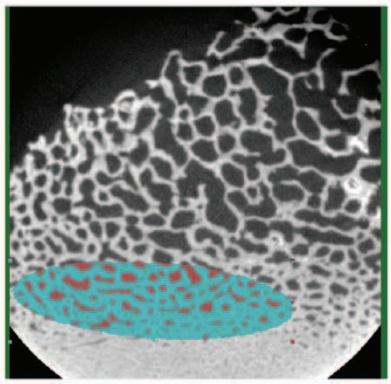

Ist-729


Ist-1914

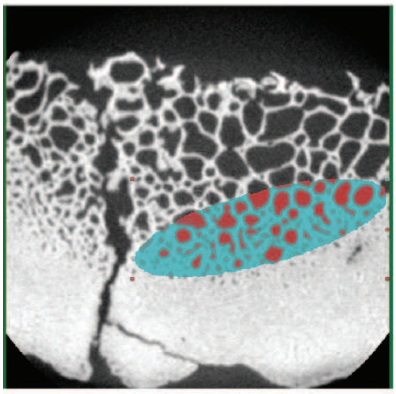

Ist-198

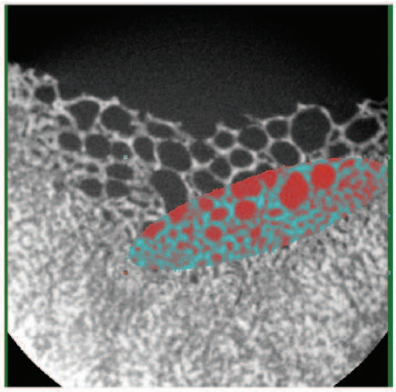

Ist-19

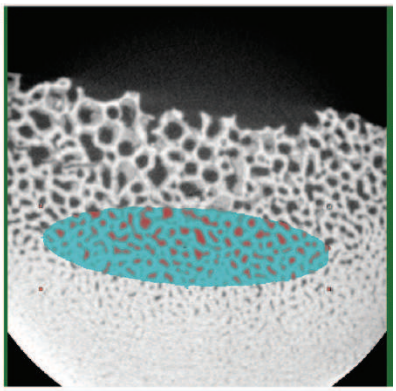

Ist-84

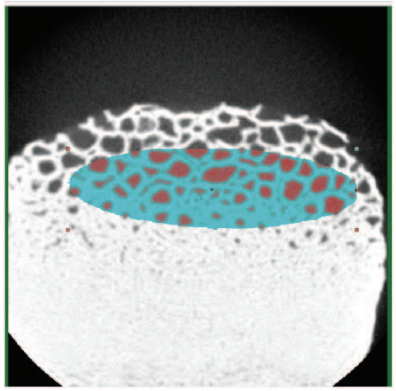

Ist-114

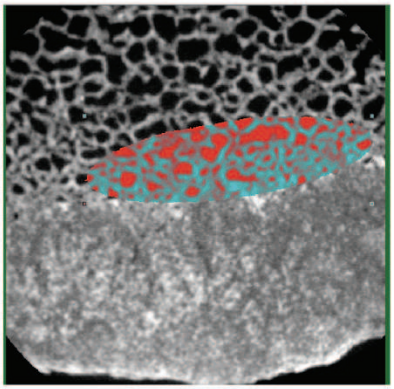
ANALYSES MICRO-CT DU CORPUS ARCHEOLOGIQUE (SCANS ET SELECTION DU VOI).
3/4

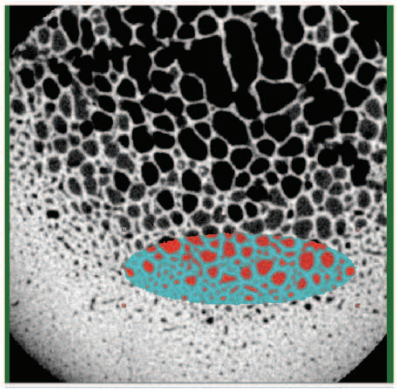

Ist-123

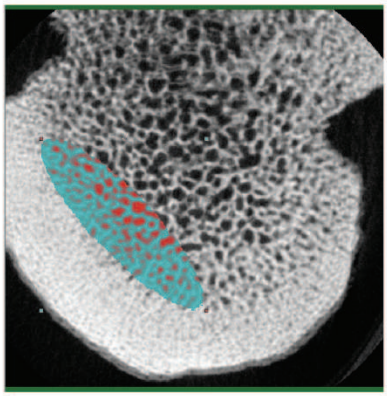

Ist-124

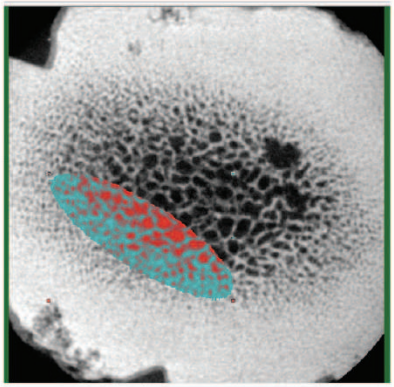

Ist-128

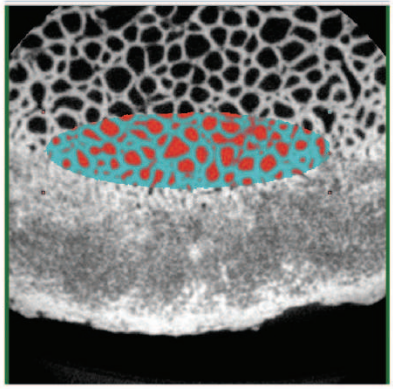

Ist-139

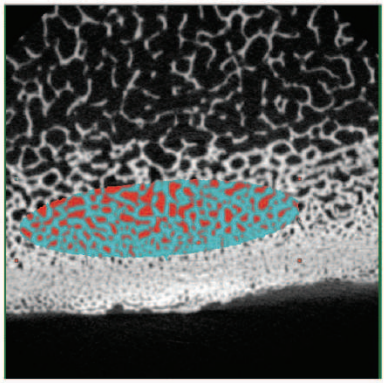

Ist-195

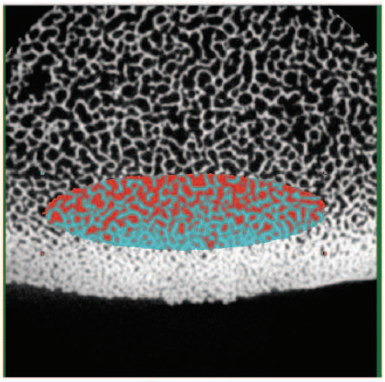

Ist-141

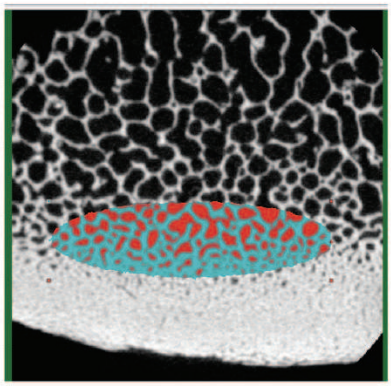

Ist-5


Ist-49

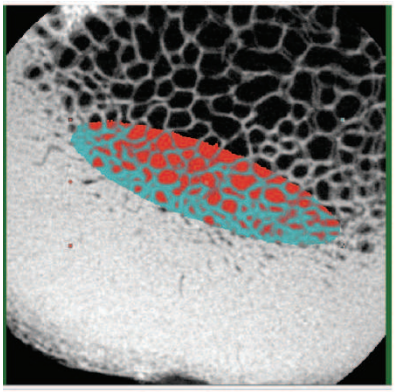

Ist-197


Ist-204

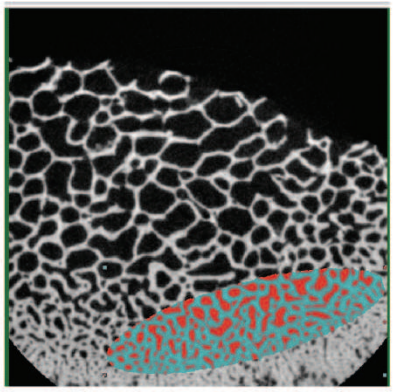

Ist-206


Ist-207

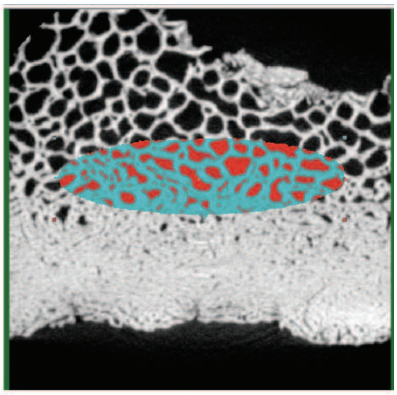
ANALYSES MICRO-CT DU CORPUS ARCHEOLOGIQUE (SCANS ET SELECTION DU VOI).
4/4



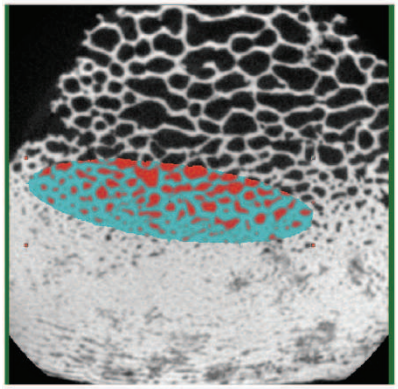
Ist-371



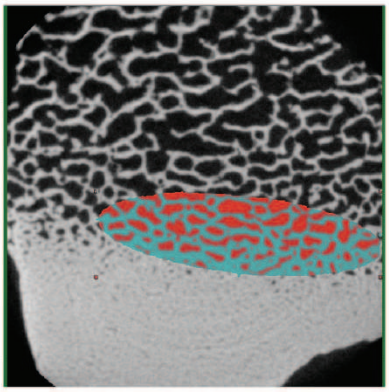
Ist-136



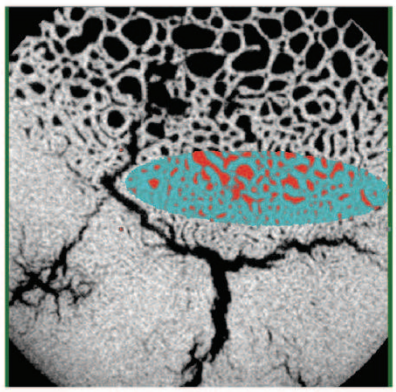
Ist-196



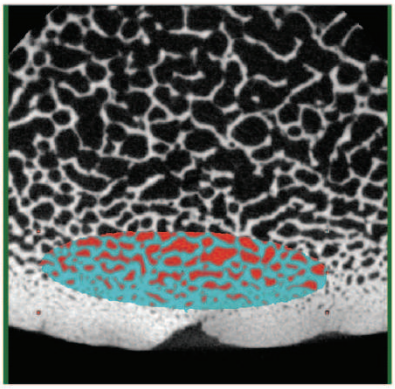
Ist-199



Ist-200

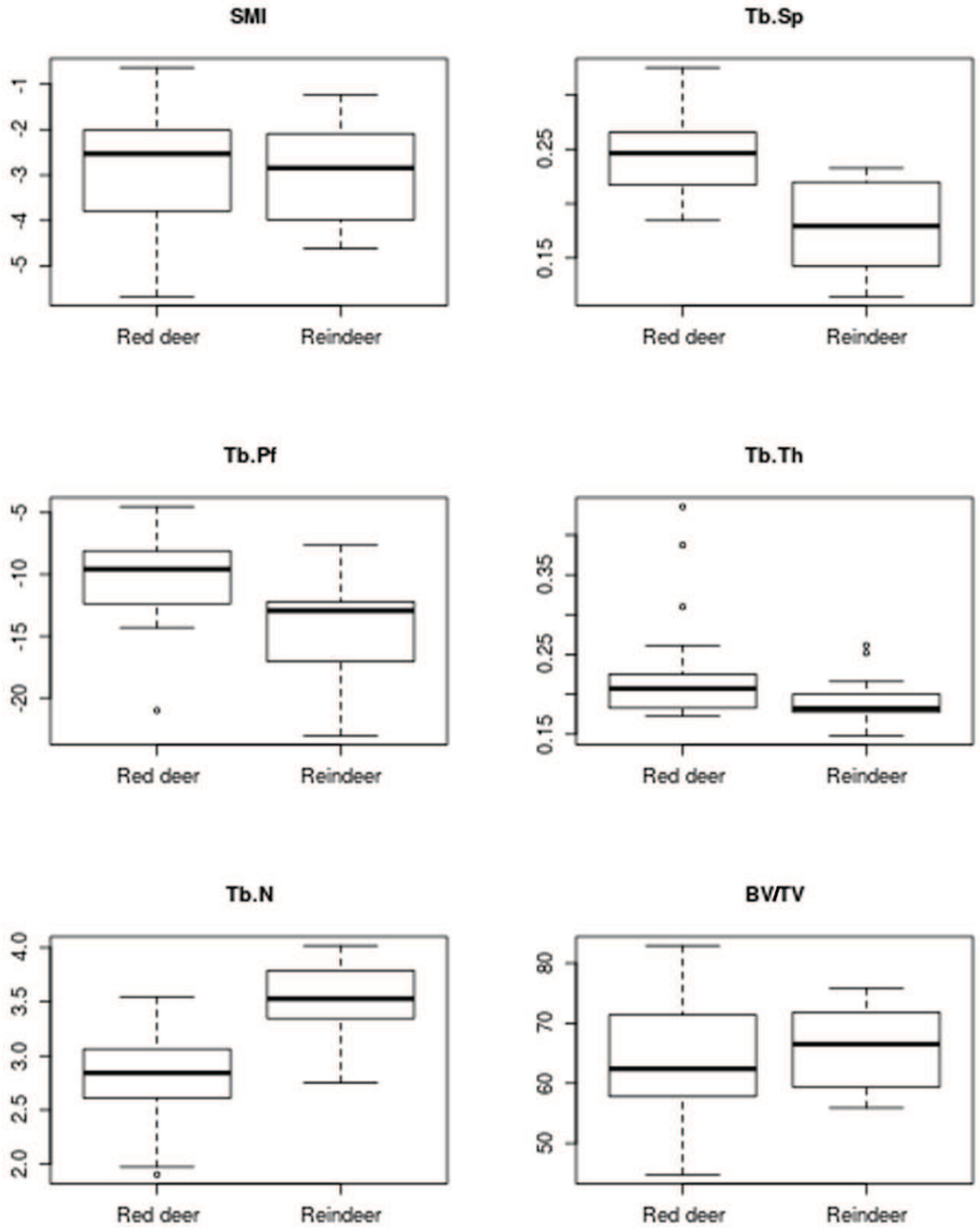


Ist-202

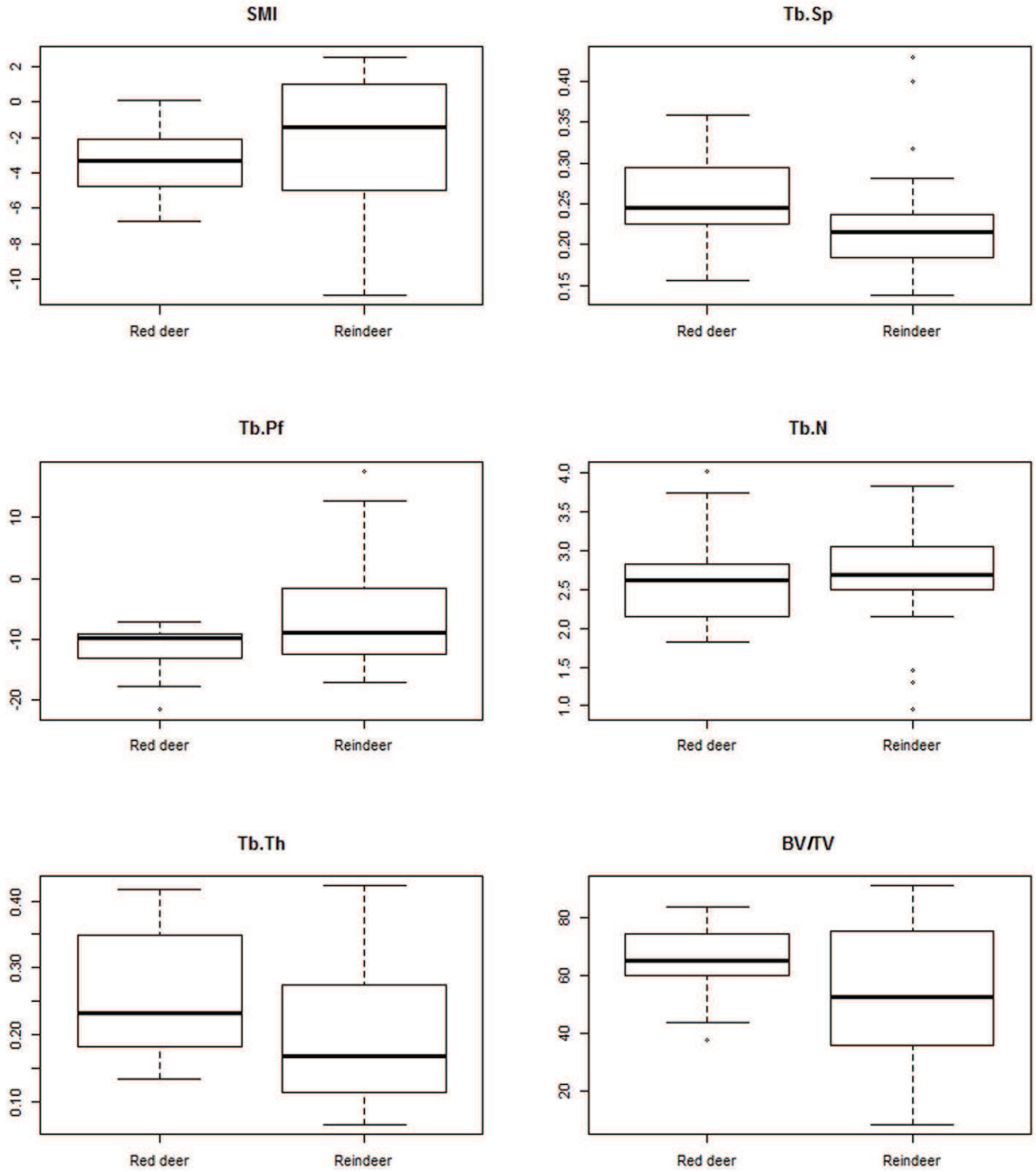


Ist-205

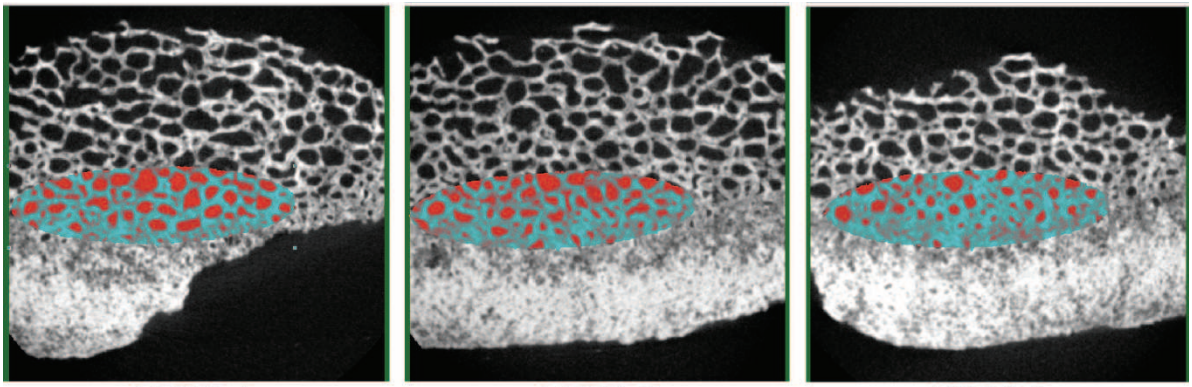
ANNEXE (SUPPORTING INFORMATION) 12. BOXPLOTS FOR THE BIOMETRIC PARAMETERS STUDIED (TB.N, TB.SP, BV/TV, TB.PF, TB.TH AND SMI) FOR THE MODERN SAMPLES.



ANNEXE (SUPPORTING INFORMATION) 13. BOXPLOTS FOR THE BIOMETRICAL PARAMETERS STUDIED (TB.N, TB.SP, BV/TV, TB.PF, TB. TH AND SMI) FOR THE ARCHAEOLOGICAL SAMPLES.

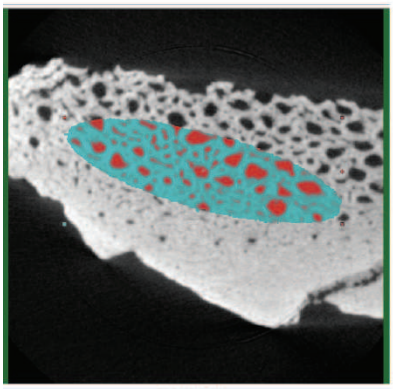


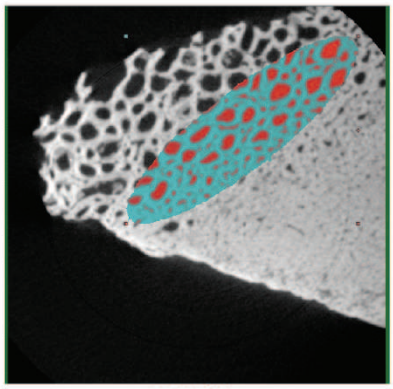
ANNEXE 14. ANALYSES MICRO-CT DES PIECES DE SANTA CATALINA, NIVEAU III (SCAN ET SELECTION DU VOI).
1/4

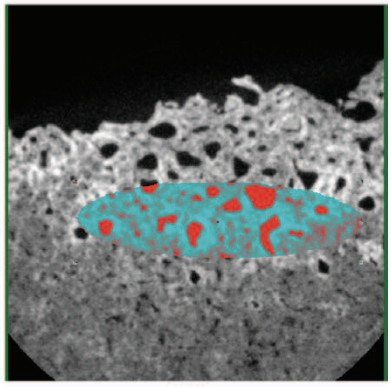

10380-1

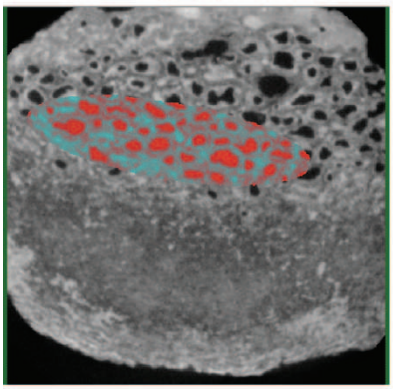
10380-2

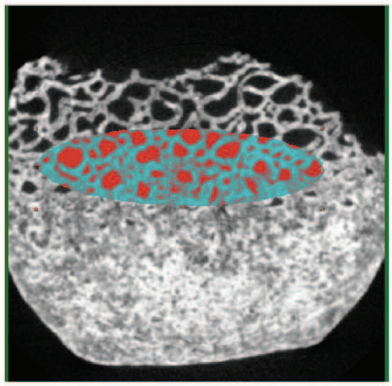
10380-3

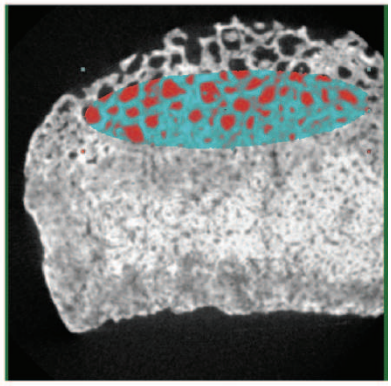

74-1

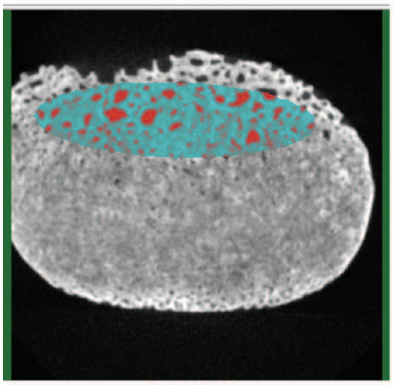

74-2

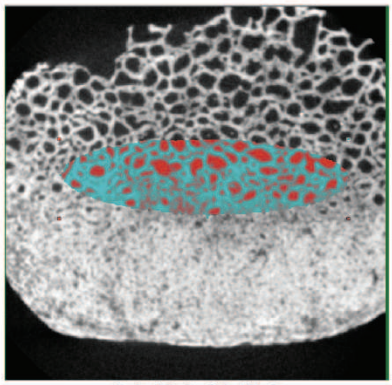

80

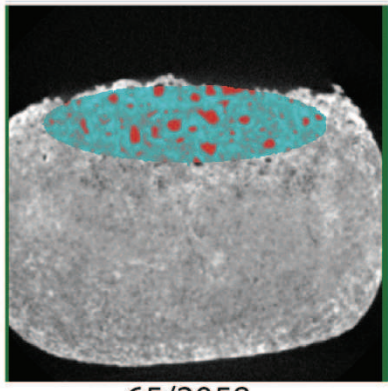

1809-2


1297

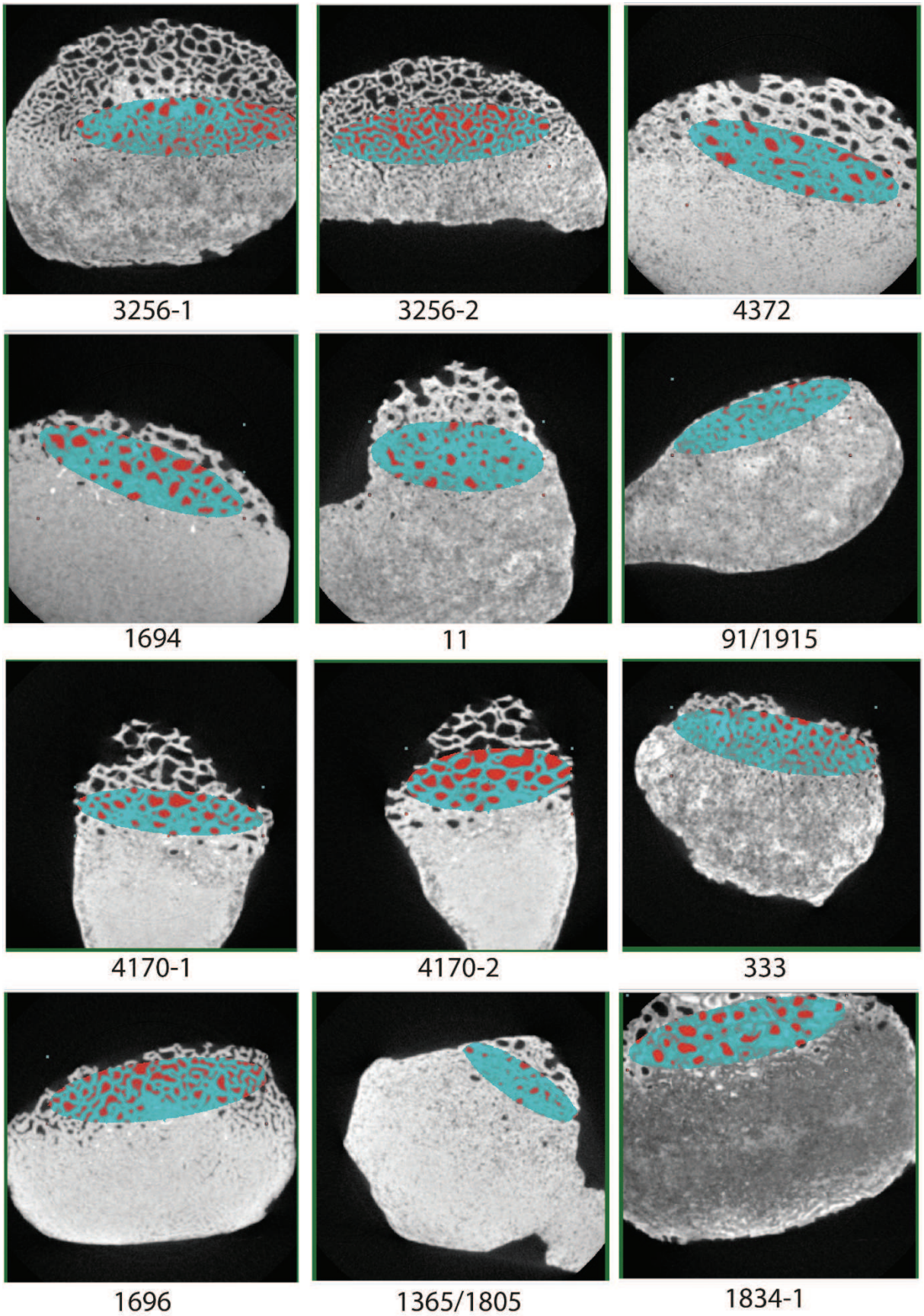

1652


70/105

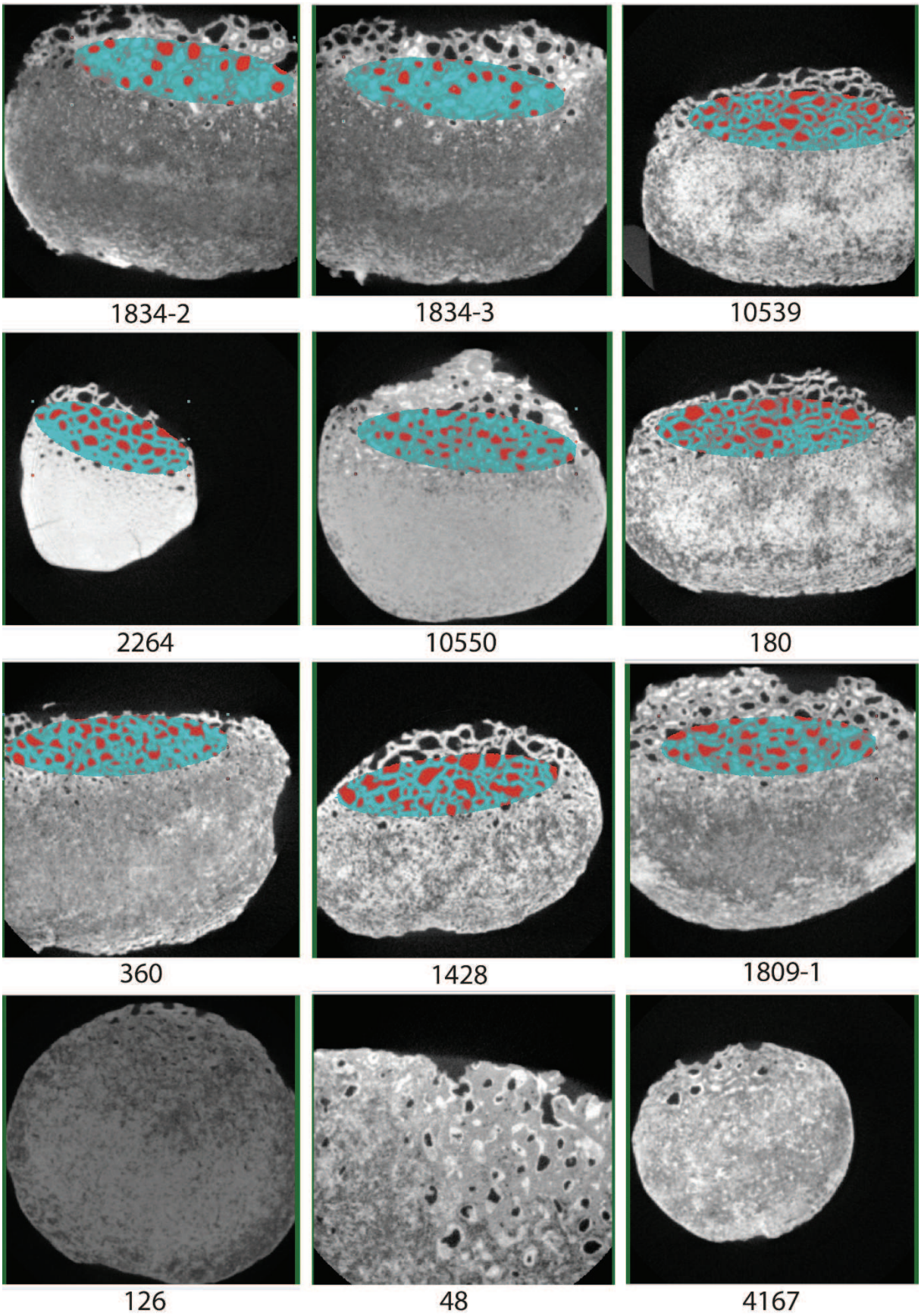

29/2268/33


65/2058

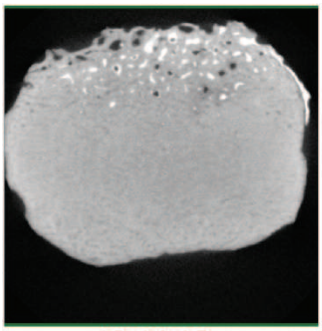
ANALYSES MICRO-CT DES PIECES DE SANTA CATALINA, NIVEAU III (SCAN ET SELECTION DU VOI).
2/4



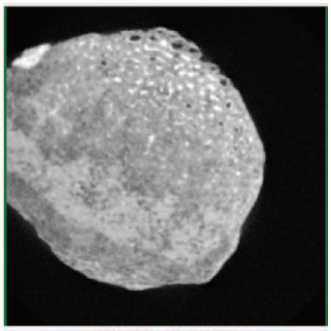
ANALYSES MICRO-CT DES PIECES DE SANTA CATALINA, NIVEAU III (SCAN ET SELECTION DU VOI).
3/4



ANALYSES MICRO-CT DES PIECES DE SANTA CATALINA, NIVEAU III (SCAN ET SELECTION DU VOI). 4/4

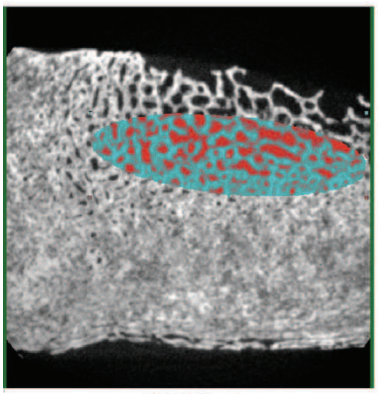


13-14-15

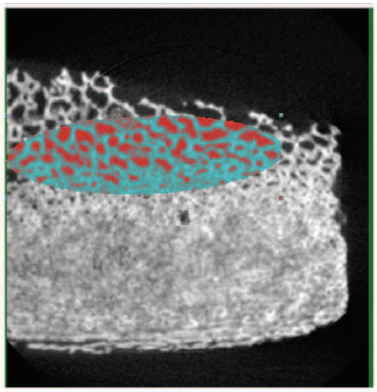


1416-10552

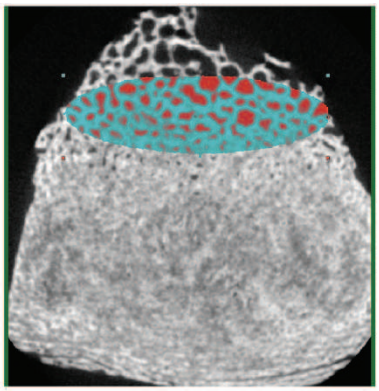
ANNEXE 15. ANALYSES MICRO-CT DES PIECES DE LA BORA GRAN (SCAN ET SELECTION DU VOI). 1/5



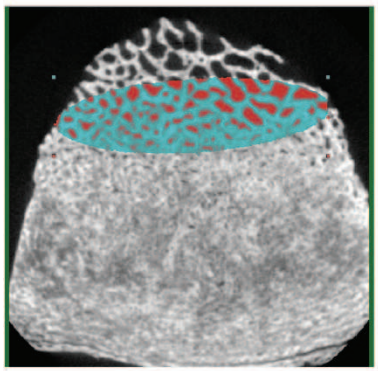
4203-1



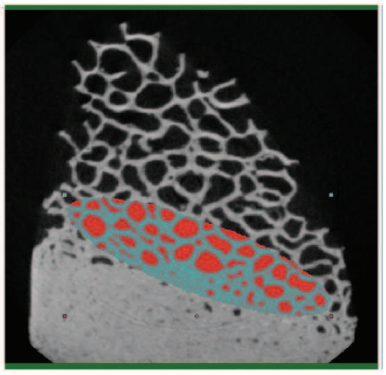
4203-2



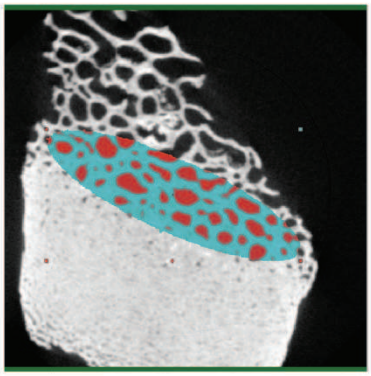
4348-1



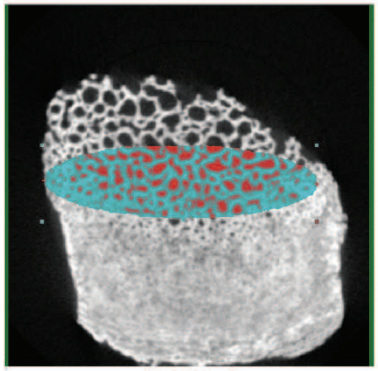
4348-2



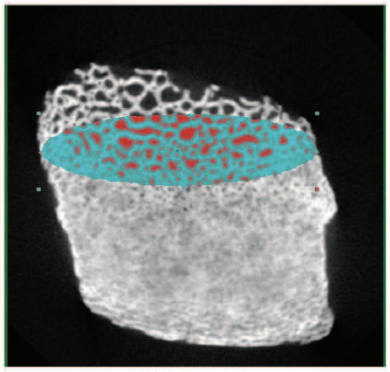
4410-1



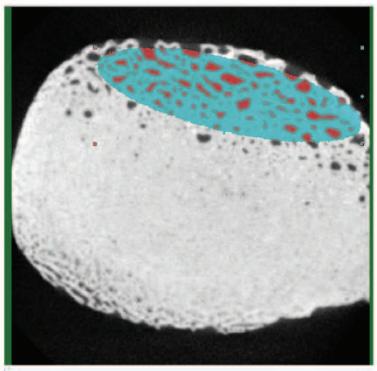
4410-2



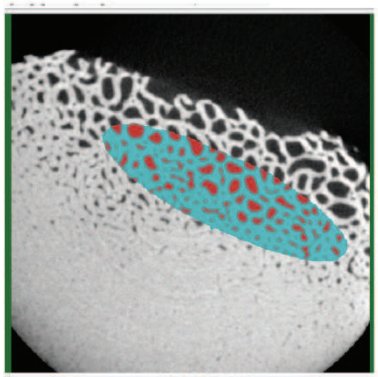
4206-1



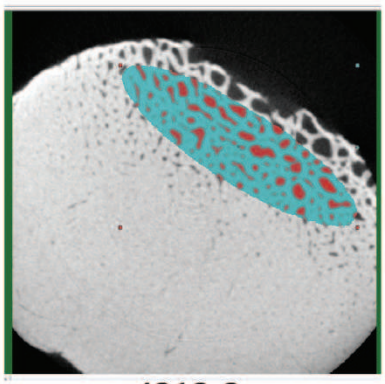
4206-2



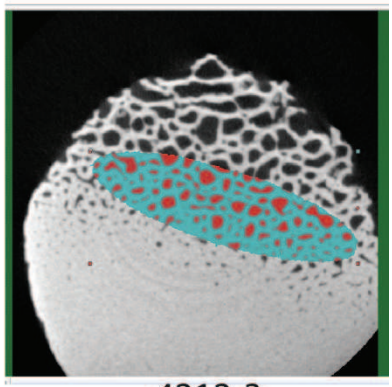
4194-1



4212-1

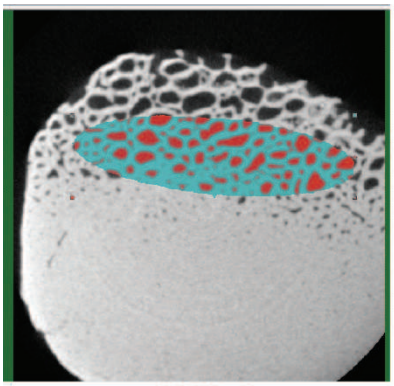


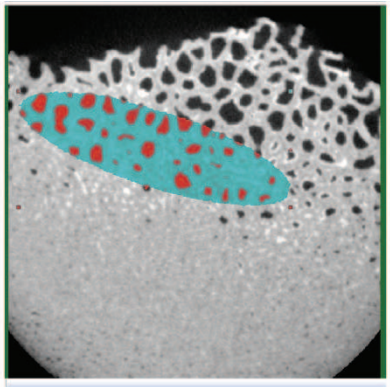
4212-2

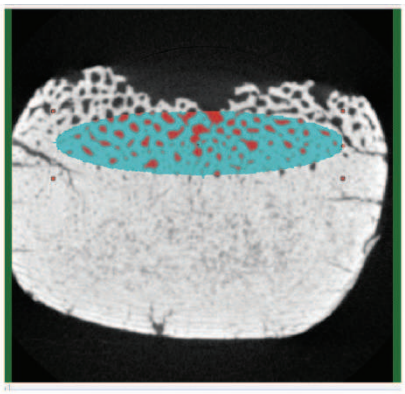


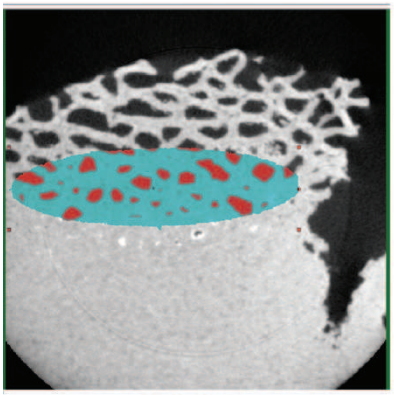
4212-3

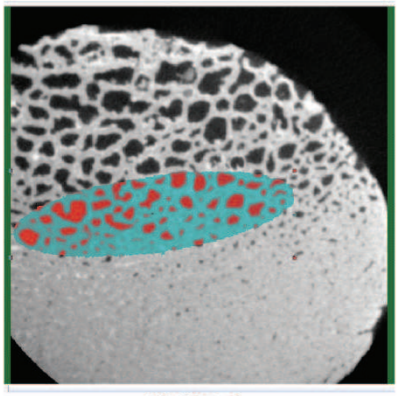
ANALYSES MICRO-CT DES PIECES DE LA BORA GRAN (SCAN ET SELECTION DU VOI).
2/5

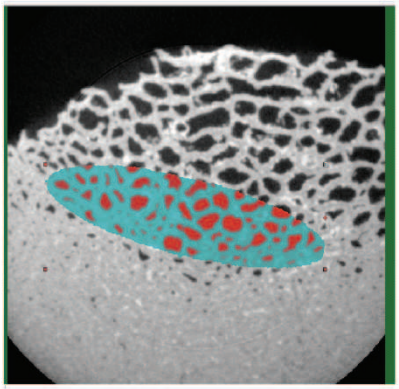

4212-4

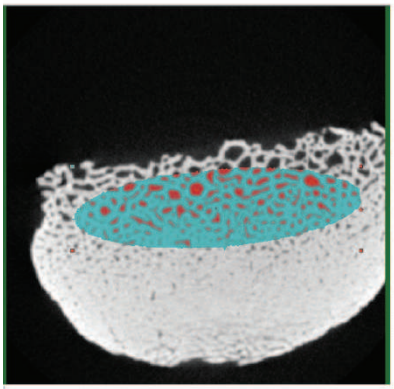

4223-2

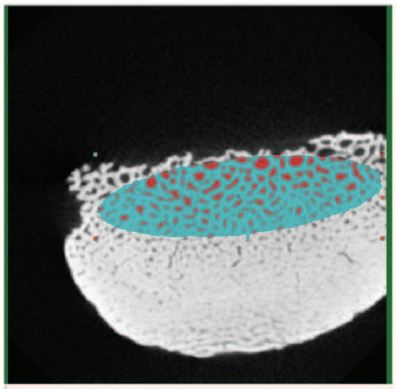

4168

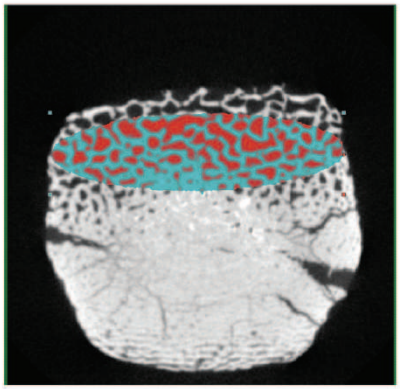

4215-2

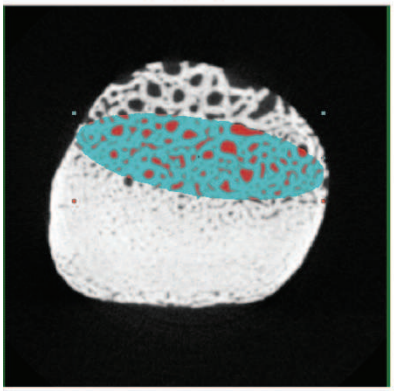

4307-1

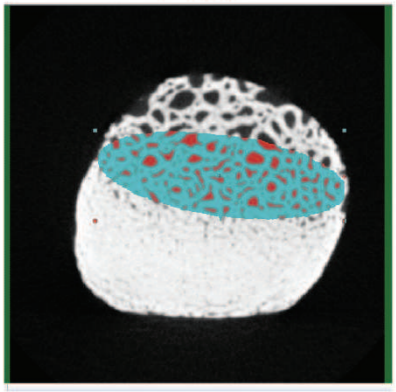

4307-2

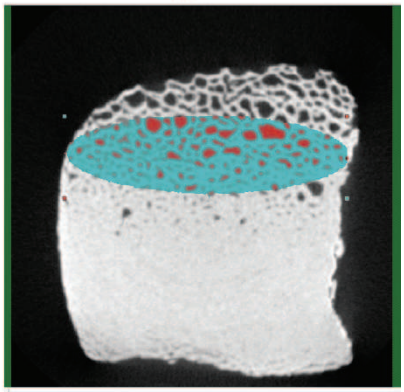

146-1


146-2

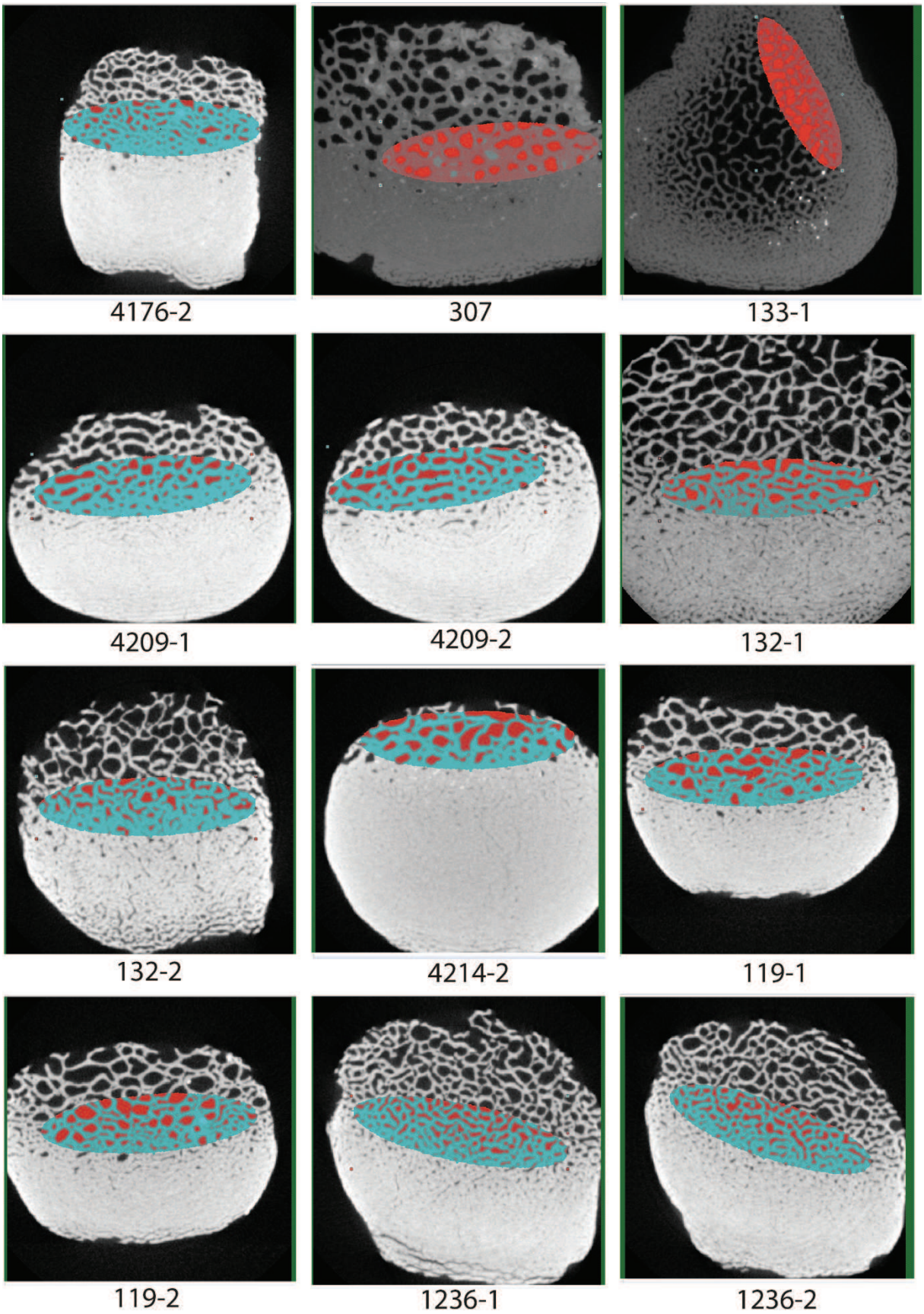

?


4437-1

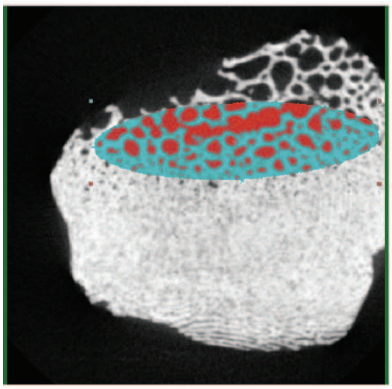

4437-2

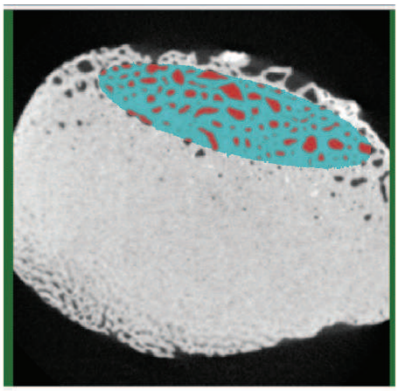

4176-1

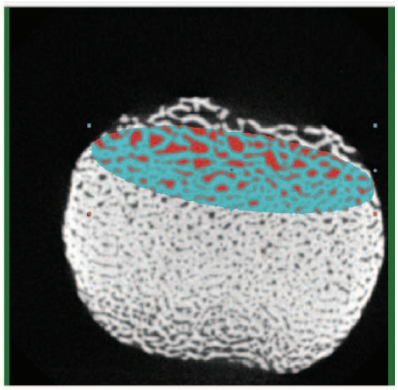
ANALYSES MICRO-CT DES PIECES DE LA BORA GRAN (SCAN ET SELECTION DU VOI).
3/5

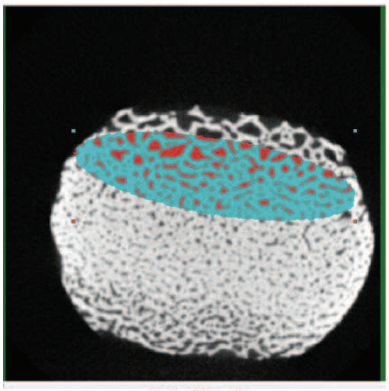


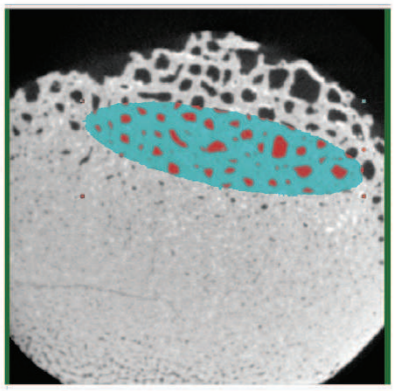
ANALYSES MICRO-CT DES PIECES DE LA BORA GRAN (SCAN ET SELECTION DU VOI).
4/5

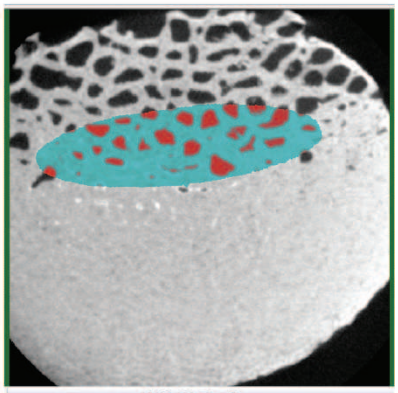

4825-1

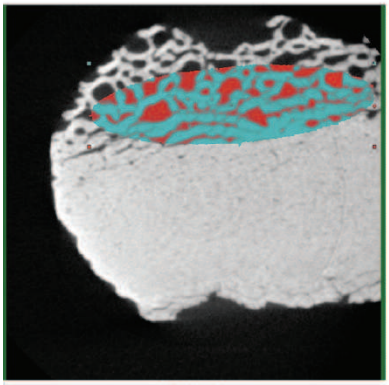

4194-2

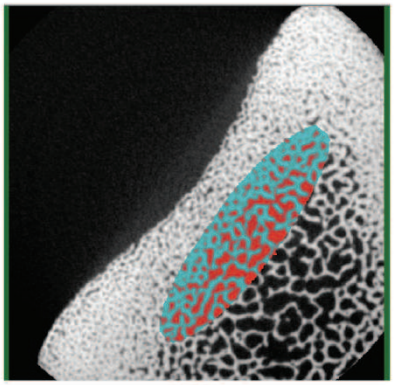

4167-1

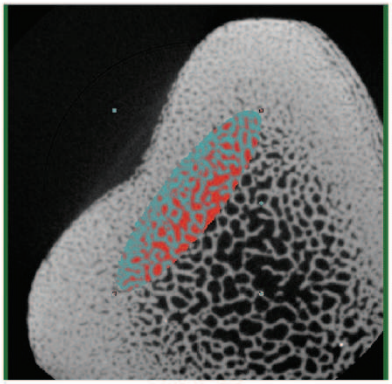

4167-2

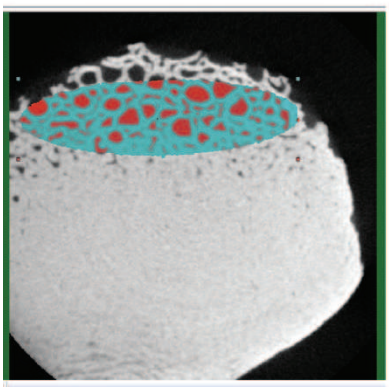

4223-1

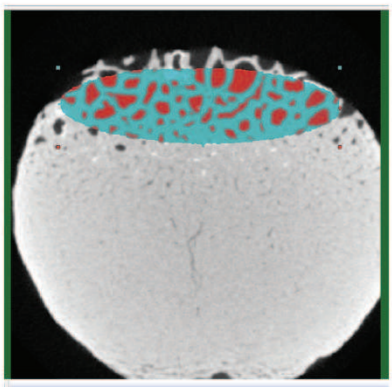

4215-1

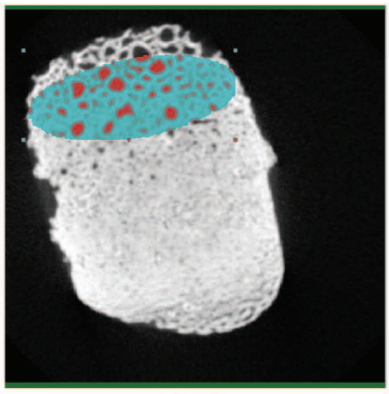

117


133-2

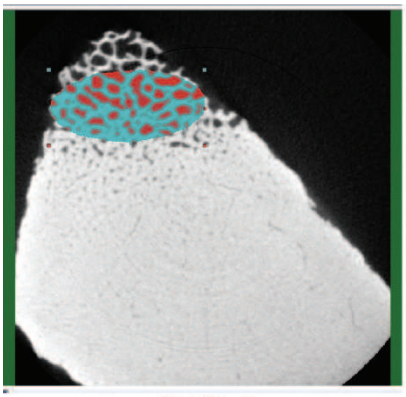

133-3

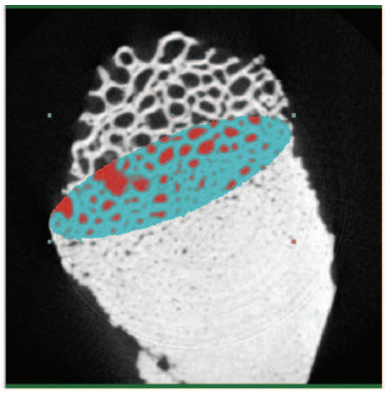

4196

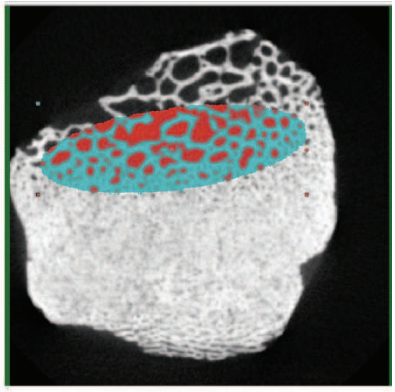

4214-1

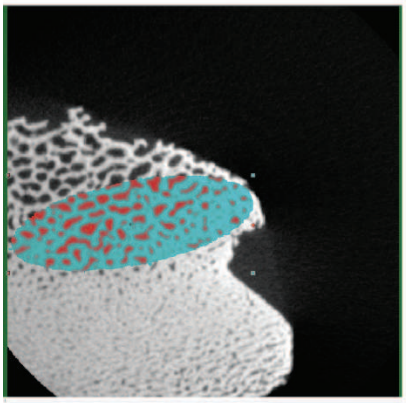

343

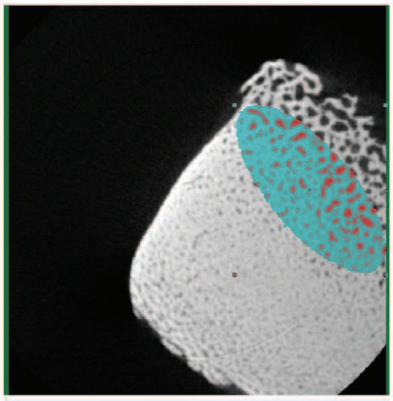
ANALYSES MICRO-CT DES PIECES DE LA BORA GRAN (SCAN ET SELECTION DU VOI).
5/5

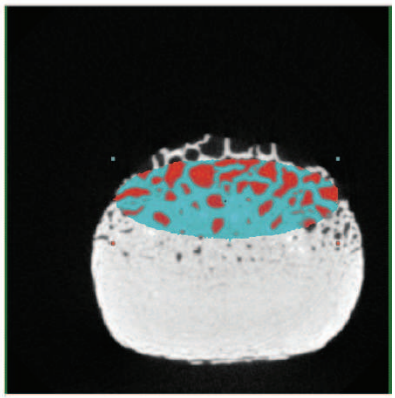

4452-1

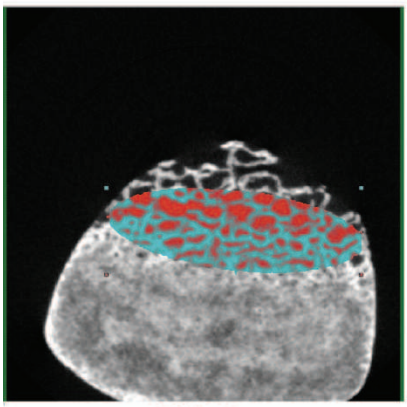

4840

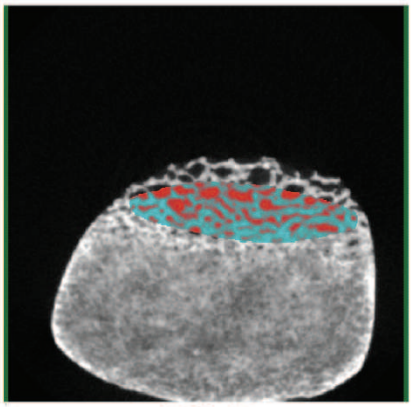

4825-2


4842-1


4842-2


4192


121-1


121-2

BIBLIOGRAPHIE

ADAMS A. (1982). Migration, In: THOMAS, J. AND TOWEILL, D., *Elk of North America*, Harrisburg, Stackpole Books: 301-321.

ADÁN ÁLVAREZ G.-E. (1997). *De la caza al útil : la industria ósea del Tardiglaciar en Asturias*. Servicio de Publicaciones Principado de Asturias: 283 p.

AKHTAR R., DAYMOND M.-R., ALMER J.-D., MUMMERY P.-M. (2008). Elastic strains in antler trabecular bone determined by synchroton X-ray diffraction, *Acta Biomateriala*; 4: 1677-1687.

ALBRECHT G. (1977). *Testing of materials as used for bone points of the Upper Palaeolithic*, Colloques Internationaux du C.N.R.S; 568, Méthodologie appliquée à l'industrie de l'os préhistorique: 119-124.

ALLAIN J., FRITSCH R., RIGAUD A., TROTIGNON F. (1974). Le débitage du bois de renne dans les niveaux à raclettes du Badegoulien de l'Abri Fritsch et sa signification, In. Camps-Fabrer H. (dir.), *Premier colloque international sur l'industrie de l'os dans la préhistoire*, Abbaye de Sénanque, 1974, Publication de l'Université de Provence avec le concours du C.N.R.S., p. 67-71.

ALLAIN J., RIGAUD A. (1986). Décor et fonction : quelques exemples tirés du Magdalénien, *L'Anthropologie,* 90 : 713-738.

ALSIUS P. (2015). *El Magdaleniense de la provincia de Gerona*, Revista de Gerona ; Documenta Universitaria, (Eds. N. Soler), 1907-1908 : 436 p.

ALTUNA J. (1971). El reno en el Würm de la Península Ibérica, *MUNIBE (San Sebastián)*, Sociedad de Ciencias Naturales ARANZADI ; XXIII (1) : 71-90.

ALTUNA J. (1972). Fauna de Mamíferos de los yacimientos prehistóricos de Guipúzcoa, *Munibe* ; 24 : 464p.

ALTUNA J. (1976). Los Mamíferos del yacimiento prehistórico de Tito Bustillo (Asturias), In : Moure JA, Cano M (Dir), *Excavaciones en la cueva de Tito Bustillo (Asturias)*, Diputación Provincial de Oviedo : 149-194.

ALTUNA J. (1981). Restos óseos del yacimiento prehistórico del Rascaño, In : Gonález Echegaray J, Barandiarán Maestu I. (Dir), *El Paleolítico Superior de la Cueva de Rascaño (Santander)*, Centro de Investigación y Museo de Altamira, Santander : 221-275.

ALTUNA J. (1985). Dataciones de C14. Comparación con las dataciones de otros yacimientos. *Munibe;* 37: 25-28.

ALTUNA J. (1986). The Mamalian faunas from the prehistoric site of La Riera, In: Straus LG, Clarck G, *La Riera cave. Stone Age Hunter Gatherer adaptations in Northern Spain*, Anthropological Research Paper; 36: 237-274.

ALTUNA J. (1995). Faunas de mamíferos y cambios ambientales durante el Tardiglaciar cantábrico, In: Moure Romanillo A, and Gonzales Sainz C*, El final del Paleolítico Cantábrico,"*Universidad de Cantabria, Santander: 77-117.

ALTUNA J. (2011). Cueva de Ekain. *Arkeoikuska : investigación arqueológica 2010* : 346-348.

ALTUNA J., MARIEZKURRENA K. (1982). Restos óseos del yacimiento prehistórico de Abauntz (Arraiz, Navarra), *Trabajos de Arqueología Navarra* ; 3 : 347-354.

ALTUNA J., MARIEZKURRENA K. (1984). Bases de subsistencia de origen animal en el yacimiento de Ekain, In : Merino JM (Eds), *El yacimiento prehistórico de la cueva de Ekain (Deba, Guipúzcoa)*, Sociedad de estudios Vascos, San Sebastián : 211-280.

ALTUNA J., MERINO J.-M. (1984). *El yacimiento prehistórico de la Cueva de Ekain (Deba, Guipuzcoa), Colección Barandiarán,* Sociedad de Estudios Vascos, San Sebastián : 351 p.

ALTUNA J., BALDEÓN A., MARIEZKURRENA K. (1985). Cazadores magdalenienses en Erralla (Cestona, País Vasco), Aranzadi Zientzia Elkartea, Donostia-San Sebastian, *Munibe* ; 37 : 206 p.

ALTUNA J., MARIEZKURRENA K. (1985). Bases de subsistencia de las pobladores de Erralla : Macromamíferos, In : Altuna J, Baldeón A, Mariezkurrena K, (coords*), Cazadores magdalenienses en Erralla* (Cestona, País Vasco), Aranzadi Zientzia Elkartea, Donostia-San Sebastian, *Munibe* ; 37 (capítulo 8) : 87-117.

ALTUNA J., MARIEZKURRENA K. (1995). Les restes osseux de macro-mammifères. In : Straus, L.G. (Ed.), Les derniers chasseurs de rennes du monde pyrénéen, L'abri Dufaure : un gisement tardiglaciaire en Gascogne, *Mémoire de la Société Préhistorique française* ; 22 : 181-211.

ALTUNA J., MARIEZKURRENA K. (2001). Restos de macromamíferos del yacimiento de Zatoya (Navarra), *Trabajos de Arqueología Navarra* ; 15 : 101-114.

ALTUNA J., MARIEZKURRENA K., ELORZA M. (2002). Arqueozoología de los niveles paleolíticos de Abauntz (Arraiz, Navarra), *Saldvie, Estudios de Prehistoria y Arqueología ;* 2 : 1-26.

ALTUNA J., MARIEZKURRENA K., RÍOS F., WESBUER J. (2010). Contorno recortado de ave en el yacimiento de Ekain (Deba, País Vasco), IFRAO Congress. Pléistocene Art of the World. Ariège - Pyrénées, France: 230-231.

ÁLVAREZ FERNÁNDEZ E. (2006). *Los objetos de adorno-colgantes del Paleolítico supe- rior y del Mesolítico en la Cornisa Cantábrica y en el Valle del Ebro : una visión europea*, Thèse de doctorat, Universidad de Salamanca.

ANGEVIN R., LANGLAIS M. (2009). Où sont les lames ? Enquête sur les « caches » et « dépôts » de lames du Magdalénien moyen (15000-13500 BP), In : Bonnardin S., Hamon C., Lauwers M., Quilliec B. (dir.), *Du matériel au spirituel. Réalités archéologiques et historiques des « dépôts » de la Préhistoire à nos jours*, Antibes, APDCA, 2009 : 223-242.

ANTUNES N. (2015). *Application d'algorithmes prédictifs à l'identification de niches écoculturelles des populations du passé : approche ethnoarchéologique*, Thèse de doctorat, Université de Bordeaux : 301 p.

ARAMBOUROU R., DELPECH F., EVIN J., LAURENT P., PAQUEREAU M.-M, SCHVOERER M., THIBAULT C. (1978). Le gisement préhistorique de Duruthy à Sorde-L'Abbaye (Landes), Bilan des recherches de 1958 à 1975, *Mémoires de la Société Préhistorique Française*, Paris, C.N.R.S. ; 13 : 158 p.

ARCEREDILLO ALONSO D., GÓMEZ-OLIVENCIA A., SAN PEDRO Z. (2013). La fauna de macromamíferos de los niveles pleistocenos de la cueva de Arlanpe (Lemoa, Biizkaia), In: Rios-Garaizar J, Garate D, Gómez-Olivencia A (coords.), *La cueva de Arlanpe (Lemoa): Ocupaciones humanas desde el Paleolítico Medio Antiguo hasta la Prehistoria Reciente***,** Kobie, Serie Bizkaiko Arkeologi Indusketak - Excavaciones Arqueologicas en Bizkaia; 3: 123-160.

ARIAS CABAL P., ONTAÑÓN PEREDO R., ÁLVAREZ FERNÁNDEZ E., TERESA APARICIO M., CHAUVIN A., CLEMENTE CONTE I., CUETO RAPADO M., GONZÁLEZ URQUIJO J.-E., IBÁÑEZ ESTÉVEZ J.-J., TAPIA SAGARNA J., TEIRA MAYOLINI L.-C. (2005). La Estructura Magdaleniense de La Garma A. Aproximación a la Organización Espacial de un Hábitat Paleolítico, In : Nuno Bicho, María Soledad Corchón Rodríguez (coords), *O Paleolítico : actas do IV Congresso de Arqueologia Peninsular* (Faro, 14 a 19 de Setembro de 2004) : 123-142. ISBN 972-99693-0-2

ASSOCIATION NATIONALE DES CHASSEURS DE GRANDS GIBIERS. (2013). *Le grand gibier. Les espèces, la chasse, la gestion*, Ed. du gerfaut, Bruxelles : 373 p.

AVERBOUH A. (2000). *Technologie de la matière osseuse travaillée et implications palethnologiques*, Thèse de doctorat, Université Paris I ; 2 vol. : 500 p.

AVERBOUH A. (2005). Collecte du bois de renne et territoire d'exploitation chez les groupes magdaléniens des Pyrénées ariégeoises, In : Vialou D., Renault-Miskovsky J., Patou-Mathis M. (dir.), *Comportements des hommes du Paléolithique moyen et supérieur en Europe : territoires et milieux*, Liège, université de Liège, *ERAUL* ; 111 : 59-70.

AVERBOUH A., BÉGOUËN R., CLOTTES J. (1999). Technique et économie du travail du bois de cervidé chez les Magdaléniens d'Enlène (Montesquieu-Avantès, Ariège) : vers l'identification d'un cycle saisonnier de production ? In : Julien M. Averbouh A., Ramseyer D. (dir.), *Préhistoire d'os. Recueil d'études sur l'industrie osseuse préhistorique offert à Henriette Camps-Fabrer*, Aix-en-Provence, publications de l'université de Provence : 289-318.

AVERBOUH A., PÉTILLON J.-M. (2012). Le travail du bois de renne dans les couches badegouliennes, In : J. Clottes, J.-P. Giraud, P. Chalard (dir.), *Solutréen et Badegoulien au Cuzoul de Vers, Des chasseurs de Renne en Quercy,* Presses de l'Université de Liège, 2012, ERAUL, 131, p. 359-386.

AVERBOUH A., FERUGLIO V. (2016). L'ancrage du symbolique dans le réel. Réflexions sur les representations de bois de cerfs à Lascaux (Dordogne, France), Hommage à Norbert AUJOULAT ; PALEO, numéro hors série : 91 à 102.

BAHN P.-G. (1984). *Pyrenean prehistory. A palaeoeconomic Survey of the French sites*, Aris & Phillips Ltd, Warminster: 511 p.

BAILLS H., FULLOLA I PERICOT J.-M. (2003). La dynamique de diffusion du magdalénien dans l'est pyrénéen, In : H. BAILLS dir., *Les Conques. Des chasseurs et leur territoire*, *ERAUL*; 101: 197-204.

BANKS W.-E., D'ERRICO F., TOWNSEND PETERSON A., KAGEYAMA M., COLOMBEAU G. (2008). Reconstructing ecological niches and geographic distributions of caribou (Rangifer tarandus) and red deer (Cervus elaphus) during the Last Glacial Maximum, *Quaternary Science Reviews;* 27: 2568-2575.

BANKS W.-E., D'ERRICO F., ZILHÃO J. (2013). Human climate interaction during the Early Upper Paleolithic: testing the hypothesis of an adaptive shift between the Proto-Aurignacian and the Early Aurignacian, *Journal of Human Evolution;* 64 (1): 39-55.

BARANDIARÁN J.-M., ALTUNA J. (1977). Excavaciones en Ekain, *MUNIBE*, Sociedad de Ciencias ARANZADI, San Sebastián, Año XXIX; 1-2: 3-58.

BARANDIARÁN J.-M., CAVA A. (2001). El Paleolítico superior de la cueva de Zatoya (Navarra) : actualización de los datos en 1997, *Trabajos de Arqueología Navarra* ; 15 : 5-99.

BARBAZA M. (1996a). Le Magdalénien supérieur final et l'Azilien dans les Pyrénées centrales. La grotte-abri du Moulin à Troubat (Hautes-Pyrénées) et son contexte. In : H. DELPORTE et J. CLOTTES dir., *Pyrénées préhistoriques arts et sociétés*, 118e Congrès du CTHS, Pau, 1993, Ed. CTHS, Paris : 311-326.

BARBAZA M. (1996b). Le Magdalénien terminal des Pyrénées françaises. In : *L'art préhistorique des Pyrénées*, Ed. de la Réunion des Musées Nationaux, Paris : 124-131.

BARBAZA M. (1997). *La grotte de Troubat (Hautes-Pyrénées),* 1er rapport intermédiaire, 26 p.

BARBAZA M. (1998). *La grotte de Troubat (Hautes-Pyrénées*), 2ème rapport intermédiaire, 26 p.

BARBAZA M. (2009). L'Azilien de la grotte de Troubat dans ses divers contextes, In : Fabre D. (dir), *De Méditerranée et d'ailleurs... Mélanges offerts à Jean Guilaine*, Archives d'Écologie Préhistorique, Toulouse : Centre de Recherches sur la Pré- et Protohistoire de la Méditerranée : 31-48.

BARBAZA M. (2011). Environmental changes and cultural dynamics along the northern slope of the Pyrenees during the Younger Dryas, *Quaternary International*; 242 (2): 313-327. doi:10.1016/j.quaint.2011.03.012

BARBAZA M., HEINZ C. (1992) - La grotte-abri du Moulin (Troubat, Hautes-Pyrénées). Environnement et Archéologie, Bulletin de la Société Botanique de France, Actualités Botaniques ; 139 : 2-4, 685-695, DOI : 10.1080/01811789.1992.10827140

BARBAZA M., ALRIVIE M., COSTAMAGNO S., FERRIER C., FOURMENT N., JARRY M., LACOMBE S., RUAS M.-P. (1999). *La grotte de Troubat (Hautes-Pyrénées)*, Rapport triennal, 98 p.

BARD E. (2003). North-Atlantic sea surface temperature reconstruction, In: *IGBP PAGES/World Data Center for Paleoclimatology Data Contribution Series 26NOAA/NGDC* Paleoclimatology Program, Boulder CO, USA.

BARKER S., DIZ P., VAUTRAVERS M.-J., PIKE J., KNORR G., HALL I.-R., BROECKER W.-S. (2009). Interhemispheric Atlantic seesaw response during the last deglaciation, *Nature;* 457: 1097-1102.

BARTOS L. (1990). Social Status and Antler Development in Red Deer, *in: Bubenik G., A., Horns, Pronghorns and Antlers,* Springer-Verlag, New-York : 442-464. dx.doi.org/10.1071/AN10195

BAUMANN M. (2006-2007). L'industrie en matières dures animales du site magdalénien d'Aurensan (Bagnères-de-Bigorre, Hautes-Pyrénées), *Antiquités nationales* ; 38 : 21-40.

BAUMANN M. (2014). *À l'ombre des feuilles de Laurier, les équipements osseux solutréens du sud-ouest de la France. Apports et limites des collections anciennes*, Thèse de doctorat, Université de Paris I - Panthéon-Sorbonne : 593 p.

BAUMANN M., MAURY S. (2013). Ideas no longer written in antler, *Journal of Archaeological Science;* 40: 601-614.

BÉGOUËN R., FRITZ C., TOSELLO G., CLOTTES J., PASTOORS A., FAIST F. (2009). *Le sanctuaire secret des Bisons. Il y a 14000 ans, dans la caverne du Tuc d'Audoubert...* , Ed. d'art Somogy et Assoc. L. Bégouën : 416 p.

BELLO S.-M., DE GROOTE I., DELBARRE G. (2013). Application of 3-dimensional microscopy and micro-CT scanning to the analysis of magdalenian portable art on bone and antler, *Journal of Archaeological Science*; 40 (5): 2464-2476. doi:10.1016/j.jas.2012.12.016

BELLO S.-M., PARFITT S.-A., DE GROOTE I., KENNAWAY G. (2013). Investigating experimental knapping in damage on an antler hammer: a pilot-study using high-resolution imaging and analytical techniques, *Journal of Archaeological Science;* 40 (12): 4528-4537. doi:10.1016/j.jas.2013.07.016

BENAZZI S., DOUKA K., FORNAI C., BAUER C.-C., KULLMER O., SVOBODA J., PAP I., MALLEGNI F., BAYLE P., COQUERELLE M., CONDEMI S., RONCHITELLI A., HARVATI K., WEBER G.-W. (2011). Early dispersal of modern humans in Europe and implications for Neanderthal behaviour, *Nature*; 479: 525–528. doi:10.1038/nature10617

BERGADÀ M., BURJACHS F., FULLOLA J.-M. (1999). Évolution paléo-environnementale de 14.500 à 10.000 BP dans les pré-Pyrénées catalans : la grotte du Parco (Alòs de Balaguer, Lleida, Espagne), *L'Anthropologie* ; 103 (2) : 249-264.

BERGANZA E., RUIZ IDARRAGA R. (2002). Un colgante decorado Magdaleniense del yacimiento de Santa Catalina (Lekeitio, Bizkaia), MUNIBE ; 54 : 67-77. ISSN 1132-2217

BERGANZA E., RUIZ IDARRAGA R. (2004). Una piedra, un mundo. Un percutor magdaleniense decorado, Diputación Foral de Álava.

BERGANZA E., ARRIBAS J.-L. (2010). Dientes de herbívoros serrados e incisos de la cueva de Santa Catalina (Lekeitio, Bizkaia), *MUNIBE* (Antropologia-Arkeologia) ; 61 : 57-70. ISSN 1132-2217

BERGANZA E., ARRIBAS J.-L., CASTAÑOS P., ELORZA M., GONZÁLES-URQUIJO J.-E., IBÁÑEZ J.-J., IRIARTE-CHIAPUSSO M.-J., MORALES MUÑIZ A., PEMÁN E., ROSALES T., ROSELLÓ IZQUIERDO E., RUIZ IDARRAGA R., URIZ A., UZQUIANO P., VÁSQUEZ V., ZAPATA PEÑA L. (2012a). La transición al tardiglaciar en la costa oriental de Bizkaia : el yacimiento de Santa Catalina. Resultados preliminares, In : Arias, P., Corchón, M. S., Menéndez, M. & Rodríguez, J. A. (eds.) : *El Paleolítico Superior Cantábrico. Actas de la Primera Mesa Redonda. San Román de Candamo (Asturias) 26-28 de abril 2007*, PUbliCan-Ediciones de la Universidad de Cantabria, Santander : 171-182.

BERGANZA E., ARRIBAS J.-L., RUIZ IDARRAGA R. (2012b). Estudio tecnológico de los moluscos marinos perforados de los yacimientos de Lumentxa y Santa Catalina (Lekeitio, Bizkaia). Technological study about the perforated sea molluscs from the Lumentxa and Santa Catalina sites (Lekeitio, Bizkaia), *Munibe*; 63: 93-104.

BERGANZA E., ARRIBAS J.-L. (2014a). La intervención arqueológica en el yacimiento de la cueva de Santa Catalina, *Kobie* (Serie Bizkaiko Arkeologi Indusketak - Excavaciones Arqueologicas en Bizkaia) ; 4 : 7-24.

BERGANZA E., ARRIBAS J.-L. (2014b). Dataciones de radiocarbono, In : E. Berganza, JL Arribas (Coords.)*, La cueva de Santa Catalina (Lekeitio, Bizkaia) : La intervención arqueológica. Restos vegetales, animales y humanos,* KOBIE, Serie excavaciones arqueológicas, Bilbao : 25-32.

BERGANZA E., ARRIBAS J.-L. (2014c). El entorno físico de las ocupaciones de Santa Catalina, Kobie Serie Bizkaiko Arkeologi Indusketak - Excavaciones Arqueologicas en Bizkaia (4) : 367-378. ISSN 0214-7971

BERGANZA E., RUIZ IDARRAGA R. (2014). Candil de ciervo decorado del yacimiento de Santa Catalina (Bizkaia, España). Tecnología y funcionalidad, MUNIBE; 65: 25-36. ISSN 1132-2217

BERGER A. (1978). Long-term variations of caloric solar radiation resulting from the earth's orbital elements, *Quaternary Research;* 9: 139–167.

BERNARDINI F., TUNIZ C., COPPA A., MANCINI L., DREOSSI D., EICHERT D., TURCO G., BIASOTTO M., TERRASI F., DE CESARE N., HUA Q., LEVCHENKO V. (2012). Beeswax as dental filling on a Neolithic human tooth, *PLoS ONE*; 7 (9): e44904. doi:10.1371/journal.pone.0044904

BERTRAND A. (1999). *Les armatures de sagaies magdaléniennes en matière dure animale dans les Pyrénées*, Oxford, Archaeopress (BAR International Series, 773) : 139 p.

BIDART P., CHAUVIÈRE F.-X., MORALA A., TURQ A. (2001). L'industrie sur matières dures animales des roches à Castelmoron (Lot-et-Garonne) : étude de la collection Vergain, *Préhistoire du Sud-Ouest* ; 8 (1) : 31-46.

BILLAMBOZ A. (1979). Les vestiges en bois de cervidés dans les gisements de l'époque holocène. Essai d'identification de la ramure et de ses composantes pour l'étude technologique et l'interprétation palethnographique, In : CAMPS-FABRER (H.) Dir, *L'industrie de l'os et bois de cervidé durant le Néolithique et l'Age des Métaux, Première réunion du groupe de travail n°3 sur l'industrie de l'os préhistorique*, Abbaye de Senanque, 1976, CNRS, Paris 1979, Aix-en- Provence, 1978, Paris, CNRS Ed : 93-129.

BINFORD L.-R. (1982). The archaeology of place, *Journal of Anthropological Archaeology;* 1 : 5-31.

BIROUSTE C. (2011). *Le renne, matériau incontournable des constructions du Paléolithique supérieur*, Master 2, Université Toulouse Jean-Jaurès : 65 p.

BJÖRK S., WALKET M.-J.-C., CWYNAR L.-C., JOHNSEN S., KNUDSEN K.-L., LOWE J.-J., WOHLFARTH B., INTIMATE MEMBERS. (1998). An event stratigraphy for the last termination in the north Atlantic region based on the Greenland ice-core record: a proposal by the Intimate group, *Journal of Quaternary Science*; 13: 238-292.

BLOSSEVILLE R. (2014). *Analyse prospective de la microarchitecture de l'os cortical en termes de détermination spécifique chez les mammifères (humain vs non-humain)*, Mémoire de Master 2, Université de Bordeaux.

BOCHERENS H., DRUCKER D.-G., BILLIOU D., GENESTE J.-M., VAN DER PLICHT J. (2006). Bears and humans in Chauvet Cave (Vallon-Pont-d'Arc, Ardèche, France): Insights from stable isotopes and radiocarbon dating of bone collagen, *Journal of Human Evolution*; 50: 370-376. doi:10.1016/j.jhevol.2005.12.002

BON F. (2009). *Préhistoire. La fabrique de l'Homme*. Editions du Seuil, Paris : 339 p.

BONNISSENT D. (1993). *Choix et exploitation des bois de Rennes sur le site de la Madeleine (Dordogne)*, Mémoire de D.E.A., Université de Bordeaux : 48 p.

BONNISSENT D., CHAUVIÈRE F.-X. (1999). L'industrie sur matières dures animales, *Gallia préhistoire* ; 41 : 36-53. doi : 10.3406/galip.1999.2341

BORAO ÁLVAREZ M. (2012). Estudio technológico y tipológico de los útiles fabricados sobre materias duras animales en el Magdaleniense superior de la Cova de les Cendres (Teulada-Moraira, Alicante), *SAGVNTVM* (P.L.A.V.) ; 44 : 17-37. doi: 10.7203/SAGVNTVM.44.1653

BOSCHIN F., BERNARDINI F., ZANOLLI C., TUNIZ C. (2015). MicroCT imaging of Red fox talus: a non-invasive approach to evaluate age at death, *Archaeometry*; 57 (1): 194–211. doi: 10.1111/arcm.12122

BOSINSKI G., BOSINSKI H. (2009). Seals from the Magdalenian site of Gönnersdorf (Rhineland, Germany), In: Bahn, P.G. (Ed.), *An Enquiring Mind. Studies in Honor of Alexander Marshack*, Oxbow Books, Oxford: 39-50.

BOUCHUD J. (1974). L'origine anatomique des matériaux osseux utilisés dans les industries préhistoriques, In : H. Camps-Fabrer (dir.), *Premier Colloque international sur l'industrie de l'os dans la Préhistoire*, abbaye de Sénanque, avril 1974, Aix-en-Provence, éditions de l'Université de Provence : 21-26.

BOULE M. (1896). La grotte d'Isturitz (Basses-Pyrénées), *L'Anthropologie* ; 7 (6) : 725-726.

BOURDIER C., CHEHMANA L., PÉTILLON J.-M., VALLADAS H. (2014). L'abri-sous-roche orné de Reverdit (Sergeac, Dordogne) : l'apport d'une approche pluridisciplinaire à l'élaboration d'un nouveau cadre chronoculturel, In : Jaubert, J., Fourment, N., Depaepe, p (Eds.), *Transitions, Ruptures et Continuité en Préhistoire, Paléolithique et Mésolithique, Société préhistorique française* ; 2 : 431-447.

BOUXSEIN M.-L., BOYD S.-K., CHRISTIANSEN B.-A., GULDBERG R.-E., JEPSEN K.-J., MÜLLER R. (2010). Guidelines for assessment of bone microstructure in rodents using micro-computed tomography, *J. Bone Miner. Res.*; 25: 1468-1486. doi:10.1002/jbmr.141

BRADFIELD J. (2013). Investigating the potential of micro-focus computed tomography in the study of ancient bone tool function: results from actualistic experiments, *Journal of Archaeological Science*; 40 (6): 2606-2613. doi:10.1016/j.jas.2013.02.007

BRELURUT A, PINGARD A, THÉRIEZ M. (1990). *Le Cerf et Son Élevage : Alimentation, Techniques et Pathologie*, INRA. Techniques et Pratiques. Paris : 143p.

BROWN R.-D., COWAN R.-L., GRIEL L.-C. (1978). Correlation between antler and long bone relative bone mass and circulating androgens in white tailed deer (Odocoileus virginianus), *Am J Vet Res;* 6: 39p.

BUCKLEY M., COLLINS M., THOMAS-OATES J., WILSON J.-C. (2009). Species identification by analysis of bone collagen using matrix-assisted laser desorption/ionisation time-of-flight mass spectrometry, *Rapid Commun. Mass Spectrom;* 23: 3843–3854. doi: 10.1002/rcm.4316 PMID: 19899187

BUCKLEY M., COLLINS M. (2011). Collagen survival and its use for species identification in holocene lower Pleistocene bone fragments from british archeological and paleontological sites, *Antiqua 1*; 1: 1-7. http://dx.doi.org/10.4081/antiqua.2011.e1

BUCKLEY M., KANSA S.-W. (2011). Collagen fingerprinting of archeological bone and teeth remains from Domuztepe, south east Turkey, *Archeological Anthropological Science;* 3: 271–280. doi: 10.1007/s12520-011-0066-z

BUCKLEY M., FRASER S., HERMAN J., MELTON N.-D., MULVILLE J., PALSDOTTIR A.-H. (2014). Species identification of archeological marine mammals using collagen fingerprinting, J*ournal of Archaeological Science;* 41: 631–641. doi: 10.1016/j.jas.2013.08.021

BUISSON D. (1999). A propos de trois raccords de "propulseurs", Préhistoire d'os. Recueil d'études sur l'industrie osseuse préhistorique offert à Henriette Camps-Fabrer : 89-96.

BURCH E. (1972). The Caribou/wild Reindeer as a human ressource, *American Antiquity;* 37: 339-368.

CACHO I. (2006). Western Mediterranean d18O and Uk37 data and SST reconstructions, In: *IGBP PAGES/World Data Center for Paleoclimatology Data Contribution Series 106*, NOAA/NCDC Paleoclimatology Program, Boulder CO, USA.

CACHO I., GRIMALT J.-O., CANALS M., SBAFFI L., SHACKLETON N.-J., SCHOENFELD J., ZAHN R. (2001). Variability of the western Mediterranean Sea surface temperature during the last 25,000 years and its connection with the Northern Hemisphere climatic changes; *Paleoceanography*; 16: 40 p.

CACHO QUESADA C., DE LA TORRE SÁINZ I. (2005). Les harpons magdaléniens sur le versant méditerranéen espagnol, Mémoire 34 de la S.P.F., In: Dujardin (dir.), *Industrie Osseuse et parures du Solutréen au Magdalénien en Europe*, Table ronde sur le paléolithique supérieur récent, Angoulême (Charente) : 257-266.

CALVET M., DELMAS M., GUNNELL Y., BRAUCHER R., BOURLES D. (2011). Recent advances in research on quaternary glaciations in the Pyrenees, In: Ehlers, J., Gibbard, P.L., Hughes, P.D. (Eds.), *Quaternary Glaciations, Extent and Chronology, a Closer Look Part IV*. Elsevier, Amsterdam : 127-139.

CAMPENY VALL-LLOSERA G. (2009). Anàlisi morfotècnica de les atzagaies de la Bora Gran d'en Carreras (Serinyà, Pla de l'Estany), *Recerca investigació* : 57-84.

CANAL J, CARBONELL E. (1989). *Catalunya Paleolítica*, Girona: 436p.

CASTAÑOS J. (2014). Grandes faunas esteparias del cantábrico oriental. Estudio isotópico y paleontológico de los macrovertebrados del Pleistoceno superior de Kiputz IX (Mutriku, Gipuzkoa); Phd Thesis, Universidad del País Vasco: 354 p.

CASTAÑOS P. (1980). La Macrofauna de la cueva de la Paloma, In : Hoyos Gómez M, *La cueva de la Paloma. Soto de las Regueras (Asturias)*, Excavaciones arqueológicas en España ; 116 : 65-100.

CASTAÑOS P. (1982). Estudio de los Macromamíferos del yacimiento prehistórico de Cueto de la Mina (Asturias), *Boletín del Instituto de Estudios Asturianos* ; 105-106 : 43-63.

CASTAÑOS P. (1984). Estudio de los Macromamíferos de la cueva de Santimamiñe (Vizcaya), *Kobie (Serie Paleoantropología y Ciencias Naturales)* ; 14 : 235-318.

CASTAÑOS P. (1993). Estudio de los Macromamíferos de los niveles paleolíticos de Chaves, *Bolskan : Revista de arqueología del Instituto de Estudios Altoaragoneses* ; 10 : 9-30. ISSN 0214-4999

CASTAÑOS P. (2014). Estudio de los macromamíferos del yacimiento de Santa Catalina, In : Berganza E, Arribas JL (Coords.), La cueva de Santa Catalina (Lekeitio, Bizkaia) : La intervención arqueológica, Restos vegetales, animales y humanos*, Kobie* ; BAI 4 : 331-360.

CASTAÑOS J., CASTAÑOS P., MURÉLAGA X. (2006). Estudio osteométrico preliminar de los restos de ciervo (*Cervus elaphus*) del yacimiento paleontológico del Pleistoceno Superior de Kiputz IX (Mutriku, Gipuzkoa). *Geogaceta ;* 40 : 163-166.

CASTAÑOS P., CASTAÑOS J. (2011). Estrategias de caza en la secuencia prehistoria de Santimamiñe, *Kobie* ; 1 : 197-206.

CASTAÑOS J., CASTAÑOS P., MURÉLAGA X., ALONSO-OLAZABAL A., ORTEGA L.-A., ZULUAGA M.-C. (2014). Osteometric analysis of scapula and humerus for *Rangifer tarandus* and *Cervus elaphus*: A contribution to cervid discrimination of Late Pleistocene cervids, *Acta Paleontologica Polonica;* 59 (4): 779-786. doi: http://dx.doi.org/10.4202/app.2012.0027.

CATTELAIN P. (1986). Traces macroscopiques d'utilisation sur les propulseurs paléolithiques, *Helinium* ; 26 : 193-205.

CATTELAIN P. (1988) - *Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique, Cahier II : Propulseurs,* CAMPS-FABRER (H.) dir., Aix-en-Provence, PUP, 1988, 67 p.

CATTELAIN P., PÉTILLON J.-M. (2015). Le « type 2a », plus ancien modèle de propulseur paléolithique : une nouvelle pièce dans le Magdalénien moyen d'Isturitz (Pyrénées-Atlantiques, France) et ses implications ; *PALEO* ; 26 : 17-32.

CHAUVIÈRE F.-X. (2006). L'animal, ressource technique pour les Magdaléniens de la falaise du Pastou, In : Dachary, M. (Ed.), *Les Magdaléniens à Duruthy, Centre départemental du patrimoine*, Hastingues : 60-66.

CHAVIGNEAUD M., GOUTAS N., PÉTILLON J.-M. (2007). Vestiges d'industrie osseuse découverts en 2007 dans la grotte d'Isturitz (salle de Saint-Martin). In : C. Nor-

mand (dir.), *Isturitz ; Salle de Saint-Martin. Rapport intermédiaire de fouilles programmées tri-annuelles. Année 2007.* Hasparren, rapport dactylographié, n.p.

CHEVALLIER A. (2012). Ressources animales au Tardiglaciaire dans les Pyrénées et la région cantabrique : un modèle forgé dans le bassin parisien à l'épreuve des faits. Bases de réflexion pour de nouvelles enquêtes, In : Valentin B. (dir), Paléolithique final et Mésolithique dans le Bassin parisien et ses marges, Habitats, sociétés et environnements, PCR, P7, P8, P10 : 309-328.

CHEVALLIER A. (2015). *Chasse et traitement des mammifères durant le Magdalénien et l'Azilien dans le Sud-Ouest de la France. La place particulière du Cerf*, Thèse de doctorat, Université Paris I Panthéon-Sorbonne, France : 743p.

CHRISTENSEN M. (2004). Fiche caractères morphologiques, histologiques et mécaniques des matières dures d'origine animales, In *:* D. Ramseyer (eds), *Matières et techniques, Industrie de l'os préhistorique* Cahier XI, Éditions Sociétés Préhistoriques Françaises Paris : 17-27.

CLOT A. (1982). Paléontologie des mammifères, In : Omnès J (dir)*, La grotte ornée de Labastide (Hautes-Pyrénées)*, Lourdes : 206-255.

CLOT A. (1985). Déterminations de paléontologie quaternaire dans le bassin de l'Adour (Deuxième série, Pyrénées Atlantiques), *Archéologie des Pyrénées Occidentales* ; 5 : 205-222.

CLOTTES J. (1979). Ornolac-Ussat-les-Bains - Grotte de Fontanet, *Gallia Préhistoire* ; 22 : 653-654.

CLOTTES J. (1989). *Le Magdalénien des Pyrénées*, In : Le Magdalénien en Europe, actes du colloque de Mayenne, *ERAUL* ; 38 : 281-357.

CLOTTES J., SIMONNET R. (1979). Le Paléolithique final dans le bassin de Tarascon-sur- Ariège, d'après les gisements des Eglises (Ussat) et de Rhodes II (Arignac), In : SONNEVILLE-BORDES (DE), D. (dir.), *La fin des temps glaciaires en Europe. Chronostratigraphie et écologie des cultures du Paléolithique final*, Paris, éditions du C.N.R.S. : 647-657.

CLOTTES J., DELPORTE H. dir. (2003). *La Grotte de La Vache (Ariège)*, Paris, CTHS / RMN : 870 p.

CLUTTON-BROCK T.-H., GUINESS F.-E., ALBON S.-D. (1982). *The red deer. Behavior and ecology of the two sexes*, Chicago, The University of Chicago Press: 378 p.

COLOMBO A., COQUEUGNIOT H., DUTAILLY B., DESBARATS P., TILLIER AM. (2013). Nouvelles données sur l'édification des molaires et l'estimation de l'âge dentaire des enfants par imagerie médicale et 3D : apports et perspectives, *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris* ; 25 (3-4) : 127-146. doi:10.1007/s13219-012-0076-4

COLOMBO A. (2014). *Micro-architecture trabéculaire de l'os en croissance : variabilité tridimensionnelle normale et pathologique analysée par microtomodensimétrie*, Thèse de Doctorat, Université de Bordeaux : 283p. nnt:2014BORD0291

CONKEY M. (1992). Les sites d'agrégation et la répartition de l'art mobilier, où : y a-t-il des sites d'agrégation magdaléniens ? In : J.-P. RIGAUD, H. LAVILLE et B. VANDERMEERSCH dir.*, Le peuplement magdalénien. Paléogéographie physique et humaine*, Colloque de Chancelade, 1988, Ed. CTHS, Paris : 19-25.

CORCHÓN M.-S., RIVERO O., QUINTANA J.-M. (2006). Materiales líticos no tallados del Magdaleniense Medio de la Cueva de las Caldas (Asturias, España) : estudio tecnológico de las cadenas operativas artísticas y económicas, *Sautuola : Revista del Instituto de Prehistoria y Arqueología Sautuola* ; 12 : 59-74. ISSN 1133-2166

CORCHÓN M.-S., MATEOS A., ÁLVAREZ FERNÁNDEZ E., PEÑALVER E., DECLÒS X., MADE J. (2008). Ressources complémentaires et mobilité dans le Magdalénien cantabrique. Nouvelles données sur les mammifères marins, les crustacés, les mollusques et les roches organogènes de la Grotte de Las Caldas (Asturies, Espagne), *L'Anthropologie* ; 112, 284-327.

CORCHÓN M.-S., ÁLVAREZ FERNÁNDEZ E., RIVERO O. (2012). Contactos extra-cantábricos en el Magdaleniense medio : nuevos datos de la Cueva de Las Caldas (Oviedo, Asturias), In : Arias Cabal P, Corchón Rodríguez MS, Menéndez Fernández M, Rodríguez Asensio JA, González Morales M. (Eds.), *El Paleolítico Superior Cantábrico : Actas de la Primera Mesa Redonda*, Universidad de Cantabria, Santander : 113-127.

CORCHÓN M.-S., ORTEGA P., RIVERO O. (2015). The Magdalenian occupation of level IX of Las Caldas Cave (Asturias, Spain): A spatial approach, *Quaternary International;* 412 (A): 99–111. http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2015.11.051

COROMINAS J.-M. (1949). *La colección Corominas de la "Bora* Gran, Monografías del Instituto de Estudios Pirenaicos ; III : 68p.

COSTAMAGNO S. (2005) - Mobilité, territoires de chasse et ressources animales au Magdalénien final en contexte pyrénéen : le niveau 7a de la grotte-abri du Moulin (Troubat, Hautes-Pyrénées)*,* In : Jaubert, J. et Barbaza, M. (eds.), *Territoires, déplacements, mobilité, échanges. Actes du 126ème congrés national des sociétés historiques et scientifiques,* Toulouse, avril 2001. Paris : Editions du CTHS : 371-383.

COSTAMAGNO S. (2006). Archéozoologie des grands mammifères des gisements de la falaise du Pastou. *In* : M. DACHARY dir., *Les Magdaléniens à Duruthy. Qui étaient-ils ? Comment vivaient-ils ?* Catalogue d'exposition de l'Abbaye d'Arthous, Conseil Général des Landes, Mont-de-Marsan : 19-29.

COSTAMAGNO S., LAROULANDIE V. (2004). L'exploitation des vertébrés dans les Pyrénées françaises du Paléolithique au Mésolithique : un inventaire taphonomique et archéozoologique, In : Brugal JP, Desse J, : *Petits animaux et sociétés humaines. Du complément alimentaire aux ressources utilitaires.* XXIVème rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes, Antibes, Éditions APDCA : 403-416.

COSTAMAGNO S., FANO M.-A. (2006). Pratiques cynégétiques et exploitation des ressources animales dans les niveaux du magdalénien supérieur-final de El Horno (Ramales, Cantabrie, Espagne), *PALEO ;* 17 : 30 p.

COSTAMAGNO S., MATEOS CACHORRO A. (2007). Milieu animal de part et d'autre de la chaîne pyrénéenne : implications sur les modes de subsistance au Magdalénien, In : Cazals N, Gonzáles Urquijo J, Terradas X. (Eds), *Frontières naturelles et frontières culturelles dans les Pyrénées préhistoriques*, Santander, PubliCan-Ediciones de la Universidad de Cantabria : 53-73.

COSTAMAGNO S., COCHARD D., FERRIÉ J.-G., LAROULANDIE V., CAZALS N., LANGLAIS M., VALDEYRON N., DACHARY M., BARBAZA M., GALOP D., MARTIN H., PHILIBERT S. (2008). Nouveaux milieux, nouveaux gibiers, nouveaux chasseurs ? Évolution des pratiques cynégétiques dans les Pyrénées du Tardiglaciaire au début du Postglaciaire, *Bulletin de la Société Préhistorique Française* ; 105 (1) : 17-27.

COSTAMAGNO S., BARSHAY-SZMIDT C., KUNTZ D., LAROULANDIE V., PÉTILLON J.-M., BOUDADI-MALIGNE M., LANGLAIS M., MALLYE J.-B., CHEVALLIER A. (2016). Reexamining the timing of reindeer disappearance in southwestern France in the larger context of late glacial faunal turnover, Quaternary International; 414: 34-61. http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2015.11.103

COWAN R.-L., HARTSOOK E.-W., WHELAN J.-B. (1968). Calciumstrontium metabolism in white tailed deer as related to age and antler growth. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine;* 129: 733-737.

CRIEGEL M.-H., BALLIGAND M., HEINEN E. (2001). Les bois de cerf : revue de littérature scientifique, *Annales de Médecine Vétérinaire ;* 145 : 25-38.

DACHARY M. (2006). Exposition à l'Abbaye d'Arthous à Hastingues (Landes) du 7 octobre au 10 décembre 2006. « Les Magdaléniens à Duruthy, Qui étaient-ils ? Comment vivaient-ils ? », *Archéologie des Pyrénées occidentales et des Landes ;* 25 : 224.

DACHARY M., CHAUVIÈRE F.-X., COSTAMAGNO S., DAULNY L., EASTHAM A., FERRIER C., FRITZ C. (2008). *La grotte Bourrouilla à Arancou (Pyrénées-Atlantiques) : une séquence clef de la fin du Magdalénien pyrénéo-cantabrique*, Actes de la Table Ronde SPF « Les sociétés Paléolithiques d'un grand Sud-Ouest : nouveaux gisements, nouvelles méthodes, nouveaux résultats » les 24-25 novembre 2006 à Bordeaux : 355-370.

DEFAYE S. (1996). *Étude de l'industrie lithique magdalénienne de la grotte-abri du Moulin à Troubat (Hautes-Pyrénées)*, Maîtrise de Préhistoire, Université de Toulouse le Mirail, 162 p.

DELIBRIAS G., EVIN J. (1980). Sommaire des datations 14C concernant la préhistoire en France, *Bulletin de la Société Préhistorique Française* ; 77 : 215-223.

DELMAS M., CALVET M., GUNNEL Y., BRAUCHER R., BOURLÈS D. (2011). Palaeogeography and ^{10}Be exposure-age chronology of Middle and Late Pleistocene glac-

ier systems in the northern Pyrenees: implications for reconstructing regional palaeoclimates, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology;* 305: 109-122.

DELPECH F., LE GALL O. (1983). La faune magdalénienne de la grotte des Eglises (Ussat, Ariège), *Bulletin de la Société Préhistorique de l'Ariège* ; 36 : 91-118.

DEMPSTER D.-W., COMPSTON J.-E., DREZNER M.-K., GLORIEUX F.-H., KANIS J.-A., MALLUCHE H., MEUNIER P.-J., OTT S.-M., RECKER R.-R., PARFITT A.-M. (2013). Standardized nomenclature, symbols, and units for bone histomorphometry: a 2012 update of the report of the ASBMR Histomorphometry Nomenclature Committee, *J. Bone Miner. Res.* ; 28 : 2-17. doi :10.1002/jbmr.1805

DELPECH F. (1983). *Les faunes du Paléolithique supérieur dans le Sud-ouest de la France*, Cahiers du Quaternaire, Paris ; 6 : 453 p.

DELPECH F. (1984). Les Ongulés en Périgord et Nord-Ouest du Quercy durant le Würm III, Chronoclimatologie, paléobiogéographie, palethnologie, *Geobios* ; 17 (5) : 531-548.

DELPECH F. (1988). Les réponses des Ongulés du Pléistocène supérieur aux changements climatiques en Aquitaine (Sud-Ouest de la France): quelques exemples, *Geobios* ; 21 (4) : 495-503.

DELPECH F. (1989). L'évolution du Renne, *Société Préhistorique Francaise* ; 2 : 50 - 51.

DELPECH F. (1999). Biomasse d'ongulés au Paléolithique et inférences sur la démographie, *Paléo* ; 11 : 19-42.

DELPECH F. (2003). L'environnement animal des Européens au Paléolithique supérieur. In : Desbrosse R. et Thévenin A. (Ed.) : *Préhistoire de l'Europe. Des origines à l'Age du Bronze* Actes des Congrès nationaux des Sociétés historiques et scientifiques, Lille 2000. CTHS, Paris ; 125 : 271-289.

DELPECH F., PRAT F. (1980). Les grands mammifères pléistocènes du Sud-Ouest de la France. *In* : *Problèmes de stratigraphie quaternaire en France et dans les pays limitrophes*, Bordeaux. Suppl. Bull. Ass. fr. Et. Quat. N.S. ; 1 : 268-297.

DELPECH F., LE GALL O. (1983). La faune magdalénienne de la grotte des Églises, Ussat, Ariège, *Bulletin de la Société préhistorique de l'Ariège* ; 38 : 91-118.

DELPORTE H. (1974). Le Moustérien d'Isturitz d'après la collection Passemard (musée des Antiquités nationales), *Zephyrus ;* 25 : 17-42.

DELPORTE H. (1980-1981). La collection Saint-Périer et le Paléolithique d'Isturitz : une acquisition prestigieuse, *Antiquité nationales* ; 12-13 : 20-26.

DELPORTE H., MONS L. (1988). Fiche sagaie à double pointe, In : CAMPSFABRER (H.) Dir., *Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique, Cahier I : Sagaies,* Aix-en-Provence, PUP, fiche 7 : 12 p.

DESCHAMPS P., DURAND N., BARD E., HAMELIN B., CAMOIN G., THOMAS A.-L., HENDERSON G.-M., OKUNO J., YOKOYAMA Y. (2012). Ice-sheet collapse and sea-level rise at the Bølling warming 14,600 years ago, *Nature*; 483: 559-564.

DE SILVA J.-M., DEVLIN M.-J. (2012). A comparative study of the trabecular bony architecture of the talus in humans, non-human primates, and *Australopithecus*, *Journal of Human Evolution*; 63: 536-551. doi:10.1016/j.jhevol.2012.06.006

D'ERRICO F., GOÑI S., FERNANDA M., VANHAEREN M. (2006). L'impact de la variabilité climatique rapide des OIS 3-2 sur le peuplement de l'Europe, In : Bard, Édouard (dir.), *L'Homme face au climat*, Symposium annuel du Collège de France (2004), Paris, Odile Jacob : 265-282.

D'ERRICO F., BANKS W.-E. (2013). IdentifyingMechanisms behindMiddle Paleolithic and Middle Stone Age Cultural Trajectories, *Current Anthropology;* 54 (8): 371-387.

DISCAMPS E. (2011). *Hommes et hyènes face aux recompositions des communautés d'Ongulés (MIS 5-3) : éléments pour un cadre paléo-écologique des sociétés du Paléolithique moyen et supérieur ancien d'Europe de l'Ouest*, Thèse de doctorat, Université de Bordeaux, France.

DUDOGNON C. (2011). *Les décors sur méplat. Définition, répartition, simulation*, Mémoire de Master 2, Université Toulouse II Le Mirail : 46.

DUPONT E. (1874). Théorie des âges de la pierre en Belgique*, Bulletins de la Société d'anthropologie de Paris* ; 9 (9) : 728-761.

ELORZA M. (2014). Explotación de aves marinas en el Tardiglacial del golfo de Bizkaia : Las aves de Santa Catalina, *Kobie* 5Serie Bizkaiko Arkeologi Indusketak - Excavaciones Arqueologicas en Bizkaia) ; 4 : 263-296. ISSN 0214-7971

ENZMANN F., KERSTEN M., GOEBBELS J., MEINEL D. (2008). High-resolution X-ray tomography imaging of ivory, In: eds. J. Roth and G. Bortolaso, *Ivory and species conservation proceedings of INCENTIVS*-Meetings (2004-2007), Bundesamt für Naturschutz, Skripten; 228: 81-86.

ESPARZA SAN JUAN X., MUJIKA ALUSTIZA J.-A. (1996). La cueva de Isturitz en el Pirineo occidental, In : H. Delporte et J. Clottes (dir.), *Pyrénées préhistoriques, arts et sociétés*, actes du 118e Congrès des sociétés historiques et scientifiques (Pau, 25-29 octobre 1993), Paris, CTHS : 73-86.

ESPMARK Y. (1971). Antler shedding in relation to parturition in female reindeer, *J. Wildl. Manage ;* 35 : 175-177.

ESTÉVEZ J., VILA A. (2003). Una historia de la investigación sobre el Paleolítico en la Peníinsula Ibérica, Ed. Síntesis: Madrid.

EVANS L.-A., MCCUTCHEON A.-L., DENNIS G.-R., MULLEY R.-C., WILSON M.-A. (2005). Pore size analysis of fallow deer (Dama dama) antler bone, *Journal of Materials Science*; 40: 5733-5739.

FAIRBANKS R.-G. (1989). A 17,000-year glacio-eustatic sea level record: influence of glacial melting rates on the Younger Dryas event and deep-ocean circulation, *Nature*; 342: 637-642.

FANO MARTÍNEZ M.-A., ERRICO (d') F., VANHAEREN M. (2005). Magdalenian bone industry from El Horno cave (Ramales, Cantabria, Spain), In : Dujardin V. (dir), *Industrie osseuse et parures du Solutréen au Magdalénien en Europe, Mémoire 39 de la Société préhistorique française* : 177-196.

FAT CHEUNG C. (2015). *L'Azilien pyrénéen parmis les sociétés du Tardiglaciaire ouest-européen : apport de l'étude des industries lithiques*, Thèse de doctorat, Université Toulouse Jean-Jaurès.

FENNESSY P.-F., SUTTIE J.-M. (1985). Antler Growth: Nutritional and Endocrine Factors, *The Royal Society of New Zealand;* 22: 239-250.

FERNÁNDEZ ERASO J. (1985). *Las culturas del tardiglaciar en Vizcaya*, Servicio Editorial, Universidad del País Vasco, Leioa : 94 p.

FERUGLIO V. (1987). *Les baguettes demi-rondes d'Enlène (Montesquieu-Avantès, Ariège)*, mémoire de maîtrise, université Paris I : 141 p. + annexes.

FERUGLIO V. (2003). Baguette demi-ronde MAN 83 359. In : Clottes J., Delporte H. (dir.), *La grotte de La Vache (Ariège),* t. II, *L'art mobilier*, Paris, CTHS et RMN : 215.

FERUGLIO V., BUISSON D. (1999). Accolements de pièces à section demi-ronde, In : JULIEN (M.), AVERBOUH (A.), RAMSEYER (D.) dir., *Préhistoire d'os, recueil d'études sur l'industrie osseuse préhistorique offert à Henriette Camps-Fabrer,* Aix-en-Provence, PUP : 143-149.

FICHANT R. (2003). *Le cerf, biologie, comportement, gestion*, Paris, Gerfaud : 248 p.

FONTANA L. (1998). Subsistance et territoire au Magdalénien supérieur dans les Pyrénées : l'apport des données archéozoologiques de la grotte de Belvis (Aude), *Bulletin Préhistoire du Sud-Ouest*, Nouvelles Études ; 5 : 131-146.

FONTANA L. (1999). Mobilité et subsistance au Magdalénien dans le Bassin de l'Aude. *Bulletin de la Société préhistorique française* ; 96 (2) : 175-190.

FONTANA L. (2005). Territoires, mobilité et échanges au Magdalénien dans l'Aude et le massif central (France) : approche comparative, modélisation et perspectives, In : Jaubert et Barbaza (dir), *Territoires, déplacements, mobilité, échanges durant la Préhistoire, Actes des congrès nationaux des sociétés historiques et scientifiques*, 126ème Toulouse, 2001 : 355-370.

FONTANA L. (2012). *L'Homme et le Renne. La gestion des ressources animales en Préhistoire*, Paris : CNRS Éditions, coll. « Biblis » : 140 p.

FONTANA L., DIGAN M., AUBRY T., MANGADO LLACH M., CHAUVIÈRE F.-X. (2009). Exploitation des ressources et territoire dans le Massif Central français au Paléolithique supérieur : approche méthodologique et hypothèses, In : F. Djindjian, J. Kozlowski & N. Bicho (éd), *Le concept de territoires dans le Paléolithique supérieur européen*, Actes du XVè Congrès mondial de l'UISPP (Lisbonne, 4-9 septembre 2006) ; Session C16 (3), Oxford : Archaeopress, BAR International Series, 1938 : 201-215.

FONTANA L., CHAUVIÈRE F.-X. (2013). Modes d'acquisition et d'exploitation des ressources, In : de Beaune S. A. (dir.), *Chasseurs-cueilleurs. Comment vivaient nos ancêtres du Paléolithique supérieur, Méthodes d'analyse et d'interprétation en préhistoire, Paris, CNRS Editions* (1ère édition 2007) : 117-130.

FONTES L.-M., STRAUS L.-G., GONZÁLEZ MORALES M.-R. (2016). Lithic raw material conveyance and hunter-gatherer mobility during the Lower Magdalenian in Cantabria, Spain, *Quaternary International;* 412 (A): 66-81.

FONTUGNE M., HATTÉ C. (1999). Datations radiocarbone, *Gallia préhistoire* ; 41 : 10-12.

FORTEA F.-J. (2007). Cuevas de Covaciella y El Bosque (Cabrales), Campaña de 2000, In : Excavaciones arqueológicas en Asturias 1999-02, [Oviedo] : Consejería de Cultura, Comunicación Social y Turismo : 221-226.

FORTEA F.-J., DE LA RASILLA M., RODRÍGUEZ V. (2004). L'art pariétal et la séquence archéologique paléolithique de la grotte de Llonín (Peñamellera Alta, Asturies, Espagne), *Préhistoire, Arts et Sociétés (B.S.P.A.)*. LIX : 7-29.

FOSSE P. (1999). La grande faune mammalienne : remarques préliminaires, In : *Gallia préhistoire* ; 41 : 98-113. doi : 10.3406/galip.1999.2343

FRANKLIN D., FREEDMAN L., MILNE N. (2005). Three-dimensional technology for linear morphological studies: a re-examination of cranial variation in four southern African indigenous populations, *HOMO - Journal of Comparative Human Biology;* 56 (1): 17-34. doi:10.1016/j.jchb.2004.07.004

FRITZ C., TOSELLO G., SAUVET G. (2007). Groupes ethniques, territoires, échanges : la "notion de frontière" dans l'art magdalénien, In : Cazals N, Gonzáles Urquijo J. et Terradas X. (eds.), *Frontières naturelles et frontières culturelles dans les Pyrénées préhistoriques*, Actes de la table ronde Tarascon-sur-Ariège, Mars 2004 : 164-181.

FULLOLA J.-M. (2001). Recherches sur le Paléolithique supérieur dans le Nord-Est Ibérique : la Catalogne (1996-2000). *In : Le Paléolithique supérieur européen. Bilan quinquennal 1996-2001*, Commission VIII, XIVe Congrès IUSPP, Liège, 2001, ERAUL ; 97 : 141-148.

FULLOLA J.-M., MANGADO X., ESTRADA A., NADAL J. (2006). Comunidades humanas y circulación de recursos, bióticos y abióticos, en el Paleolítico superior del

noreste de la península ibérica, Human communities and biotic and abiotic procurement during the Upper Palaeolithic in Northeastern Iberia, *Zephyrus;* 59: 89-96.

FULLOLA J.-M., MANGADO X., ESTRADA A. (2007). Ciculation des matières premières lithiques et des coquillages dans le Paléolithique supérieur du nord-est Ibérique, In : *La notion de mobilité dans les sociétés préhistoriques.* Paris, Éd. du CTHS, 2007, p. 57-66.

FULLOLA J.-M., MANGADO X., TEJERO J.-M., PETIT M.-A., BERGADÀ M.-M., NADAL J., GARCÍA-ARGÜELLES P., BARTROLÍ R., MERCADAL O. (2012). The Magdalenian in Catalonia (northeast Iberia), *Quaternary International;* 272-273: 55-74.

GALPARSORO I., BORJA A., LEGORBURU I., HERNÁNDEZ C., CHUST G., LIRIA P., URIARTE A. (2010). Morphological characteristics of the Basque continental shelf (Bay of Biscay, northern Spain); their implications for Integrated Coastal Zone Management, *Geomorphology;* 118: 314-329.

GARATE D. (2012). *Neandertales y Cromañones. Los primeros pobladores de Bizkaia,* Diputación Foral de Bizkaia, Bizkaikoa y Arkeologi Museoa, Bilbao : 270 p.

GARCIA PETIT L. (1997). Les restes d'oiseaux des sites de Serinyà (Pays catalans). In : J. M. FULLOLA et N. SOLER dir., *El mon mediterrani després del Pleniglacial (18.000-12.000 BP)*, Col.loqui Banyoles, 1995, Ed. Centre d'Investigacions Arqueologiques de Girona: 329-344.

GEIST V. (1982). Adaptive behavioral strategies, In: THOMAS J, TOWEILL D, *Elk of North America*, Harrisburg, Stackpole Books: 219-277.

GEIST V. (1999). *Deer of the world: their Evolution, Behavior and Ecology*, Stackpole Books: 421 p.

GIBSON L.-J., ASHBY M.-F. (1997). *Cellular Solids. Structure and Properties 2nd Edn*, Cambridge University press, Cambridge UK.

GILBERT C., ROPIQUET A., HASSANIN A. (2006). Mitochondrial and nuclear phylogenies of Cervidae (Mammalia, Ruminantia): Systematics, morphology and biogeography, *Molecular Phylogenetics and Evolution*; 40: 101-117. doi:10.1016/j.ympev.2006.02.017

GLORY A., SIMONNET R.-G. (1947). Une cachette magdalénienne de grandes lames en silex dans les Hautes-Pyrénées. Grotte de Labastide, *Bulletin de la Société préhistorique française* ; 44 : 174-178.

GÓMEZ-OLIVENCIA A., ARCEREDILLO D., ÁLVAREZ-LAO D.-J., GARATE D., SAN PEDRO Z., CASTAÑOS P., RIOS-GARAIZAR J. (2013). New evidence for the presence of reindeer (*Rangifer tarandus*) on the Iberian Peninsula in the Pleistocene: an archaeopalaeontological and chronological reassessment, *Boreas;* 43: 286–308. 10.1111/bor.12037. ISSN 0300-9483.

GONZALÈZ SAINZ C. (1989). El Magdaleniense superior-final de la región cantábrica. Ed. Tantin, Santander.

GONZÁLES SAINZ C. (2011). Industrias en huesos de los niveles magdalenienses de Santimamiñe (excavaciones 2004-2007), *Kobie ;* 1 : 111-154.

GORDON B.-C. (1988). *Of Men and Reindeer Herds in French Magdalenian Prehistory*, BAR international series, Oxford: 233 p.

GOSS R.-J. (1995). Future Direction in Antler Research, *Anat Rec;* 241: 291-302.

GOSS R.-J., VAN PRAAGH A., BREWER P. (1992). The Mechanism of Antler Casting in Fallow Deer, *J Exp Zool;* 264: 429-436.

GOUTAS N. (2003). Identification de deux procédés de débitage inédits du bois de cervidés dans les niveaux gravettiens de Laugerie-Haute Est et Ouest, *Paléo* ; 15 : 255-262.

GOUTAS N. (2004). *Caractérisation et évolution du Gravettien en France par l'analyse techno-économique des industries en matières osseuses*, Thèse de doctorat, Université Paris I, 2 vol. : 680 p.

GUTIÉRREZ I. (2014). El aprovechamiento de recursos costeros durante el Tardiglaciar : Los equinodermos y crustáceos de la cueva de Santa Catalina (Lekeitio, Bizkaia), *Kobie Serie Bizkaiko Arkeologi Indusketak - Excavaciones Arqueologicas en Bizkaia* (4) : 151-160. ISSN 0214-7971

GUYON I., WESTON J.-S., VAPNIK V. (2002). Gene selection for cancer classification using support vector machines, *Machine Learning*; 46: 389– 422. doi:10.1023/A:1012487302797

HAHN M., VOGEL M., POMPESIUS-KEMPA M., DELLING G. (1992). Trabecular bone pattern factor – a new parameter for simple quantification of bone microarchitecture, *Bone*; 13: 327-330. doi:10.1016/8756-3282(92)90078-B

HARLÉ E. (1882). *La grotte de Serinyà, près de Gérone (Espagne),* Matériaux pour l'histoire primitive et naturelle de l'homme ; núm. XIII (2e. série) : 293-299.

HARLÉ E. (1886). *La gruta de Serinyá*, Revista de Gerona ; núm 10 : 88-92.

HARLÉ E. (1908a). Ossements de renne en Espagne, *L'Anthropologie*, Paris ; 19 : 573-577.

HARLÉ E. (1908b). Faune quaternaire de Saint-Sébastien (Espagne)*, Bulletin de la Société Géologique de France,* Paris ; 4a (VIII) : 82-83.

HEARD D.-D. (1997). Causes of barren-ground caribou migrations and implications to hunters, In: Jackson LJ, Thacker PT (ed.), *Caribou and Reindeer hunters of the Northern hemisphere*, Aldershot, Averbury Press: 27-31.

HEINZ C. (2001). Dynamique des végétations tardiglaciaires et postglaciaires dans les Pyrénées centrales et orientales d'après l'anthracologie. In : Marinval P. (ed.). Histoires d'Hommes - Histoires de plantes - Hommages au professeur Jean Erroux, Rencontre d'Archéobotanique de Toulouse, Toulouse, Centre d'Anthropologie Monique Mergoil : 57-77.

HEINZ C., BARBAZA M. (1998). Environmental changes during the Late Glacial and Post-glacial in the central Pyrenees (France): new charcoal analysis and archaeological data. Review of palaeobotany and palynology, vol. 104, p. 1-17. doi :10.1016/S0034-6667(98)00050-5

HENRY-GAMBIER D., NORMAND C., PÉTILLON J.-M. (2013). Datation radiocarbone directe et attribution culturelle des vestiges humains paléolithiques de la grotte d'Isturitz (Pyrénées-Atlantiques), *Bulletin de la Société préhistorique française* ; 110 (4) : 645-656.

HILDEBRAND T., RÜEGSEGGER P. (1997). Quantification of bone microarchitecture with the structure model index. Comp. Meth., *Biomechanics and Biomedical Engineering;* 1: 15-23. doi:10.1080/01495739708936692

HOLSTEIN I.-C.-C., ASHBY S.-P., DOORN N.-L., SACHS S.-M., BUCKLEY M., MEIRI M., BARNES I., BRUNDLE A., COLLINS M. (2014). Searching for scandinavians in pre-Viking Scotland: molecular fingerprinting of early medieval combs, *Journal of Archaeological Science*; 41: 1–6. doi: 10.1016/j.jas.2013.07.026

HØYMORK A., REIMERS E. (2002). Antler development in reindeer in relation to age and sex, *Rangifer;* 22 (1): 75-82.

HOYOS M.-M., FUMANAL M.-P. (1985). La cueva de Erralla : estudio sedimentológico. *Munibe ;* 37 : 29-43.

HUBSCHMAN J., SACCHI D. (1981). Evolution périglaciaire wurmienne d'un remplissage de grotte et ses implications préhistoriques : La Cauna de Belvis (Pays de sault, Pyrénées audoises), *Recherches géographiques* ; 16-17 : 20-23.

IZENMAN A.-J. (2008). *Modern Multivariate Statistical Techniques: Regression, Classification and Manifold Learning*, Springer-Verlag. New York ; 25 : 733.

JALUT G., SACCHI D., VERNET J.-L. (1975). Mise en évidence d'un refuge tardiglaciaire à moyenne altitude sur le versant nord-oriental des Pyrénées (Belvis, alt. 960 m, Aude), *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences de Paris* ; 280 (D) : 1781-1784.

JALUT G., MONSERRAT MARTI J., FONTUGNE M., DELIBRAS G., VILAPANA J.-M., JULIA R. (1992). Glacial to Interglacial vegetation changes in the northern and southern Pyrénées: Deglaciation, vegetation cover and chronology, *Quaternary Science Reviews;* 11: 449-480.

JALUT G., AUBERT S., GALOP D., FONTUGNE M., BELET J.-M. (2000). Type regions F-zg and F-r, the Northern slope of the Pyrenees. In: Berglund BE, Birks HJB,

Ralska-Jasiewiczowa, Wright HE (ed.), *Paleoecological events during the last 15000 years* - Regional syntheses of palaeoecological studies of lakes and Mires in Europe, Wiley: 612-632.

JALUT G., TURU I MICHELS V. (2009). La végétation des Pyrénées françaises lors du dernier épisode glaciaire et durant la transition glaciaire-interglaciaire (Last termination), In : Fullola JM, Valdeyron N, Langlais M. (Eds*.), Els Pirineus i les àrees circumdants durant el Tardiglacial. Mutacions i filiacions tecnoculturals evolucion paleoambiental*, Actes du XIVe Colloque international d'Archéologie de Puigcerdà, Hommage à G. Laplace, novembre 2006 : 129-149.

JALUT G., TURU I MICHELS V., DEDOUBAT J.-J., OTTO T., EZQUERRA J., FONTUGNE M., BELET J.-M., BONNET L., GARCÍA DE CELIS A., REDONDO-VEGA J.-M., VIDAL-ROMANÍ J.-M., SANTOS L. (2010). Palaeoenvironmental studies in NW Iberia (Cantabrian range): Vegetation history and synthetic approach of the last deglaciation phases in the western Mediterranean, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology;* 297: 330-350.

JULIEN M. (1982). *Les harpons magdaléniens, Gallia Préhistoire*, XVIIe supplément : 288 p.

JULIEN M., ORLIAC M. (2003) - Les harpons et les éléments barbelés. In : J. Clottes u. H. Delporte (Hrsg.), *La Grotte de La Vache (Ariège). Fouilles Romain Robert*. Paris (2003), 221-274.

KNECHT H. (1993). Splits and wedges: the techniques and technology of early Aurignacian antler working, In: *Before Lascaux. The complex record of the Early Upper Palaeolithic*, KNECHT (H.), PIKE-TAY (A.), WHITE (R.) dir., Boca Raton, CRC press: 137-162.

KUNTZ D. (2011). *Ostéométrie et migration(s) du Renne (Rangifer tarandus) dans le Sud-Ouest de la France au cours du dernier Pléniglaciaire et du Tardiglaciaire (21 500 - 13 000 Cal. BP)*, Thèse de doctorat, Université Toulouse Jean-Jaurès : 467 p.

KUNTZ D., SÉCHER A., COSTAMAGNO S., MALLYE J.-B., PÉTILLON J.-M., PESCHAUX C., PUBERT E., RENDU W., BOUDADI-MALIGNE M., LAROULANDIE V., BARSHAY-SZMIDT C., LANGLAIS M. (2015). Le Roc de Marcamps 2 (Prignac-et-Marcamps, Gironde), Nouvelles données sur la subsistance et les traditions techniques au début du Magdalénien moyen, *Bulletin de la Société préhistorique française* ; 112 (3) ; 475-516.

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: 457-464. doi: 10.1016/j.jsb.2011.06.005 PMID: 21704707

LACOMBE S. (1998). Stratégies d'approvisionnement en silex au Tardiglaciaire. L'exemple des Pyrénées centrales françaises, *Bulletin SPAP ;* LIII : 223-266.

LALANDE B. (1986). *Contribution à l'étude des faunes magdaléniennes de la grotte d'Enlène (Ariège). Les grands mammifères de la Salle du Fond, fouilles anciennes*, D.E.S., Institut du Quaternaire, Université de Bordeaux I : 240 p.

LANGLAIS M. (2007). *Dynamiques culturelles des sociétés magdaléniennes dans leurs cadres environnementaux. Enquête sur 7000 ans d'évolution de leurs industries lithiques entre Rhône et Èbre*, Thèse de doctorat, Université de Toulouse : 552 p.

LANGLAIS M. (2010). *Les Sociétés magdaléniennes de l'isthme pyrénéen*, CTHS, Paris.

LANGLAIS M. (2013). Productions et équipements lithiques de la cova Alonsé, In: Montes, M., Domingo, R. (Eds.), *El asentamiento magdaleniense de la Cova Alonsé (Estadilla, Huesca)*, Universidad de Zaragoza, Zaragoza, Monografías Arqueológicas ; 48 : 79-89.

LANGLAIS M., SACCHI D. (2006). Note sur les matières premières siliceuses exploitées par les Magdaléniens de la grotte Gazel (Aude, France), In *:* C. BRESSY, A. BURKE et P. CHALARD et H. MARTIN (dir.), *Notions de territoire et de mobilité. Exemples de l'Europe et des premières nations en Amérique du Nord avant le contact européen*, Actes du Xe Congrès de l'EAA, Lyon, 2004, ERAUL ; 116 : 71-75.

LANGLAIS M., MANGADO J. (2007). Le Magdalénien entre le Rhône et l'Ebre : Des frontières naturelles et culturelles vécues par les Préhistoriques et perçues par les Préhistoriens ? In : Cazals, N., González Urquijo, J., Terradas, X. (Eds.), *Frontières naturelles et frontières culturelles dans les Pyrénées préhistoriques,* Actes de la table ronde internationale de Tarascon-sur-Ariège, 11-13 mars 2004, Monografías del Instituto Internacional de Investigaciones de Cantabria ; 2, Santander : 143-163.

LANGLAIS M., COSTAMAGNO S., LAROULANDIE V., PÉTILLON J.-M., DISCAMPS E., MALLYE J.-B., COCHARD D., KUNTZ D. (2012). The evolution of Magdalenian societies in South- West France between 18,000 and 14,000 cal BP: changing environments, changing tool kits, *Quaternary International;* 272-273: 138-149.

LANGLAIS M., LAROULANDIE V., COSTAMAGNO S., PÉTILLON J.-M., MALLYE J.-B., LACRAMPE-CUYAUBÈRE F., BOUDADI-MALIGNE M., BARSHAY-SZMIDT C., MASSET C., PUBERT E., RENDU W., LENOIR M. (2015). Premiers temps du Magdalénien en Gironde, Réévaluation des fouilles Trécolle à Saint-Germain-la-Rivière (France), *Bulletin de la Société préhistorique française* ; 112 (1) : 5-58.

LANGLAIS M., SÉCHER A., CAUX A., DELVIGNE V., GOURC L., NORMAND C., SÁNCHEZ DE LA TORRE M. (2016). Lithic tool kits: A Metronome of the evolution of the Magdalenian in southwest France (19,000-14,000 cal BP); *Quaternary International*; 414: 84-99.

LANGLEY M.-C. (2014) - Magdalenian antler projectile point design: determining original form for uni- and bilaterally barbed points, *Journal of Archaeological Science* ; 44 : 104-116.

LANGLEY M.-C. (2015) - Investigating maintenance and discard behaviours for osseous projectile points: A Middle to Late Magdalenian (c. 19,000–14,000 cal. BP) example, *Journal of Anthropological Archaeology*; 40: 340-360.

LAROULANDIE V. (2003). Exploitation des oiseaux au Magdalénien en France : état des lieux, In : Costamagno S, Laroulandie V. Mode de vie au Magdalénien : les apports de l'archéozoologie, Oxford, *BAR International Series* ; 1144 : 129-138.

LAROULANDIE V. (2014). Traitement et utilisation des ressources aviaires au Tardiglaciaire dans la grotte de Santa Catalina, Processing and Use of Avian Ressources during the Late Glacial in the Cave of Santa Catalina, *Kobie* (Serie Bizkaiko Arkeologi Induskетak - Excavaciones Arqueologicas en Bizkaia) ; 4 : 297-330. ISSN 0214-7971

LARTET E. (1861). Nouvelles recherches sur la coexistence de l'Homme et des grands Mammifères fossiles réputés caractéristiques de la dernière période géologique, *Annales des Sciences Naturelles - Zoologie et Biologie Animale ;* 4 (15) : 177-253.

LEFEBVRE A. (2010). *Étude techno-économique de l'industrie osseuse de la couche IV de l'abri Montastruc (tarn-et-Garonne), collection Bétirac : Contribution à la caractérisation du Magdalénien du Bassin de l'Aveyron*, Master 1, Université Toulouse Jean-Jaurès : 126 p.

LEFEBVRE A. **(2011) -** Les pointes barbelées magdaléniennes. Étude typologique, géographique et chronologique, Master 2, Université Toulouse-Jean Jaurès : 104 p.

LEFEBVRE A. **(2014)** - Les industries osseuses des collections anciennes de Brassempouy, In : Simonet A., *Brassempouy, Les collections Dubalen et de Laporterie, Archéologie des Pyrénées occidentales et des Landes,* Hors-série n° 6 : 57-93.

LEFEBVRE A., ROCHEFORT G.-Y., SANTOS F., LE DENMAT D., SALMON B., PÉTILLON J.-M. (2016). A non-destructive method for distinguishing Reindeer Antler (Rangifer tarandus) from Red Deer Antler (Cervus elaphus) using X-Ray Micro-Tomography coupled with SVM classifiers. *PLoS ONE* ; 11 (2) : 1-18. doi:10.1371/journal.pone.0149658

LE GALL O. (1994). L'ichtyofaune (annexe dans Sacchi coord.), 1994 : 82-83.

LE GALL O. (1999). Ichtyologie et pêches préhistoriques. Quelques données de l'Europe occidentale, Thèse de doctorat, Université de Bordeaux : 473 p.

LE GALL O. (2002) - Les ichtyofaunes de la grotte-abri du Moulin (Troubat, Hautes-Pyrénées), In : Barbaza M., Costamagno S, Ferrier C, Fourment N, Laroulandie V, Le Gall O, Vanhaeren M, Virmont J. (2002). La grotte de Troubat (Hautes-Pyrénées), 1er rapport intermédiaire, 35-38.

LE GALL O. (2003). Des Magdaléniens et… des poissons, XIVème congrès UISPP, Liège, 2-8 septembre 2001, In : Costamagno S, Laroulandie V. Mode de vie au Magdalénien : les apports de l'archéozoologie, Oxford, BAR International Series ; 1144 : 119-128.

LEGRAND A. (2000). *Vers une identification technologique et fonctionnelle des outils biseautés en matière osseuse. Le site magdalénien de la Garenne Saint-Marcel (Indre)*, mémoire de DEA, Université Paris I ; 2 vol. : 51 p.

LÉONARD A., GUIOT L.-P., PIRARD J.-P., CRINE M., BALLIGAND M., BLACHER S. (2007). Non-destructive characterization of deer (Cervus elaphus) antlers by X-ray microtomography coupled with image analysis, *Journal of Microscopy;* 225: 258-263. doi:10.1111/j.1365-2818.2007.01740.x

LEROI-GOURHAN A. (1959). Résultats de l'analyse pollinique de la grotte d'Isturitz, *Bulletin de la Société préhistorique française ;* 56 (9-10) : 619-624.

LEROI-GOURHAN A. (1965). *Préhistoire de l'art occidental*, Mazenod, Paris : 477 p.

LI C, LITTLEJHON R.-P., CORSON I.-D., SUTTIE J.-M. (2005). Effects of Testosterone on Pedicle Formation and Its Transformation to Antler in Castrated Male, Freemartin and Normal Female Red Deer (Cervus Elaphus), *General and Comparative Endocrinology;* 131: 21-31. doi:10.1016/S0016-6480(02)00625-1

LIOLIOS D. (1999). *Variabilité et caractéristiques du travail des matières osseuses au début de l'Aurignacien*, thèse de doctorat, Université Paris X : 352 p.

LOMPRÉ A. (2003). *Une approche technologique et tracéologique d'une série de bâtons percés magdaléniens. Gisements d'Isturitz, du Placard, de Laugerie Haute, de St Michel d'Arudy, de La Madeleine et du Massat,* mémoire de DEA, Université Paris I ; 2 vol : 52 p.

LÓPEZ QUINTANA J.-C., GUENAGA LIZASU A. (2011). Revisión estratigráfica del depósito arqueológico de la cueva de Santimamiñe (Kortezubi, Bizkaia) : Campañas de 2004 a 2006. Cronoestratigrafía y paleoambiente, *Kobie;* 1*:* 7-70.

LOWE V.-P.-W. (1966). Observations on the dispersal of red deer on Rhum, In: Jewell P, Loizos C, *Play, Exploration and Territory in Mammals*, Londres: 221-228.

LOWE V.-P.-W. (1969). Population Dynamics of the Red Deer (Cervus elaphus L.) on Rhum, *Journal of Animal Ecology;* 38 (2): 425-457.

MACCHIARELLI R., BAYLE P., BONDIOLI L., MAZURIER A., ZANOLLI C. (2013). From outer to inner structural morphology in dental anthropology: integration of the third dimension in the visualization and quantitative analysis of fossil remains, In: G. R. Scott and J. D. Irish (eds), *Anthropological perspectives on tooth morphology-genetics, evolution, variation*, Cambridge University Press. Cambridge, UK: 250-77.

MACHO G.-A., ABEL R.-L., SCHUTKOWSKI H. (2005). Age changes in bone microstructure: do they occur uniformly? *International Journal of Osteoarchaeology* ; 15 : 421-30. doi:10.1002/oa.797

MAGNIEZ P. (2010*).* *Étude paléontologique des artiodactyles de la grotte Tournal (Bize-Minervois, Aude, France) : étude taphonomique, archéozoologique et paléoécolo-*

gique des grands Mammifères dans leur cadre biostratigraphique et paléoenvironnemental, Thèse de doctorat, Universite de Perpignan, France.

MANGADO LLACH J., BARTROLÍ R., CALVO M., NADAL J., FULLOLA J.-M., PETIT M.-A. (2002). Evolución de los sistemas de captación de recursos entre el Magdaleniense superior-final y el Epipaleolítico geométrico de la cueva del Parco (Alòs de Balaguer, La Noguera, Lleida), *Zephyrus* ; 55 : 134-155.

MANGADO LLACH J., TEJERO J.-M., FULLOLA J.-M., PETIT M.-A., SÁNCHEZ M. (2014). La Cova del Parco (Alòs de Balaguer, La Noguera, Lleida). La secuencia del Magdaleniense, In : Carbonell E, Bermúdez Castro JM, Arsuaga JL (coords*), Los cazadores recolectores del Pleistoceno y del Holoceno en Iberia y el estrecho de Gibraltar : Estado actual del conocimiento del registro arqueolólgico*, Universidad de Burgos : 152-158.

MARIEZKURRENA K., ALTUNA J. (1989). Análisis arqueozoológico de los Macromamíferos del yacimiento de Zatoya (Abaurrea Alta, Navarra), *Trabajos de Arqueología Navarra* ; 8 : 237-266.

MARTINIAKOVÁ M., GROSSKOPF B., OMELKA R., VONDRÁKOVÁ M., BAUEROVÁ M. (2006). Differences among species in compact bone tissue microstructure of mammalian skeleton: use of a discriminant function analysis or species identification, *J Forensic Sci;* 5: 1235-1239. doi:10.1111/j.1556-4029.2006.00260.x

MARTZLUFF M. (2009). L'Azilien Pyrénéen entre Garonne et Èbre : un état de la question, In : Fullola J. M., Valdeyron N., Langlais M. (dir.), *Els Pirineus i les àrees circumdants durant el Tardiglacial. Mutacions i liacions tecnoculturals, evolució paleoambiental (16 000-10 000 BP)*, Puigcerda, XIV Colloque international d'archéologie de Puigcerda, Hommages à Georges Laplace : 375-422.

MASON C. (2008). Secrets of the shed masters, *Outdoor Life*; 215 (3) : 36-40.

MAZURIER A., VOLPATO V., MACHIARELLI R. (2006). Improved non-invasive microstructural analysis of fossil tissues by means of SR microtomography, *Applied Physics A: Materials Science & Processing;* 83: 229-233. doi:10.1007/s00339-006-3511-6

MEIRI M., LISTER A.-M., HIGHAM T.-F.-G., STEWART J.-R., STRAUS L.-G., OBERMAIER H., GONZALEZ MORALES M., MARÍN-ARROYO A.-B., BARNES I. (2013). Late-Glacial recolonization and phylogeography of European red deer (Cervus elaphus L.), *Molecular Ecology*: 1-12.

MEYER D., DIMITRIADOU E., HORNIK K., WEINGESSEL A., LEISCH F. (2015). e1071: Misc Functions of the Department of Statistics, Probability Theory Group (Formerly: E1071), TU Wien. R package version 1.6-7. 2015. https://CRAN.R-project.org/package=e1071

MILLET L., RIUS D., GALOP D., HEIRI O., BROOKS S.-J. (2012). Chironomid-based reconstruction of Lateglacial summer temperatures from the Ech palaeolake record

(French western Pyrenees), *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology;* 315-316: 86-99.

MONTES L. (2005). El Magdaleniense en el Prepirineo Aragonés: últimos hallazgos, In: Ferreira Bicho, N. (ed): *O Paleolítico. Actas do IV Congresso de Arqueologia Peninsular (Faro, 14 a 19 do setembro de 2004)*, Promontoria Monográfica, 02, Centro de Estudos de Património, Universidade do Algarve, Faro: 183-190.

MONTES L., DOMINGO R. (2013). Cova Alonsé en su contexto. El Magdaleniense en el valle del Ebro, *In* : Montes et Domingo (coord), *El asentamiento Magdaleniense de Cova Alonsé*, Capítulo 7, Monografías arqueológicas, Prehistoria ; 48 : 107-129.

MORTILLET G. (1897). *Formation de la nation française : texte, linguistique, paleth-nologie, anthropologie,* F. Alcan, Paris : 336 p.

MUJIKA ALUSTIZA J.-A. (1991). *La industria ósea del Paleolítico superior y Epipa-leolítico del Pirineo occidental*, Thèse de doctorat, Université de Deusto, 3 vol. : 1380 p.

MUJIKA ALUSTIZA J.-A., PEÑALVER X. (2012). La ocupación de la cuenca del Deba (Gipuzkoa) durante el Magdaleniense Inferior. In : Arias, P., Corchón, M. S., Me-néndez, M. & Rodríguez, J. A. (eds.) : *El Paleolítico Superior Cantábrico. Actas de la primera mesa redonda. San Román de Candamo (Asturias) 26-28 de abril 2007*, PUbli-Can-Ediciones de la Universidad de Cantabria, Santander : 97-112.

MÜLLER B.-R., LANGE A., HARWARDT M., HENTSCHEL M.-P. (2009). Syn-chroton-based Micro-CT and refraction-enhanced Micro-CT for non-destructive materials characterisation, *Advanced Engineering Materials;* 11: 435-440. doi:10.1002/adem.200800346

MÜLLER K., REICHE I. (2011). Differentiation of archaeological ivory and bone ma-terials by micro-PIXE/PIGE with emphasis on two upper Palaeolithic key sites: abri Pataud and Isturitz, France, *Journal of Archeological Science;* 38: 3234-3243. doi: 10.1016/j.jas.2011.06.029

NADAL J. (1998). *Les faunes del Plistocè final-Holocè a la Catalunya méridional i de Ponent. Interpretacions tafonomiques i paleoculturals*, Thèse de Doctorat, Université de Barcelone, ex. multigraph : 662 p.

NADAL J., ALBERT R.-M., JUAN J. (1997). Nuevas aportacionas arqueozoológicas y arqueobotánicas del yacimiento magdaleniense de la Bora Gran d'en Carreras (Serinyà, Pla de l'Estany), In: Fullola JM, Soler N (ed.), *El món mediterrani desprès del Pleniglacial (18.000-12.000 BP)*, Girona, Museu d'Arqueologia de Catlunya: 397-373.

NADAL J., HARO DE S., MAROTO J. (2002). Els grans mamífers del Plistocè superior, *Quaderns del Centre d'Estudis Comarcals de Banyoles*; 23 :155-180.

NAUGHTON F., SANCHEZ GOÑI M.-F., KAGEYAMA M., BARD E., CORTIJO E., DESPRAT S., DUPRAT J., MALAIZÉ B., JOLI C., ROSTEK F., TURON J.-L. (2009). Wet to dry climatic trend in north western Iberia within Heinrich events, *Earth and Planetary Science Letters*; 284: 329-342.

NAUGHTON F., SANCHEZ GOÑI M.-F., RODRIGUES T., SALGUEIRO E., COSTAS S., DESPRAT S., DUPRAT J., MICHEL E., ROSSIGNOL L., ZARAGOSI S., VOELKER A.-H.-L., ABRANTES F. (2016). Climate variability across the last deglaciation in NW Iberia and its margin, *Quaternary International;* 414: 9-22.

NIEMINEN M. (1985). Reinens gevir - vekst og betydning - en oversikt (On growth and importance of the reindeer antler), *Rangifer;* 5 (1): 26-32.

NORMAND C. (2002). L'Aurignacien de la salle de Saint-Martin (grotte d'Isturitz, commune de Saint-Martin-d'Arberoue, Pyrénées-Atlantiques) : données préliminaires sur l'industrie recueillie lors des campagnes 2000-2002, In : F. Bon, J. M. Maillo Fernandez et D. Ortega Cobos (dir.), *En torno a los conceptos de Protoauriñaciense, Auriñaciense arcaico, inicial y antiguo. Unidad y variabilidad de los comportamientos tecnológicos de los primeros grupos humanos modernos en el sur de Francia y norte de España*, actes de la table ronde (Toulouse, 2003), Madrid, UNED (Espacio, Tiempo y Forma, Serie I-Prehistoria y Arqueologia, 15) : 145-174.

NORMAND C. (2005). Les occupations aurignaciennes de la grotte d'isturitz (Saint-Martin-d'Arberoue ; Pyrénées-Atlantiques ; France) : synthèse des données actuelles, *MUNIBE (Antropologia-Arkeologia)* ; 57 : 119-129. ISSN 1132-2217

NORMAND C., TURQ A. (2007). Bilan des recherches 1995-1998 dans la Grotte d'Isturitz (communes d'Isturitz et de Saint-Martin-d'Arberoue, Pyrénées-Atlantiques), In : C. Chauchat (dir.), *Préhistoire du bassin de l'Adour : bilans et perspectives*, actes du colloque (Saint-Étienne-de-Baigorry, 19 janvier 2002), Saint-Étienne-de-Baigorry, Iz-pegi : 69-101.

NORMAND C., DE BEAUNE S., COSTAMAGNO S., DIOT M.-F., HENRY-GAMBIER D., GOUTAS N., LAROULANDIE V., LENOBLE A., O'RARRELL M., RENDU W., RIOS GARAIZAR J., SCHWAB C., TARRIÑO VINAGRE A., TEXIER J.-P., 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), In : J. Évin (dir.), *Congrès du centenaire, un siècle de construction du discours scientifique en Préhistoire*, actes du 26e Congrès de la Société préhistorique française (Avignon, 20-25 septembre 2004), Paris, Société préhistorique française ; 3 : 277-293.

ODGAARD A., GUNDERSEN HJ. (1993). Quantification of connectivity in cancellous bone, with special emphasis on 3-D reconstructions, *Bone;* 14: 173-182. doi:10.1016/8756-3282(93)90245-6

OMNÈS J. (1982). *La grotte ornée de Labastide (Hautes-Pyrénées)*, Lourdes ; 352 p.

PÄÄBO S., POINAR H., SERRE D., JAENICKE-DESPRÈS V., HEBLER J., ROHLAND N., KUCH M., KRAUSE J., VIGILANT L., HOFREITER M. (2004). Genetic Analyses from Ancient DNA, *Annual Review of Genetics;* 38: 645-679. doi:10.1146/annurev.genet.37.110801.143214.

PAILHAUGUE N. (1996). Faunes et saisons de chasse de la salle Monique, grotte de La Vache (Alliat, Ariège*),* In : *Pyrénées préhistoriques, arts et sociétés, Actes du 118ème Congrès national des Sociétés historiques et scientifiques,* Pau 25-29 octobre 1993, H. DELPORTE et J. CLOTTES (Dir.), C.T.H.S. Ed., Paris : 173-192.

PAILHAUGUE N. (1998). Faunes et saisons de chasse de la salle Monique, grotte de La Vache (Alliat, Ariège), *Quaternaire* ; 9 : 385-400 p.

PARAL V., WITTER K., TONAR Z. (2007). Microscopic Examination of Ground Sections - A Simple Method for Distinguishing Between Bone and Antler? *International Journal of Osteoarchaeology;* 17: 627-634. doi: 10.1002/oa.912

PARFITT A.-M., DREZNER M.-K., GLORIEUX F.-H., KANIS J.-A., MALLUCHE H., MEUNIER P.-J., OTT S.-M., RECKER R.-R. (1987). Bone Histomorphometry: standardization of nomenclature, symbols and units, *Journal of Bone and Mineral Research;* 2: 595-610. doi:10.1002/jbmr.5650020617

PASSEMARD E. (1924). *Les stations paléolithiques du Pays basque et leurs relations avec les terrasses d'alluvions*, Bayonne, impr. Bodiou : 218 p.

PASSEMARD E. (1944). La caverne d'Isturitz en Pays basque, *Préhistoire* ; 9 : 7-84.

PATOU-MATHIS M. (2011). *Le Sauvage et le Préhistorique, miroir de l'Homme occidental. De la malédiction de Cham à l'identité nationale*, Odile Jacob : 400 p.

PAUL A., SCHÄFER-NETH C. (2003). Modeling the water masses of the Atlantic Ocean at the Last Glacial Maximum, *Paleoceanography*; 18 (3): 10-58. doi:10.1029/2002PA000783

PELTIER W.-R. (2004). Global glacial isostasy and the surface of the ice-age earth: the ICE-5G (VM2) model and GRACE, *Annual Review of Earth and Planetary Sciences;* 32: 111–149.

PENNIMAN T.-K. (1952). *Pictures of Ivory and Other Animal Teeth, Bone and Antler*, Occasional Paper on Technology 5, University Press, Oxford edition: 60p.

PERICOT L., MALUQUER J. (1951). *La colección Bosoms*, Monografías del Instituto de Estudios Pirenaicos, Zaragosza, Materiales Prehistóricos de Seriñá ; II.

PÉTILLON J.-M. (2004). Lecture critique de la stratigraphie magdalénienne de la Grande Salle d'Isturitz (Pyrénées- Atlantiques), *Antiquités nationales* ; 36 : 105-131.

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)*, Artefacts 10, Éditions du Cedarc : 302 p.

PÉTILLON J.-M. (2008a). First evidence of a whale-bone industry in the western European Upper Paleolithic: Magdalenian artifacts from Isturitz (Pyrénées-Atlantiques, France), *Journal of Human Evolution*, 54 (5): 720-726. doi:10.1016/j.jhevol.2007.12.006

PÉTILLON J.-M. (2008b). Des barbelures pour quoi faire ? Réflexions préliminaires sur la fonction des pointes barbelées du Magdaléniens supérieur, In : J.-M. Pétillon, M.-H. Dias- Meirinho, P. Cattelain, M. Honegger, C. Normand, N. Valdeyron (coord.)*, Recherches sur les armatures de projectiles du Paléolithique supérieur au Néolithique*, actes du colloque C83, XVe congrès de l'UISPP, Lisbonne, 4-9 septembre 2006, *Palethnologie* ; 1 : 69-102.

PÉTILLON J.-M. (2009). L'industrie osseuse du grand diverticule. *In : Isturitz salle de Saint-Martin. Rapport de fouilles programmées année 2009 et projet de recherches 2010,* C. Normand (dir.), Hasparren, rapport dactylographié, n.p.

PÉTILLON J.-M. (2010). L'industrie osseuse du grand diverticule. *In : Isturitz salle de Saint-Martin. Rapport de fouilles programmées année 2010,* C. Normand (dir.), Hasparren, rapport dactylographié, n.p.

PÉTILLON J.-M. (2013). Circulation of whale-bone artifacts in the northern Pyrenees during the Late Upper Paleolithic, *Journal of Human Evolution;* 65: 525-543.

PÉTILLON J.-M. (2016). Technological evolution of hunting implements among Pleistocene hunteregatherers: Osseous projectile points in the middle and upper Magdalenian (19e14 ka cal BP), *Quaternary International;* 414: 100-126.

PÉTILLON J.-M. (à paraître). Le travail de l'os et du bois de cervidé : technologie et économie**,** *In* : *D. SACCHI (dir.), le Magdalénien de la grotte Gazel (Sallèles-Cabardès, Aude).*

PÉTILLON J.-M., LETOURNEUX C. (2003). Au retour de la chasse. Observations expérimentales concernant les impacts sur le gibier, la récupération et la maintenance des projectiles de le Magdalénien superieur d'Isturitz, *Préhistoire Anthropologie Méditerranéennes* ; 12 : 173-188.

PÉTILLON J.-M., CHAVIGNEAUD M. (2005). Vestiges d'industrie osseuse présumés magdaléniens découverts dans la grotte d'Isturitz (Salle de Saint-Martin) en 2004 et 2005. *In : Grotte d'Isturitz, Opération de fouilles programmées tri-annuelles 2003-2005. Rapport final,* C. Normand (dir.), Hasparren.

PÉTILLON J.-M., CHAVIGNEAUD M., CATTELAIN P. (2006). Vestiges d'industrie osseuse découverts en 2006 dans les déblais présumés magdaléniens de la grotte d'Isturitz (salle de Saint-Martin), In *:* Normand C. (dir.), *Isturitz ; Salle de Saint-Martin. Rapport intermédiaire de fouilles programmées tri-annuelles. Année 2006.* Hasparren, rapport dactylographié.

PÉTILLON J.-M., LETOURNEUX C. (2006). Des gibiers, des armes... et des questions : réflexion sur les pratiques cynégétiques dans le Magdalénien supérieur de la grotte d'Isturitz, In : ROUILLARD (P.), ERIKSON (P.), SIDÉRA (I.), VILA (E.) (dir.), *La chasse, pratiques sociales et symboliques*, actes du 2e colloque de la Maison René Ginouvès, Nanterre, 9-11 juin 2005 : 13-26.

PÉTILLON J.-M., CHAVIGNEAUD M. (2008). L'industrie osseuse du grand diverticule : bilan 2005-2008 et perspectives, In : C. Normand (dir.), *Grotte d'Isturitz. Opération*

de fouilles programmées tri-annuelles 2006-2008. Rapport final, Hasparren, rapport dactylographié, n.p.

PÉTILLON J.-M., BIGNON O., BODU P., CATTELAIN P., DEBOUT G., LANGLAIS M., LAROULANDIE V., PLISSON H., VALENTIN B. (2011). Hard core and cutting edge: experimental manufacture and use of Magdalenian composite projectile tips, *Journal of Archaeological Science;* 38 (6): 1266-1283. doi:10.1016/j.jas.2011.01.002

PÉTILLON J.-M., DUCASSE S. (2012). From flakes to grooves: a technical shift in antlerworking during the last glacial maximum in southwest France, *Journal of Human Evolution;* 62: 435-465. doi : 10.1016/j.jhevol.2011.12.005

PÉTILLON J.-M., LANGLAIS M., KUNTZ D., NORMAND C., BARSHAY-SZMIDT C., COSTAMAGNO S., DELMAS M., LAROULANDIE V., MARSAN G. (2015). The human occupation of the northwestern Pyrenees in the Late Glacial: New data from the Arudy basin, lower Ossau valley, *Quaternary International;* 364: 126-143.

PÉTILLON J.-M., LETOURNEUX C., LAROULANDIE V. (à paraître). Archéozoologie des collections anciennes : le cas de la faune du Magdalénien supérieur d'Isturitz, In : (C. Normand dir.), *Les recherches archéologiques dans les grottes d'Isturitz et d'Oxocelhaya de 1912 à nos jours : une synthèse des résultats.*

PIETTE E. (1874). La grotte de Gourdan pendant l'âge du renne, *Matériaux pour l'histoire primitive et naturelle de l'homme,* Toulouse, Muséum d'Histoire Naturelle ; 9 (2ème série) : 53-79.

PIKE-TAY A. (1991). L'analyse du cément dentaire chez les cerfs : l'application en Préhistoire, *Paléo* ; 3 : 149-166.

PINÇON G. (1988). Fiche sagaie de Lussac-Angles. *In : Camps-Fabrer, H. (Ed.), Fiches Typologiques de l'Industrie Osseuse Pre historique, Cahier I : Sagaies*. Publications de l'universite de Provence, Aix-en-Provence.

POKINES J.-T., KRUPA M. (1997). Self-barbed antler spearpoints and evidence of fishing in the late Upper Paleolithic of Cantabrian Spain. In: Knecht, H. (Ed.), *Projectile Technology*, Plenum press, New York: 241-262.

POPLIN F. (1974). Principes de la détermination des matières dures animales, In : *Premier colloque international sur l'industrie de l'os dans la Préhistoire*, Abbaye de Sénanque, Éditions de l'Université de Provence : 15-20.

POPLIN F. (1999). Les fondements de la notion de corne, In : Camps-Fabrer H (dir.), *Préhistoire d'os : Recueil d'Etudes sur l'industrie osseuse préhistorique*, Presses universitaires de provence : 29-37.

PRICE J., FAUCHEUX C., ALLEN S. (2005). Deer antlers as a model of mammalian regeneration, *Current Topics in Developmental Biology;* 67: 1-48.

PROVENZANO N. (1998). Fiche objet à biseau distal unifacial sans débitage longitudinal pris sur bois de cervidés. In : Camps-Fabrer H. (dir.), *Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique, cahier VIII, biseaux et tranchants*, Treignes, CEDARC : 17-23.

PUJOL E. (2008). *L'industrie osseuse du Magdalénien de Saint Michel d'Arudy (Pyrénées-Atlantiques). Approche technologique sur une collection ancienne*, mémoire de M1, université Paris I : 98 p.

PUJOL E. (2009). *L'exploitation des matières osseuses chez les Magdaléniens de Saint-Michel d'Arudy (Pyrénées-Atlantiques). Caractérisation des schémas de production par l'approche technologique du matériel osseux*, mémoire de M2, université Paris I : 76 p.

RAMSEYER D. (2004). *Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique, Fiches de la Commission de nomenclature sur l'industrie de l'os préhistorique*, Cahier 11 : Matières et techniques, Éd. Société Préhistorique Française : 230p.

RASMUSSEN S.-O., ANDERSEN K.-K., SVENSSON A.-M., STEFFENSEN J.-P., VINTHER B.-M., CLAUSEN H.-B., SIGGAARD-ANDERSEN M.-L., JOHNSEN S.-J., LARSEN L.-B., DAHL-JENSEN D., BIGLER M., RÖTHLISBERGER R., FISCHER H., GOTO-AZUMA K., HANSSON M.-E., RUTH U. (2006). A new Greenland ice core chronology for the last glacial termination, *Journal of Geophysical Research*; 111. D06102

RASMUSSEN S.-O., BIGLER M., BLOCKLEY S.-P., BLUNIER T., BUCHARDT S.-L., CLAUSEN H.-B., CVIJANOVIC I., DAHL-JENSEN D., JOHNSEN S.-J., FISCHER H., GKINIS V., GUILLEVIC M., HOEK W.-Z., LOWE J.-J., PEDRO J.-B., POPP T., SEIERSTAD I.-K., STEFFENSEN J.-P., SVENSSON A.-M., VALLELONGA P., VINTHER B.-M., WALKER M.-J.-C., WHEATLEY J.-J., WINSTRUP M. (2014). A stratigraphic framework for abrupt climatic changes during the Last Glacial period based on three synchronized Greenland ice-core records: refining and extending the INTIMATE event stratigraphy, Quaternary Science Reviews; 106: 14-28.

RAYNAUD D., JOUZEL J., BARNOLA J.-M., CHAPELLAZ J., DELMAS R.-J., LORIUS C. (1993). The ice record of greenhouse gases, *Science;* 259: 926-934.

R CORE TEAM. (2015). R: A language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical Computing. Vienna. Austria. URL http://www.R-project.org/

RÉMY D. (2007). *L'industrie osseuse magdalénienne de la Salpêtrière (Gard). Approche typologique et techno-économique*, mémoire de M2, université Montpellier III : 107 p.

RENDU W., ARMAND D., PUBERT E., SORESSI M. (2009-10). Approche taphonomique en Cémentochronologie : réexamen du niveau 4 du Pech-de-l'Azé I (Carsac, Dordogne, France), *PALEO* ; 21 : 223-236.

REICHE I., MÜLLER K., STAUDE A., GOEBBELS J., RIESEMEIER H. (2011). Synchroton radiation and laboratory micro X-ray computed tomography useful tools for

the material identification of Prehistoric objects made of ivory, bone, antler, *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*; 26: 1802–1812. doi: 10.1039/C0JA00246A

RENSEN H., ISARIN R.-F.-B. (2001). The two major warming phases of the last deglaciation at 14.7 and 11.5 cal BP in Europe: climate reconstructions and AGCM experiments, *Global and Planetary Change*; 30: 117-153.

RIGAUD A. (1972). La technologie du burin appliquée au matériel osseux de la Garenne (Indre), *Bulletin de la Société préhistorique française ;* 69 (4) : 104-108.

RIGAUD A. (1984). Utilisation du ciseau dans le débitage du bois de renne à la Garenne-Saint-Marcel (Indre), *Gallia Préhistoire* ; 27 (2) : 245-253.

RIGAUD A. (2001). Les bâtons percés : décors énigmatiques et fonction possible, *Gallia Préhistoire* ; 43 : 101-151.

RIGAUD A. (2004). Débitage du bois de renne dans les couches badegouliennes de l'Abri Fritsch (Indre, France), In : Ramseyer D. (dir.), *Fiches de la commission de nomenclature sur l'industrie de l'os préhistorique, Cahier XI : Matière et technique*, éd. S.P.F., Paris, p. 75-78.

RIGAUD A. (2006). Étude technologique des baguettes demi-rondes de Labastide (Hautes-Pyrénées), *Archéologie des Pyrénées occidentales et des Landes* ; 25, 2006 : 229-246.

RIGAUD A. (2007). Langue de bois…de renne, Observations artisanales et technologiques sur certains termes relatifs au travail du bois de renne et des matières dures animales. *In*, R. Desbrosse et A. Thévenin (dir.), *Arts et cultures de la préhistoire, Hommage à Henri Delporte,* Paris, Éditions du C.T.H.S., Documents préhistoriques, 24, p. 275-301.

RIVERO O., FANO M.-A., GARATE D. (2014). Relationships between recent Magdalenian societies in Cantabrian Spain, through the technical and formal analysis of frontal representations of Ibex, In : Otte M, Le Brun-Ricalens F. (Eds.), *Modes de Contacts et de Déplacements au Paléolithique Eurasiatique*, Université de Liège (ERAUL, 140), Liège : 589-600.

ROLF H.-J., FISHER K. (1996). Serum Testosterone, 5 Dihydrotestosterone and Different Sex Characteristics in Male Fallow Deer (Cervus Dama): a Long Term Experiment with Accelerated Photoperiods, *Comparative Biochemistry and Physiology;* 115A: 207-221.

ROLF H.-J., ENDERLE A. (1999). Hard fallow deer antler: a living bone till antler casting? *The Anatomical Record* ; 255 : 69-77.

ROLLAND C. (2003). Le statut du cerf élaphe (Cerus elaphus) dans le départment des Alpes-Maritimes, *Thèse de doctorat*, Université Paul Sabatier de Toulouse : 186p.

ROSELLÓ E., MORALES A. (2014). Las ictiofaunas de Santa Catalina (Lequeitio, Vizcaya) : un registro singular para la prehistoria cantábrica, *Kobie* (Serie Bizkaiko

Arkeologi Indusketak - Excavaciones Arqueologicas en Bizkaia) ; 4 : 161-262. ISSN 0214-7971

ROSELLÓ E., BERGANZA E., NORES C., MORALES A. (2015). Santa Catalina (Lequeitio, Basque Country): An ecological and cultural insight into the nature of prehistoric fishing in Cantabrian Spain, *Journal of Archaeological Science;* 6: 645–653. 10.1016/j.jasrep.2015.06.002

SACCHI D. (1968). Données nouvelles sur le Paléolithique supérieur du département de l'Aude, *Atacina ;* 3 : 3-32.

SACCHI D. (1974). Chronologie absolue de quelques industries préhistoriques du Languedoc occidental, 14e au 7e millénaire avant l'ère chrétienne, In : *Approche géologique des 15 derniers millénaires*, Bull. Soc. Languedoc. de Géologie, Montpellier : 301-308.

SACCHI D. (1986). *Le paléolithique supérieur du Languedoc occidental et Roussillon*, CNRS, Gallia Préhistoire ; Supplément 21, Paris : 276p.

SACCHI D. (1988). Remarques générales sur les faciès magdaléniens du Bassin de l'Aude et du Roussillon, In : *Homenage al Professor Eduardo Ripoll Perello*, Madrid, Espacio, Tiempo y Forma ; 1 : 177-195.

SACCHI D. (1990). Bases objectives de la chronologie de l'art mobilier paléolithique dans les Pyrénées septentrionales, In : Clottes J. dir., *Les objets au Paléolithique supérieur, tome 1 : L'art mobilier et son contexte, colloque de Foix-Le Mas d'Azil* (1987), Dir. Patrimoine : 13-26.

SACCHI D. coord. (1994). Un site paléolithique supérieur de moyenne altitude dans les Pyrénées : La Cauna de Belvis (France), *In: Human adaptations to the moutain environnement in the Upper Palaeolithic and Mesolithic*, Trente, 1992, Preistoria Alpina ; 28 : 59-90.

SAINT-PÉRIER R. DE (1930). *La grotte d'Isturitz*, I. *Le Magdalénien de la salle Saint-Martin*, Paris, Masson (Archives de l'Institut de paléontologie humaine, 7) : 124 p.

SAINT-PÉRIER R. DE (1936). *La Grotte d'Isturitz*, II. *Le Magdalénien de la Grande Salle*, Paris, Masson (Archives de l'Institut de paléontologie humaine, 17) : 138 p.

SAINT-PÉRIER R. DE, **SAINT-PÉRIER S. DE (1952).** *La Grotte d'Isturitz*, III. *Les Solutréens, les Aurignaciens et les Moustériens*, Paris, Masson (Archives de l'Institut de paléontologie humaine, 25) : 264 p.

SÀNCHEZ GOÑI M.-F. (1996). Les changements climatiques du Paléolithique Supérieur, Enquête sur le rapport entre Paléoclimatologie et Préhistoire, *Zephyrus* ; 49 : 3-36.

SÁNCHEZ DE LA TORRE M. (2015). *Las sociedades cazadoras-recolectoras del Paleolítico Superior final pirenaico : territorios económicos y sociales*, Tesis doctoral, Universitat de Barcelona, Spain : 564.

SAINT-PÉRIER R. (1920). Sur la forme des Harpons en bois de Cerf, *Bulletin de la Société préhistorique de France* ; 17 (10) : 219-221. doi : 10.3406/bspf.1920.7506

SARNTHEIN M., GERSONDE R., NIEBLER S., PFLAUMANN U., SPIELHAGEN R., THIEDE J., WEFER G., WEINELT M. (2003). Overview of Glacial Atlantic Ocean Mapping (GLAMAP 2000), Paleoceanography; 18 (2): 1030. doi:10.1029/2002PA000769

SAUVET G., WLODARCZYK A. (1995). Éléments d'une grammaire formelle de l'art pariétal paléolithique, *L'Anthropologie* ; 99 (2/3) : 193-211.

SAUVET G., FORTEA PEREZ J., FRITZ C., TOSELLO G. (2008). Échanges culturels entre groupes humains paléolithiques entre 20.000 et 12.000 BP, *Bulletin de la Société Préhistorique Ariège-Pyrénées* ; LXIII : 73 à 92

SAUVET G., FRITZ C., FORTEA PEREZ J., TOSELLO G. (2014). Fluctuations des échanges symboliques au Paléolithique supérieur en France et dans le Nord de l'Espagne, In : Jaubert, J., Fourment, N., Depaepe, P. (Eds.), *Transitions, ruptures et continuités en Préhistoire*, Actes du XXVIIe Congrès Préhistorique de France, Bordeaux-Les Eyzies, juin 2010, Ed. Société Préhistorique Française : 403-415.

SERANGELI J. (2003). La zone côtière et son rôle dans les comportements alimentaires des chasseurs-cueilleurs du Paléolithique supérieur, In : Patou-Mathis, M., Bocherens, H. (Eds.), *Le Rôle de l'Environnement dans les Comportements des Chasseurs-cueilleurs Préhistoriques*. Archaeopress/BAR International Series 1105, Oxford : 67-82.

SGARD L. (1998). *Des objets biseautés en bois de cervidé de la collection Passemard (Magdalénien moyen et supérieur, Isturitz)*, mémoire de Maîtrise, université Paris I : 73 p.

SIMONET A. (2009). *Les Gravettiens des Pyrénées : des armes aux sociétés*, thèse de doctorat, université Toulouse 2 - Le Mirail : 391 p.

SMITH T.-M., OLEJNICZAK A.-J., ZERMENO J.-Z., TAFFOREAU P., SKINNER M.-M., HOFFMANN A., RADOVCIC J., TOUSSAINT M., KRUSZYNSKI R., MENTER C., MOGGI-CECCHI J., GLASMACHER U.-A., KULLMER O., SCHRENK F., STRINGER C., HUBLIN J.-J. (2012). Variation in enamel thickness within the genus *Homo*, *Journal of Human Evolution*; 62**:** 395–411. doi:10.1016/j.jhevol.2011.12.004

SOLER N. (1986). *Les industries del Paleolitic superior en el nord de la Catalunya*. Thèse de doctorat, Université de Barcelone, ex. multigraph.

SOLER N. (1999). Le Paléolithique des grottes de Serinyà (Gérone, Catalogne, Espagne), In : D. Sacchi dir., *Les faciès leptolithiques du nord-ouest méditerranéen : milieux naturels et culturels*, CPF, XXIVe session, Carcassonne, 1994, Société Préhistorique Française : 195-228.

SOLER N., TERRADAS X., MAROTO J., PLANA C. (1990). Le silex et les autres matières premières au Paléolithique moyen et supérieur au nord-est de la Catalogne. In :

M.-R. Séronie-Vivien et M. Lenoir, dir., *Le silex : de sa genèse à l'outil*, Paris, Éditions du CNRS ; Cahiers du Quaternaire (17) : 453-460.

SONNEVILLE-BORDES DE D. (1973). Sur du Paléolithique supérieur de Catalogne. *In: Estudios dedicados al Professor Dr. Luis Pericot,* Inst. Arqu.y Prehist. Universidad de Barcelona: 61-66.

SPIESS A. (1979). *Reindeer and caribou hunters - an archaeological study*. Academic Press, New-York: 312 p.

STEAWRT D. (2002). Antlerogenesis: Antler Growth and Associated Abnormalities. *Alabama's Treasured Forests* : 28-29.

STRAUS L.-G. (1992). L'abri Dufaure et la falaise du Pastou dans le système adaptatif régional des Pyrénées au Magdalénien, In : *Le peuplement magdalénien, paléogéographie physique et humaine : colloque de Chancelade* ; 2 (1/2 p.) : 335-343.

STRAUSS L.-G. (1995). Les derniers chasseurs de rennes du monde pyrénéen. L'abri Dufaure : un gisement tardiglaciaire en Gascogne, *Mémoire de la Société Préhistorique Française* ; 22 : 287 p.

SUTTIE J.-M., LINCOLN G.-A., KAY R.-N. (1984). Endocrine Control of Antler Growth in Red Deer Stags, *Journal of Reproduction and Fertility;* 71: 7-15.

SZMIDT C., PÉTILLON J.-M., CATTELAIN P., NORMAND C., SCHWAB C. (2009a). Premières dates radiocarbone pour le Magdalénien d'Isturitz (Pyrénées-Atlantiques), *Bulletin de la Société préhistorique française* ; 106 (3) : 583-601.

SZMIDT C., LAROULANDIE V., DACHARY M., LANGLAIS M., COSTAMAGNO S. (2009b). Harfang, Renne et Cerf : nouvelles dates 14C par SMA du Magdalénien supérieur du Bassin aquitain au Morin (Gironde) et Bourrouilla (Pyrénées-Atlantiques), *Bulletin de la Société préhistorique française* ; 106 (3) : 583-601.

SZMIDT C., COSTAMAGNO S., HENRY-GAMBIER D., LAROULANDIE V., PÉTILLON J.-M., BOUDADI-MALIGNE M., KUNTZ D., LANGLAIS M., MALLYE J.-B. (2016). New extensive focused AMS 14C dating of the Middle and Upper Magdalenian of the western Aquitaine/Pyrenean region of France (ca. 19e14 ka cal BP): Proposing a new model for its chronological phases and for the timing of occupation, *Quaternary International;* 414: 62-83.

TABORIN Y. (1993). La Parure en Coquillage au Paléolithique, *CNRS/Gallia Préhistoire ;* Supplément 29, Paris.

TAFFOREAU P., BOISTEL R., BOLLER E., BRAVIN A., BRUNET M., CHAIMANEE Y., CLOETENS P., FEIST M., HOSZOWSKA J., JAEGER J.-J., KAY R.-F., LAZARRI V., MARIVAUX L., NEL A., NEMOZ C., THIBAULT X., VIGNAUD P., ZABLER S. (2006). Applications of X-ray synchroton microtomography for non-destructive 3D studies of Paleontological specimens, *Applied Physics A – Materials Science & Processing;* 83: 195-202. doi:10.1007/s00339-006-3507-2

TAFFOREAU P., SMITH T.-M. (2008). Non-destructive imaging of hominoid dental microstructure using phase contrast X-ray synchroton microtomography, *Journal of Human Evolution;* 54: 272-278. doi:10.1016/j.jhevol.2007.09.018

TARRIÑO A. (2001). *El silex en la Cuenca Vasco Cantabrica y Pirineo navarro : caracterizacion y su aprovechamiento en la prehistoria.* Phd Thesis, Universidad del Pais Vasco, ex. multigraph: 364 p.

TARRIÑO A., ELORRIETA I., GARCÍA-ROJAS M. (2015). Flint as raw material in prehistoric times: Cantabrian Mountain and Western Pyrenees data, *Quaternary International;* 364: 94-108.

TARTAR E. (2003). *L'exploitation de l'os à l'Aurignacien : l'exemple de l'outillage en os aurignacien ancien de la Grotte des Hyènes à Brassempouy, approche technologique, économique et fonctionnelle*, mémoire de DEA, Université Paris I : 51 p.

TEJERO J.-M. (2003/2004). El aprovechamiento no alimentario de las materias duras animales en la vertiente sur pirenaica durante el Tardiglaciar. Una visión de síntesis, Espacio, Tiempo y Forma, *Serie I, Prehistoria y Arqueología* ; 16-17 : 99-117.

TEJERO J.-M. (2004). *Análisis Tecno-tipológico de la industria sobre materias duras animales de los niveles del Paleolítico Superior de la Cueva del Parco (Alós de Balaguer, Lleida)*, mémoire de DEA, Departamento de Prehistoria y Arqueología, UNED, Madrid.

TEJERO J.-M. (2005). *El treball de l'os a la Prehistoria. Análisis morfotecnològica de la indústria sobre materias dures animals de la Cova del Parco (Alós de Balaguer, Lleida)*, Societat Catalana d'Arqueologia, Barcelona : 151p.

TEJERO J.-M., FULLOLA J.-M. (2007). Las agujas de hueso de la Cueva del Parco (Alós de Balaguer, Lleida). Un ejemplo de gestión no alimentaria de los recursos animales en el magdaleniense, *Zona Arqueológica ;* 7 (1) : 496-503.

TEJERO J.-M., FULLOLA J.-M. (2008). L'exploitation non alimentaire des ressources animales pendant le Magdalénien au Nord-Est de la Peninsule Ibérique. L'exemple de la grotte du Parco (Alòs de Balaguer, Lleida, Espagne), *L'anthropologie* ; 112 : 328-345.

TEJERO J.-M., ESTRADA A., NADAL J., FULLOLA J.-M., MANGADO X., PETIT M.-A., BARTROLÍ R., CALVO M. (2009). Hunters and craftsmen of the Late-Glacial period. The exploitation of animal resources at Parco Cave (Lleida, Spain) during the Magdalenian, In: Fontana L., Chauvière F.-X. & Bridault A. (eds.), *In Search of Total Animal Exploitation. Case Studies from the Upper Palaeolithic and Mesolithic.* Proceedings of the XVth UISPP Congress, Session C61, vol. 42, Lisbon, 4-9 September 2006. Oxford, John and Erica Hedges, BAR International Series; 2040: 91-99.

TOLKSDORF J.-F., VEIL S., KUZU I., LIGOUIS B., STAESCHE U., BREEST K. (2015). Ivory or bone? A report on practical experience determining material from the Mesolithic site Klein Breese (Northern Germany), *Archaeological and Anthropological Sciences;* 7: 351-360. doi: 10.1007/s12520-014-0197-0

UTRILLA P. (1976). El Magdaleniense inicial en el País Vasco Peninsular, *Munibe;* 28*:* 245-275.

UTRILLA P. (1992). Aragón/Litoral mediterráneo. Relaciones durante el Paleolítico, In: Utrilla, P. (ed): *Aragón/Litoral mediterráneo: intercambios culturales durante la Prehistoria*, Institución Fernando El Católico, Zaragoza: 9-35.

UTRILLA P. (1997). Le couloir de l'Ebre aprés le Pléniglaciaire : influences méditerranées et atlantiques, In : Fullola y Soler (eds), *El Món mediterrani després del Pleniglaciar (18.000-12.000 BP)*, C. Inv. Arq. de Girona, Monografies, Girona ; 17 : 431-442.

UTRILLA P., MAZO C. (1993-94). Informe preliminar sobre la actuación de urgencia de 1991 en la cueva de Abauntz, *Trabajos de Arqueología Navarra ;* 11 : 9-30.

UTRILLA P., MAZO C. (1996a). Arte mueble sobre soporte lítico de la cueva de Abauntz, Su aportación a los estilos del Magdaleniense tardío, *Complutum Extra* ; 6 : 41-62.

UTRILLA P., MAZO C. (1996b). Le Paléolithique Supérieur dans le versant sud des Pyrénées. Communications et influences avec le monde pyrénéen français, In : *Pyrénées Préhistoriques. Arts et sociétés* (118 Congrès National des Sociétés historiques et scientifiques, Pau 1993), CTHS, Paris : 243-262.

UTRILLA P., MAZO C. (1997). La transición del Tardiglaciar al Holoceno en el Alto Aragón : Los abrigos de las Forcas (Graus, Huesca), In : R. de Balbín y P. Bueno (eds.), *Actas del II Congreso de Arqueología Peninsular. Paleolítico y Epipaleolítico, Zamora 24 a 27 de septiembre de 1996*, Tomo I, Fund. Rei Afonso Henriques : 349-365.

UTRILLA P., MAZO C., SOPENA M.-C., MARTÍNEZ-BEA M., DOMINGO R. (2009). A palaeolithic map from 13,660 calBP: engraved stone blocks from the Late Magdalenian in Abauntz Cave (Navarra, Spain), *Journal of Human Evolution; 57:* 99-111.

UTRILLA P., DOMINGO R., MONTES L., MAZO C., RODANÉS J.-M., BLASCO F., ALDAY A. (2012). The Ebro Basin in NE Spain: A crossroads during the Magdalenian, *Quaternary International;* 272-273: 88-104.

VALDIOSERA C., GÓMEZ-OLIVENCIA A., RIOS-GARAIZAR R., GARATE D., SVENSSON E.-M., UREÑA I., RODRÍGUEZ R., ARCEREDILLO D., IRIARTE E., ARSUAGA J.-L. (2011). El ADN antiguo aplicado a contextos arqueopaleontológicos : el caso de la cueva de Arlanpe (Lemoa, Bizkaia), *Munibe*, 62 : 49-63.

VAPNIK V.-N. (2010). *The Nature of Statistical Learning Theory*, Second ed. Springer-Verlag, New York: 314p. doi:10.1007/978-1-4757-3264-1

VAQUERO M. (2004). *Els darrers caçadors-recol·lectors de la Conca de Barberà: el jaciment del Molí del Salt (Vimbodí). Excavacions 1999-2003*, Museu-Arxiu de Montblanc i Comarca.

VAQUERO M., ALLUE E., ALONSO S., CAMPENY G., ESTRADA A., GARCÍA M., GENE J.-M., MERINO G., IBÁÑEZ N., MARTÍNEZ K., SALADIE P., SARRO M.-I., VALLVERDU J., VILALTA J. (2005). Una nueva secuencia del Paleolítico Superior final en el sur de Cataluña: el Molí del Salt (Vimbodí, Tarragona), In: Ferreira Bicho, N. (ed), *O Paleolítico. Actas do IV Congresso de Arqueologia Peninsular (Faro, 14 a 19 do setembro de 2004)*, Promontoria Monográfica, 02, Centro de Estudos de Património, Universidade do Algarve, Faro: 493-504.

VARIN E. (1979). *Chevreuil, cerf, sanglier*, Les Éditions de l'Orée, Bordeaux : 254 p.

VÁSQUEZ V.-F., ROSALES T.-E. (2014). Malacofauna de la cueva de Santa Catalina, *Kobie* (Serie Bizkaiko Arkeologi Indusketak - Excavaciones Arqueologicas en Bizkaia) ; 4 : 119-150. ISSN 0214-7971

VIGNE J.-D. (2005). L'humérus de chien magdalénien de Erralla (Gipuzkoa, Espagne) et la domestication tardiglaciaire du loup en Europe, *Munibe* ; 57 : 279-287.

VILETTE P. (1983). *Avifaunes du Pléistocène final et de l'Holocène dans le Sud de la France et en Catalogne*, Atacina 11 : 190 p.

VILLAVERDE V. (2001). El Paleolitico superior : el tiempo de los Cromañones. Periodización y características. In : Villaverde V. éd., *De Neandertales a Cromañones. El inicio del poblamiento humano en las tierras valencianas*, Ed universidad de Valencia : 177-218.

VILLAVERDE V., ROMAN D. (2006). Los arpones del Magdaleniense superior de la Cova de Los Cendres, In : Homenaje a Jesus Altuna, San Sebastian, *Munibe* (Antropologia-Arkeologia) ; Tome II : 207-225.

WEINSTOCK J. (2000). Late Pleistocene reindeer populations in Middle and Western Europe, an osteometrical study of Rangifer tarandus, *BioArchaeologica*, Tübingen; 3: 307 p.

WEINSTOCK J. (2001). Demography through osteometry: sex ratios of reindeer and hunting strategies in the Late Glacial site of Stellmoor, northern Germany, In: Pike-Tay A. (Ed.): Innovations in Assessing Season of Capture, Age and Sex of Archaeofaunas, *Archaeozoologia*, Paris; XI: 187-198.

WELKER F., HAJDINJAK M., TALAMO S., JAOUEN K., DANNEMANN M., DAVID F., JULIEN M., MEYER M., KELSO J., BARNES I., BRACE S., KAMMINGA P., FISCHER R., KESSLER B.-M., STEWART J.-R., PÄÄBO S., COLLINS M.-J., HUBLIN J.-J. (2016). Palaeoproteomic evidence identifies archaic hominins associated with the Châtelperronian at the Grotte du Renne, *PNAS*; 113 (40): 11162-11167. doi: 10.1073/pnas.1605834113

WISLOCKI G.-B. (1942). Studies on the Growth Od Deer Antlers. On the Structure and Histogenesis of Antlers of the Virginia Deer (Odicoileus Virginianus Borealis), *American Journal of Anatomy;* 71: 371-415.

YRAVEDRA J. (2001). Zooarqueología de la Península Ibérica. Implicaciones tafonómicas y paleoecológicas en el debate de los homínidos del Pleistoceno Medio-Superior, *BAR International Series* ; 979 : 464 p.

ZANOLLI C., MAZURIER A. (2013). Endostructural characterization of the *H. heidelbergensis* dental remains from the early Middle Pleistocene site of Tighenif, Algeria, *Comptes Rendus Palevol;* 12: 293-304.

TABLES DES MATIERES

INTRODUCTION GÉNÉRALE 6

PARTIE I. CADRES ET MÉTHODES 10

Chapitre 1. Sociétés et milieux à la fin de la dernière glaciation 12
1.1. Situation géographique 12
1.2. Contexte climatique 13
1.3. Cadre chronologique 16
1.4. Écologie des cervidés 17
1.4.1. Entre 19-16 ka cal BP 17
1.4.2. Entre 16,5-14 ka cal BP 20
1.5. L'industrie sur bois de cervidé 24
1.5.1. État de l'art 24
1.5.2. Répartition cerf/renne dans l'industrie sur bois de cervidé 24
1.6. Les Pyrénées, frontière culturelle ? 29
1.7. Économie comparée du cerf et du renne sur les deux versants des Pyrénées 31
1.8. Le cerf et le renne dans l'art préhistorique 32

Chapitre 2. Matériel et méthodes classiques 34
2.1. Rappel des objectifs 34
2.2. Choix du matériel d'étude 34
2.3. Moyen d'analyse pour l'industrie osseuse préhistorique 36

Chapitre 3. Apports de l'actualisme à l'étude des sociétés passées 40
3.1. Éthologie comparée du cerf et du renne 40
3.2. Bois de cervidé et potentiel mécanique 40
3.2.1. La croissance et la minéralisation des bois 41
3.2.2. Les bois sans velours 41
3.3. Cycle de croissance des bois de cerf 42
3.4. Cycle de croissance des bois de renne 42
3.5. Variations saisonnières et disponibilité de la matière première 44
3.6. Discussion sur l'apport des données de saisonnalité à la reconstitution des économies passées 45
3.7. L'origine des bois : retour sur la question des modules 45
3.7.1. Le bois de renne 45
3.7.2. Le bois de cerf 47

3.8. L'identification taxinomique des bois de cervidé : méthode classique et limites 48
3.8.1. Critères macroscopiques 48
3.8.2. Critères microscopiques 49

Chapitre 4. Une nouvelle méthode non-destructive de distinction des bois de cervidé archéologiques associant microtomographie X et classifieurs SVM 52
4.1. Résumé 52
4.2. The value of X-ray micro-tomography in archaeological studies 52
4.3. Materials and method 53
4.3.1. Samples 53
4.3.2. Micro-CT dataset acquisition 54
4.3.3. Image processing 54
4.3.4. Morphometric assessment 58
4.3.5. Statistical analysis 59
4.4. Results 60
4.4.1. Reindeer antler alveoli present a tighter mesh than red deer alveoli 60
4.4.2. A reliable advanced statistical system to classify according to species 61
4.5. Discussion 64
4.6. Conclusion 66
4.7. L'application sur un corpus taxinomiquement indéterminé 66
4.8. Comment mesurer la fiabilité des analyses ? 66

PARTIE II. L'ÉCONOMIE DU BOIS DE CERVIDÉ AUTOUR DES PYRÉNÉES AU MAGDALÉNIEN MOYEN ET SUPÉRIEUR 72

Chapitre 5. Analyse techno-économique de l'exploitation du bois de cervidé dans l'ensemble 1 74
5.1. La grotte de Santa Catalina (Lekeitio, Biscaye, Espagne) 74
5.1.1. Données géo-stratigraphiques 74
5.1.2. Données paléo-environnementales relatives au niveau III 76
5.1.3. Données culturelles relatives au niveau III 78
5.1.4. Étude techno-économique de l'industrie sur bois de cervidé du niveau III 79
5.1.4.1. Le travail du bois de cerf 79
5.1.4.2. Le travail du bois de renne 89
5.1.4.3. Le travail du bois de cervidé taxinomiquement indéterminé 92
5.1.4.4. Synthèse de l'exploitation du bois de cervidé issue du niveau III de Santa Catalina 101
5.1.4.5. Analyses micro-CT 102
5.2. La grotte d'Isturitz (Saint-Martin-d'Arberoue, Pyrénées-Atlantiques, France) 107

5.2.1. Historique des fouilles 108
5.2.2. La stratigraphie du gisement 108
5.2.3. Le Magdalénien moyen de la salle de Saint-Martin (niveaux SI/Eω) 110
5.2.3.1. Datations 110
5.2.3.2. Les industries 111
5.2.4. Le Magdalénien supérieur de la Grande Salle (niveaux I/F1) 112
5.2.4.1. Datations 112
5.2.4.2. Les industries 113
5.2.5. Étude techno-économique de l'industrie sur bois de cervidé des niveaux SI/Eω (salle de Saint-Martin) attribués au Magdalénien moyen récent 114
5.2.5.1. Le travail du bois de renne 115
5.2.5.2. Le travail du bois de cerf 130
5.2.5.3. Le travail du bois de cervidé taxinomiquement indéterminé 134
5.2.6. Synthèse sur l'exploitation du bois de cervidé dans les niveaux SI/Eω d'Isturitz attribués au Magdalénien moyen récent 137
5.2.6.1. Une exploitation privilégiée et totale du bois de renne 137
5.2.6.2. La gestion de la matière première : vers une anticipation des besoins ? 138
5.2.7. Étude techno-économique de l'industrie sur bois de cervidé des niveaux I/F1 (Grande Salle) attribués au Magdalénien supérieur ancien 140
5.2.7.1. Le travail du bois de renne 140
5.2.7.2. Le travail du bois de cerf 152
5.2.7.3. Le travail du bois de cervidé taxinomiquement indéterminé 159
5.2.7.4. Synthèse sur l'exploitation du bois de cervidé dans les niveaux I/F1 d'Isturitz 163

Chapitre 6. Analyse techno-économique de l'exploitation du bois de cervidé dans l'ensemble 2 166
6.1. La grotte-abri du Moulin à Troubat (Hautes-Pyrénées, France) 166
6.1.1. Données géo-stratigraphiques 168
6.1.2. Données paléo-environnementales et culturelles relatives aux niveaux 13-8 170
6.1.2.1. Niveaux 13-11 170
6.1.2.2. Niveaux 10-8 170
6.1.3. Étude techno-économique de l'industrie sur bois de cervidé des niveaux attribués au Magdalénien moyen (13-11) 171
6.1.3.1. L'industrie sur bois de renne 174
6.1.3.2. L'industrie sur bois de cerf 174
6.1.3.3. Une économie orientée vers l'exploitation du bois de renne 175

6.1.4. Étude techno-économique de l'industrie sur bois de cervidé des niveaux attribués au Magdalénien supérieur (10-8) ... 176
6.1.4.1. L'industrie sur bois de renne ... 176
6.1.4.2. L'industrie sur bois de cerf ... 187
6.1.4.3. L'industrie sur bois de cervidé indéterminé ... 192
6.1.4.4. Synthèse de l'industrie sur bois de cervidé des niveaux 10-8 ... 196
6.2. La grotte de Belvis (Belvis, Aude, France) ... 198
6.2.1. Données géo-stratigraphiques ... 198
6.2.2. Données paléo-environnementales ... 200
6.2.3. Données fauniques ... 200
6.2.4. Données archéologiques relatives aux niveaux 1-4 ... 200
6.2.5. Étude de l'industrie sur bois de cervidé issue des niveaux 1-4 de Belvis ... 202
6.2.5.1. Le travail du bois de renne ... 202
6.2.5.2. Le travail du bois de cerf ... 206
6.2.5.3. Le travail du bois de cervidé taxinomiquement indéterminé ... 208
6.2.5.4. Synthèse sur l'exploitation du bois de cervidé dans les niveaux 1-4 de Belvis ... 215

Chapitre 7. Analyse techno-économique de l'exploitation du bois de cervidé dans l'ensemble 3 ... 218
7.1. La grotte de la Bora Gran d'en Carrères (Sérinya, Gérone, Espagne) ... 218
7.1.1. Historique des fouilles ... 219
7.1.2. Données archéologiques ... 220
7.1.3. Étude techno-économique de l'industrie sur bois de cervidé de la Bora Gran ... 221
7.1.3.1. Le travail du bois de cerf ... 221
7.1.3.2. Le travail du bois de renne ... 238
7.1.3.3. Le travail du bois de cervidé indéterminé ... 241
7.1.3.4. Synthèse de l'industrie sur bois de cervidé de la Bora Gran ... 252
7.1.3.5. Analyses micro-CT ... 254
7.2. La grotte de Canecaude I (Villardonnel, Aude, France) ... 261
7.2.1. Données géo-stratigraphiques ... 262
7.2.2. Données paléo-environnementales relatives à la couche II ... 264
7.2.3. Données fauniques relatives à la couche II ... 264
7.2.4. Données culturelles relatives à la couche II ... 264
7.2.5. Étude techno-économique de l'industrie sur bois de cervidé de la couche II de Canecaude I attribuée au Magdalénien moyen ancien ... 265
7.2.5.1. Le travail du bois de renne ... 266

7.2.5.2. Le travail du bois de cerf 274
7.2.5.3. Le travail du bois de cervidé taxinomiquement indéterminé 276
7.2.5.4. Synthèse sur l'exploitation du bois de cervidé dans la couche II de Canecaude I attribuée au Magdalénien moyen ancien 279

PARTIE 3. SYNTHÈSE 282

Chapitre 8. Bilan global de l'exploitation du bois de cervidé dans les Pyrénées entre 19-14 ka cal BP 286
8.1. Variations géographiques 286
8.1.1. Ensemble 1 286
8.1.1.1. Les sites de notre corpus 287
8.1.1.2. Les autres sites 289
8.1.1.3. Bilan sur la gestion des bois de cervidé par espèce en fonction des ressources disponibles dans l'ensemble 1 292
8.1.2. Ensemble 2 293
8.1.2.1. Les sites de notre corpus 293
8.1.2.2. Les autres sites 294
8.1.2.3. Bilan sur la gestion des bois de cervidé par espèce en fonction des ressources disponibles dans l'ensemble 2 295
8.1.3. Ensemble 3 296
8.1.3.1. Les sites de notre corpus 297
8.1.3.2. Les autres sites 298
8.1.3.3. Bilan sur la gestion des bois de cervidé par espèce en fonction des ressources disponibles dans l'ensemble 3 299
8.2. Variations diachroniques 300
8.2.1. Les stratégies d'exploitation saisonnières du bois de cervidé sur le versant nord des Pyrénées 300
8.2.1.1. Les stratégies d'exploitation saisonnière du bois de cervidé au Magdalénien moyen 302
8.2.1.2. Les stratégies d'exploitation saisonnière du bois de cervidé au Magdalénien supérieur 305
8.2.2. Les stratégies d'exploitation saisonnière du bois de cervidé au nord de la péninsule Ibérique. 310
8.2.2.1. Des données de saisonnalité encore trop lacunaires 310
8.2.2.2. Quid de l'exploitation du bois de renne ? 311

Chapitre 9. Des Magdaléniens "à bois de renne" versus des Magdaléniens "à bois de cerf" 314

9.1. Quel impact la différence d'espèce a-t-elle sur l'exploitation technique des deux matériaux ? 314

9.1.1. Typologie comparée des équipements 314

9.1.2. Morphométrie comparée des objets sur baguette 315

9.1.3. Morphométrie comparée des outils intermédiaires sur support en (semi-) volume 315

9.1.4. Épaisseur de compacta et modules comparés 317

9.1.5. Méthodes de débitage comparées 318

9.2. Quel impact la différence d'espèce a-t-elle sur l'exploitation économique des deux matériaux ? 318

CONCLUSION GéNéRALE 320

ANNEXES 328

BIBLIOGRAPHIE 358

LISTE DES FIGURES 404

LISTE DES TABLEAUX 412

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Plan et coupe de la chaîne pyrénéenne. 12

Figure 2. Contexte climatique entre 20 et 11 ka cal BP. 14

Figure 3. Répartition géographique des effectifs de cerf et de renne (en % NRD) au sein des assemblages fauniques d'ongulés des sites archéologiques et paléontologiques datés entre 19-16 ka cal BP autour des Pyrénées et le nord de la péninsule Ibérique. 18

Figure 4. Prédictions des niches écologiques de renne et de cerf entre le LGM et l'actuel. 19

Figure 5. Répartition géographique des effectifs de cerf et de renne (en % NRD) au sein des assemblages fauniques d'ongulés des sites archéologiques datés entre 16,5-14 ka cal BP autour des Pyrénées et le nord de la péninsule Ibérique. 21

Figure 6. Déchet de débitage de baguette sur partie basilaire de bois de cerf de gros module. 26

Figure 7. Fragment d'épois de bois de cervidé décoré (bois de renne ?), La Garma, L3, Magdalénien moyen. 28

Figure 8. Possible fragment d'andouiller de glace de bois de renne, Lumentxa-VI, Magdalénien moyen ancien ? 28

Figure 9. Les principales voies de franchissement transpyrénéen au Magdalénien. 29

Figure 10. Principaux sites archéologiques attribués au Magdalénien moyen autour des Pyrénées. 35

Figure 11. Principaux sites archéologiques attribués au Magdalénien supérieur autour des Pyrénées. 35

Figure 12. Cycle de croissance des bois de renne et de cerf actuels. 43

Figure 13. Anatomie comparée des bois de cerf et de renne. 49

Figure 14. Détails de l'empreinte du système de vascularisation externe du bois de cervidé. 50

Figure 15. Red deer antler artefacts from the Magdalenian layers (E, II, I, F1) of Isturitz cave sam-pled for this study. 55

Figure 16. Reindeer antler artefacts from the Magdalenian layers (E, II, I, F1) of Isturitz cave sampled for this study. 56

Figure 17. Image processing steps including the selection of the volume of interest (VOI) and the segmentation principle. 57

Figure 18. Principle Component Analysis (PCA) showing the distribution of the modern corpus and archaeological artefacts according to Tb.N, Tb.Sp, BV/TV, Tb.Pf, Tb.Th, and SMI. 62

Figure 19. Localisation géographique de la grotte de Santa Catalina. 75

Figure 20. Plan des fouilles de la grotte de Santa Catalina. 75

Figure 21. Stratigraphie de la grotte de Santa Catalina, coupe sagittale. 76
d'âges, Santa Catalina, niveau III. 77

Figure 22. Gravure de biche sur andouiller de bois de cerf (200 x 21 x 21 mm), niveau III, Santa Catalina. 78

Figure 23. Déchet de débitage de baguette par rainurage longitudinal multiple (59 x 24 x 12 mm), bois de cerf, Santa Catalina, niveau III. 80

Figure 24. Déchets de débitage d'une unique baguette par double rainurage longitudinal, bois de cerf, Santa Catalina, niveau III. 81

Figure 25. Baguettes en bois de cerf, Santa Catalina, niveau III (n°1 : 111 x 16 x 9 mm, n°2 : 82 x 28 x 8 mm, n°3 : 134 x 22 x 11 mm). 83

Figure 26. Ébauche de pointe unibarbelée de petites dimenions, bois de cerf, Santa Catalina, niveau III. 85

Figure 27. Outil intermédiaire sur baguette, bois de cerf, Santa Catalina, niveau III. 86

Figure 28. Outils intermédiaires sur andouiller (n°1 : 138 x 46 x 42 mm) et sur merrain (n°2 : 95 x 31 x 32 mm), bois de cerf, Santa Catalina, niveau III. 88

Figure 29. Industrie sur bois de renne, Santa Catalina, niveau III. 90

Figure 30. Fragment de bois travaillé présentant un pan de raclage le long d'une arête ainsi qu'une possible gravure, bois de renne de moyen module (perche ou andouiller), Santa Catalina, niveau III. 92

Figure 31. Industrie sur bois de cervidé échantillonnée pour analyses au micro-CT (1/3), Santa Catalina, niveau III. 95

Figure 32. Suite de l'industrie sur bois de cervidé échantillonnée pour analyses au micro-CT (2/3), Santa Catalina, niveau III. 96

Figure 33. Fragment mésio-distal de pointe bi-barbelée proche du morphotype azilien, Santa Catalina, niveau III. 97

Figure 34. Suite de l'industrie sur bois de cervidé échantillonnée pour analyses au micro-CT (3/3), Santa Catalina, niveau III. 99

Figure 35. Fragment de bois de bois de cervidé décoré, Santa Catalina, niveau III. 100

Figure 36. Pièces attribuées au bois de cerf par les analyses biométriques (micro-CT), Santa Catalina, niveau III. 104

Figure 37. Pièces attribuées au bois de renne par les analyses biométriques (micro-CT), Santa Catalina, niveau III. 105

Figure 38. Plan de la grotte d'Isturitz. 107

Figure 39. Coupe des couches magdaléniennes de la salle de Saint-Martin. 109

Figure 40. Coupe des couches magdaléniennes de Grande Salle. 110

Figure 41. Isturitz : provenance des matières premières lithiques du Magdalénien moyen. 112

Figure 42. Bases en arceau, bois de renne, Isturitz, niveaux SI. 116

Figure 43. Déchet de débitage d'une unique baguette sur élément de perche C, bois de renne, Isturitz. 118

Figure 44. Déchet de débitage de baguette depuis l'arête d'un épois, bois de renne, Isturitz, niveau SI. 119

Figure 45. Déchet d'élagage (débitage longitudinal), chevillure, bois de renne, Isturitz, niveau SI. 120

Figure 46. Déchet de débitage transversal sur partie basilaire, bois de renne, Isturitz, niveaux SI. 121

Figure 47. Équipement sur support en volume, bois de renne, Isturitz, niveaux SI. 125

Figure 48. Objet indéterminé sur épois, bois de renne, Isturitz, niveau SI. 128

Figure 49. Fragment de bois travaillé technologiquement indéterminé, bois de renne, élément de perche C ou d'empaumure, Isturitz, niveau SI. 129

Figure 50. Déchets de débitage, bois de cerf, Isturitz, niveau SI. 131

Figure 51. Produits de débitage en bois de cerf, Isturitz, niveaux SI/Eω 132

Figure 52. Industrie su bois de cervidé taxinomiquement indéterminé, Isturitz, niveaux SI/Eω. 136

Figure 53. Bases en arceau en bois de renne, Isturitz, niveau F1. 143

Figure 54. Déchets de débitage, bois de renne, Isturitz. 145

Figure 55. Produits de débitage, bois de renne, Isturitz, niveaux I/F1. 148

Figure 56. Produits de débitage, bois de renne, Isturitz, niveaux I/F1. 151

Figure 57. Industrie sur bois de cerf, Isturitz, niveaux I/F1. 154

Figure 58. Outils intermédiaires sur support en (semi-) volume, bois de cerf, Isturitz, niveau F1. 156

Figure 59. Bâton percé sur andouiller, bois de cerf, Isturitz, niveau F1. 157

Figure 60. Objet indéterminé sur andouiller, bois de cerf, Isturitz, niveau F1. 158

Figure 61. Pointe à biseau double, bois de cervidé, Isturitz, niveau I. 160

Figure 62. Représentation graphique du calibre des baguettes demi-rondes, bois de cervidé taxinomiquement indéterminé, Isturitz, niveaux I/F1. 161

Figure 63. Plan des fouilles de la grotte de Troubat. 167

Figure 64. Stratigraphie de la zone interne. 168

Figure 65. Industrie sur bois de renne (1-5) et sur bois de cerf (6), Troubat, Magdalénien moyen. 175

Figure 66. Déchets de débitage sur élément de perche A2 + B, bois de renne, Troubat. 177

Figure 67. Déchet de débitage transversal sur partie basilaire, bois de renne, Troubat, niveau 8. 179

Figure 68. Fragments de baguettes brutes de débitage, bois de renne, Troubat. 182

Figure 69. Outil intermédiaire sur baguette, bois de renne, Troubat, couche 8. 183

Figure 70. Pointe à biseau double recyclée comme outil intermédiaire, bois de renne, Troubat, couche 8. 184

Figure 71. Objet sur baguette à extrémité distale mousse, bois de renne, Troubat, niveau 10, secteur externe. 185

Figure 72. Déchets de façonnage/recyclage, objets sur baguette indéterminés, bois de renne, Troubat, niveau 8. 186

Figure 73. Déchet de débitage sur andouiller, bois de cerf, Troubat, couche 8-9. 188

Figure 74. Fragments de baguettes en bois de cerf, Troubat, couche 8. 189

Figure 75. Outil intermédiaire sur andouiller, bois de cerf, Troubat, couche 8. 191

Figure 76. Objets sur baguette taxonomiquement indéterminée, Troubat, pointe à biseau double. 194

Figure 77. Plan général de la grotte de Belvis. 198

Figure 78. Profil stratigraphique NW-SE du remplissage de Belvis. 199

Figure 79. Grotte de Belvis : provenance des matières premières lithiques. 201

Figure 80. Industrie sur bois de renne, Belvis, niveaux 1-4. 204

Figure 81. Industrie sur bois de cerf, Belvis, niveaux 1-4. 207

Figure 82. Industrie sur bois de cervidé taxinomiquement indéterminée, Belvis, niveaux 1-4. 209

Figure 83. Fourchons, bois de cervidé indéterminé, Belvis, niveaux 1-4. 211

Figure 84. Baguettes demi-rondes, bois de cervidé, Belvis, nos-1-4. 213

Figure 85. Outil intermédiaire de gros calibre, bois de cervidé, Belvis, niveaux 1-4. 214

Figure 86. Élément technologiquement indéterminé, bois de cervidé, Belvis, niveaux 1-4. 215

Figure 87. La grotte de la Bora Gran (Sérinya, Gérone, Espagne). 218

Figure 88. Vue au nord-est sur les pré-Pyrénées depuis la colline dans laquelle est creusée la cavité. 218

Figure 89. Fragment d'andouiller de renne supposé être le premier reste de renne retrouvé à la Bora Gran, et plus généralement en péninsule Ibérique. 219

Figure 90. Déchets de débitage de baguettes sur partie basilaire par rainurage longitudinal multiple, bois de cerf, la Bora Gran, collection Bosoms. 223

Figure 91. Déchet de débitage d'une unique baguette à partir de la face postérieure du merrain A par double rainurage longitudinal, bois de cerf (bois de massacre), la Bora Gran. 224

Figure 92. Déchets de débitage de baguette sur merrain par rainurage longitudinal multiple, bois de cerf, la Bora Gran. 225

Figure 93. Déchet de débitage d'une unique baguette par double rainurage longitudinal depuis la face postérieure du merrain, La Bora Gran. 226

Figure 94. Épois de très gros module élagué, bois de cerf, la Bora Gran. 227

Figure 95. Baguettes en bois de cerf débitées par rainurage longitudinal, la Bora Gran. 229

Figure 96. Fragment de baguette demi-ronde rainurée, bois de cerf, la Bora Gran. 230

Figure 97. Baguette demi-ronde, bois de cerf, la Bora Gran. 231

Figure 98. Type de raclage documenté sur certaines baguettes demi-rondes. 232

Figure 99. Outils intermédiaires sur support en semi-volume, bois de cerf, la Bora Gran... 233

Figure 100. Outil intermédiaire sur baguette, bois de cerf, la Bora Gran..... 234

Figure 101. Industrie sur bois de cerf documentant un débitage par percussion diffuse directe, la Bora Gran. 236

Figure 102. Déchets de débitage, bois de renne, la Bora Gran. 240

Figure 103. Industrie sur bois de cervidé échantillonnée pour des analyses de structure au micro-CT (1/3), la Bora Gran..... 242

Figure 104. Fragments de pointes à base fourchue, bois de cervidé, la Bora Gran. 244

Figure 105. Suite de l'industrie sur bois de cervidé échantillonnée pour des analyses de structure au micro-CT (2/3), la Bora Gran. 246

Figure 106. Pointes barbelées, bois de cervidé, la Bora Gran. 248

Figure 107. Baguette demi-ronde, bois de cervidé indéterminé, la Bora Gran. 249

Figure 108. Suite de l'industrie sur bois de cervidé échantillonnée pour des analyses de structure au micro-CT (3/3), la Bora Gran. 251

Figure 109. Pièces attribuées au bois de cerf par les analyses biométriques (micro-CT), la Bora Gran. 256

Figure 110. Pièces attribuées au bois de renne par les analyses biométriques (micro-CT), la Bora Gran (1/2). 257

Figure 111. Pièces attribuées au bois de renne par les analyses biométriques (micro-CT), la Bora Gran (2/2). 258

Figure 112. Plan des fouilles de Canecaude I. 261

Figure 113. Coupes stratigraphiques sud et nord de Canecaude I. 262

Figure 114. Canecaude I, couche II, provenance des matières lithiques. 265

Figure 115. Déchets de débitage, bois de renne, Canecaude I, couche II. 267

Figure 116. Produits de débitage, bois de renne, Canecaude I, couche II. 269

Figure 117. Bâtons percés, bois de renne, Canecaude I, couche II. 271

Figure 118. Extrémité distale de propulseur de type 4, bois de renne, Canecaude I, couche II. 272

Figure 119. Objets indéterminés sur support en volume, bois de renne, Canecaude I, couche II. 273

Figure 120. Industrie sur bois de cerf, Canecaude I, couche II. 275

Figure 121. Industrie sur bois de cervidé taxinomiquement indéterminée, Canecaude I, couche II. 277

Figure 122. Objet sur support intermédiaire, bois de cervidé, Santimamiñe, niveau Slnc... 290

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Proportion du cerf (en %) au sein des industries sur bois de cervidé magdaléniennes dans le sud-ouest de la France. 25

Tableau 2. Liste des sites Magdaléniens situés dans les Pyrénées entre 19-14 ka cal BP en fonction des trois ensembles géographiques considérés pour cette étude. 37

Tableau 3. Base de données ostéométriques pour le bois de renne actuel. 47

Tableau 4. Base de données ostéométriques pour le bois de cerf actuel. 48

Tableau 5. Mean and standard deviation of the biometric measurements and inter-group comparisons (Wilcoxon test) for the modern corpus. 60

Tableau 6. Mean and standard deviation of the biometric measurements and inter-group comparisons (Wilcoxon test) for the archaeological corpus. 61

Tableau 7. Confusion matrix from the SVM classification (predictive statistics) obtained by leave-one-out cross-validation on the modern corpus. 63

Tableau 8. Confusion matrix from the SVM classification (predictive statistics) obtained by cross-validation in which the training dataset was the modern corpus and the validation dataset was the archaeological corpus. 63

Tableau 9. Confusion matrix from the SVM classification (predictive statistics) obtained by leave-one-out cross-validation on the archaeological corpus. 63

Tableau 10. Résultat des analyses statistiques prédictives (SVM), Santa Catalina, niveau III. 68

Tableau 11. Résultat des analyses statistiques prédictives (SVM), La Bora Gran. 69

Tableau 12. Datations du niveau III de la grotte de Santa Catalina. 77

Tableau 13. Nombre Minimum d'Individus (NMI) par espèces de cervidé et par tranches d'âges, Santa Catalina, niveau III. 77

Tableau 14. Décompte de l'industrie sur bois de cervidé par espèce, Santa Catalina, niveau III. 79

Tableau 15. Décompte des déchets sur bois de cervidé par méthode de débitage et par espèce associé à l'épaisseur moyenne du tissu compact par catégorie techno-typologique, Santa Catalina, niveau III. 82

Tableau 16. Décompte des produits en bois de cervidé par méthode de débitage et par espèce associé à l'épaisseur moyenne du tissu compact par catégorie techno-typologique, Santa Catalina, niveau III. 84

Tableau 17. Taux de détermination taxinomique des vestiges par espèce (en %), Santa Catalina, niveau III. 101

Tableau 18. Résultat des analyses statistiques prédictives (SVM) jugées fiables, Santa Catalina, niveau III. 103

Tableau 19. Taux de détermination taxinomique des vestiges par espèce (en %) après analyses structurales, Santa Catalina, niveau III. 106

Tableau 20. Équivalences entre les stratigraphies Passemard et de Saint-Périer. 109

Tableau 21. Datations AMS des niveaux magdaléniens d'Isturitz (I/F1/SI/Eω). 110

Tableau 22. Décompte de l'industrie sur bois de cervidé par espèce, Isturitz, niveaux SI/Eω. 114

Tableau 23. Décompte des déchets sur bois de cervidé par méthode de débitage et par espèce associé à l'épaisseur moyenne du tissu compact par catégorie techno-typologique, Isturitz, niveaux SI/Eω. 117

Tableau 24. Décompte des produits en bois de cervidé par méthode de débitage et par espèce associé à l'epaisseur moyenne du tissu compact par catégorie techno-typologique, Isturitz, niveaux SI/Eω. 126

Tableau 25. Étude biométrique comparée relative aux éléments sur support plat et sur support intermédiaire en bois de cervidé taxinomiquement indéterminés, Isturitz, niveaux SI/Eω. 137

Tableau 26. Taux de détermination taxinomique des vestiges par espèce (en %), Isturitz, niveaux SI/Eω. 138

Tableau 27. Décompte de l'industrie sur bois de cervidé par espèce, Isturitz, niveaux I/F1. 140

Tableau 28. Décompte des déchets sur bois de cervidé par méthode de débitage et par espèce associé à l'épaisseur moyenne du tissu compact par catégorie techno-typologique, Isturitz, niveaux I/F1. 142

Tableau 29. Parties basilaires de bois de renne des niveaux I/F1, classées par modules. 143

Tableau 30. Décompte des produits en bois de cervidé par méthode de débitage et par espèce associé à l'épaisseur moyenne du tissu compact par catégorie techno-typologique, Isturitz, niveaux I/F1. 147

Tableau 31. Étude morphométrique comparée des pointes à base fourchue en bois de renne et des exemplaires restés taxininomiquement indéterminés des niveaux I/F1 d'Isturitz. 159

Tableau 32. Étude morphométrique comparée des pointes à biseau double en bois de renne et des exemplaires restés taxinomiquement indéterminés des niveaux I/F1 d'Isturitz. 160

Tableau 33. Caractéristiques morphométriques des baguettes demi-rondes restées taxinomiquement indéterminées issues de niveaux I/F1 d'Isturitz. 162

Tableau 34. Caractéristiques morphométriques des pointes barbelées restées taxinomiquement indéterminées issues de niveaux I/F1 d'Isturitz. 162

Tableau 35. Étude morphométrique comparée des outils intermédiaires sur baguette des niveaux I/F1 d'Isturitz en fonction de la nature de la matière première..... 163

Tableau 36. Part de chaque espèce au sein de l'industrie sur bois de cervidé par collection (en nombre absolu et en pourcentage), Isturitz, niveaux I/F1. 163

Tableau 37. Taux de détermination taxinomique des vestiges par espèce (en %), Isturitz, niveau F1. 164

Tableau 38. Datations des niveaux de Troubat, OxCal v4.2.3. 169

Tableau 39. Nombre Minimum d'Individus par classes d'âge, et par espèce (cerf et renne), Troubat, niveau 8. 171

Tableau 40. Décompte de l'industrie sur bois de cervidé par espèce, Troubat, niveaux 13-11. 172

Tableau 41. Décompte des produits en bois de cervidé par méthode de débitage et par espèce associé à l'épaisseur moyenne du tissu compact par catégorie techno-typologique, Troubat, niveaux 13-11. 173

Tableau 42. Décompte de l'industrie sur bois de cervidé par espèce, Troubat, niveaux 10-8. 176

Tableau 43. Décompte des déchets sur bois de cervidé par méthode de débitage et par espèce associé à l'épaisseur moyenne du tissu compact par catégorie techno-typologique, Troubat, niveaux 10-8. 178

Tableau 44. Décompte des produits en bois de cervidé par méthode de débitage et par espèce associé à l'épaisseur moyenne du tissu compact par catégorie techno-typologique, Troubat, niveaux 10-8. 181

Tableau 45. Moyennes et écart-types relatifs au calibre des objets réalisés sur baguette taxinomiquement déterminés issus des niveaux 10-8, Troubat. 193

Tableau 46. Taux de détermination taxinomique des vestiges par espèce (en %), Troubat, niveaux 10-8. 197

Tableau 47. Datations de Belvis (Aude). 199

Tableau 48. Décompte de l'industrie sur bois de cervidé par espèce, Belvis, niveaux 1-4... 202

Tableau 49. Décompte des produits en bois de cervidé par méthode de débitage et par espèce associé à l'épaisseur moyenne du tissu compact par catégorie techno-typologique, Belvis, niveaux 1-4. 205

Tableau 50. Décompte des déchets sur bois de cerf par méthode de débitage et par espèce associé à l'épaisseur moyenne du tissu compact par catégorie techno-typologique, Belvis, niveaux 1-4. 206

Tableau 51. Étude morpho-métrique comparée entre les pointes barbelées des niveaux 1-4 de Belvis et 10-8 de Troubat. 213

Tableau 52. Taux de détermination taxinomique des vestiges par espèce (en %), Belvis, niveaux 1-4. 215

Tableau 53. Datations de la Bora Gran. 221

Tableau 54. Décompte de l'industrie sur bois de cervidé par espèce et par collection, la Bora Gran. 221

Tableau 55. Décompte des déchets sur bois de cervidé par méthode de débitage et par espèce associé à l'épaisseur moyenne du tissu compact par catégorie techno-typologique, la Bora Gran. 222

Tableau 56. Décompte des produits en bois de cervidé par méthode de débitage et par espèce associé à l'épaisseur moyenne du tissu compact par catégorie techno-typologique, la Bora Gran. 229

Tableau 57. Industrie issue d'un débitage par fracturation, bois de cerf, la Bora Gran. 235

Tableau 58. Étude métrique comparée des pointes uni-barbelées de type méditerranéen de la Bora Gran (cette étude) et la grotte de los Cendres. 247

Tableau 59. Taux de détermination taxinomique des vestiges par espèce (en %), la Bora Gran. 253

Tableau 60. Résultat des analyses statistiques prédictives (SVM) jugées fiables, la Bora Gran. 255

Tableau 61. Taux de détermination taxinomique des vestiges par espèce (en %) après analyses structurales, la Bora Gran. 259

Tableau 62. Datations de Canecaude I (Aude). 263

Tableau 63. Décompte de l'industrie sur bois de cervidé par espèce, Canecaude I, niveau 2. 266

Tableau 64. Décompte des déchets sur bois de cervidé par méthode de débitage et par espèce associé à l'épaisseur moyenne du tissu compact par catégorie techno-typologique, Canecaude I, couche II. 267

Tableau 65. Décompte des produits sur bois de cervidé par méthode de débitage et par espèce associé à l'épaisseur moyenne du tissu compact par catégorie techno-typologique, Canecaude I, couche II. 268

Tableau 66. Taux de détermination taxinomique des vestiges par espèce (en %), Canecaude I, couche II. 280

Tableau 67. Épaisseur moyenne de compacta des déchets et produits de débitage en bois de renne de plusieurs séries magdaléniennes dans les Pyrénées. 301

Tableau 68. Étude métrique comparée des objets sur baguette issus du Magdalénien moyen (MM) et du Magdalénien supérieur (MS). 308

Tableau 69. Étude métrique comparée des objets sur baguette complets issus du Magdalénien moyen (MM) et du Magdalénien supérieur (MS). 308

Tableau 70. Étude métrique comparée entre les objets sur baguette complets issus de Santa Catalina (niveau III) et de Troubat (niveau 10-8). 316

Tableau 71. Étude métrique comparée relative aux produits sur baguette complets réalisés en bois de renne et en bois de cerf issus de plusieurs séries pyrénéennes attribuées au Magdalénien supérieur. 316

Tableau 72. Étude métrique comparée relative aux outils intermédiaires complets sur support en (semi-)volume réalisés en bois de cerf et en bois de renne issus de plusieurs séries pyrénéennes. 316

Tableau 73. Étude comparée relative à l'épaisseur moyenne de compacta de l'ensemble des vestiges d'industrie en bois de cerf et en bois de renne issus de plusieurs séries pyrénéennes attribuées au Magdalénien supérieur. 317

Les stratégies d'adaptation des sociétés pyrénéennes entre 19-14 ka cal BP: Étude biométrique et techno-économique comparée sur l'exploitation du bois de cerf et du bois de renne autour des Pyrénées au Magdalénien moyen et supérieur

Cette étude porte sur l'équipement en bois de cervidé (armement et outillage) fabriqué par les chasseurs-cueilleurs paléolithiques qui peuplaient le massif pyrénéen durant le Magdalénien (19-14 ka cal. BP). Pendant cette période, qui correspond à la fin de la dernière glaciation, les Pyrénées constituent une frontière écologique naturelle, circonscrivant plus ou moins strictement la répartition des cervidés de part et d'autre du massif. La question des usages comparés du bois de cervidé autour des Pyrénées est un cas d'étude particulièrement intéressant pour appréhender les interactions hommes préhistoriques-variations du milieu de part et d'autre d'une frontière écologique naturelle. À travers l'étude techno-économique de sept séries d'industrie sur bois de cervidé du Magdalénien pyrénéen (Santa Catalina-NIII, Isturitz-SI/Eω, Isturitz-I/F1, Troubat-10/8, Belvis-1/4, Canecaude I-2, La Bora Gran), nous avons pu confirmer que les groupes de chasseurs-cueilleurs avaient globalement puisé dans leur environnement proche l'essentiel des ressources dont ils avaient besoin pour leurs équipements. Si les études techniques et économiques comparées que nous avons menées sur ces deux matériaux ne font pas apparaître d'avantages substantiels de l'un par rapport à l'autre, il n'en demeure pas moins que leur exploitation implique dans les deux cas une anticipation des besoins à plus ou moins long terme. En ce sens, le versant nord du massif livre un exemple original de planification des besoins en armement à travers l'exploitation du bois de renne par les groupes du Magdalénien moyen récent et du Magdalénien supérieur ancien. Enfin, pour pallier les problèmes d'identification taxinomique des bois de cervidé (cerf/ renne) liés à la transformation anthropique des vestiges, nous avons développé une nouvelle méthode d'identification des bois de cervidé au micro-CT, combinant microtomographie X et analyses statistiques avancées (SVM classifiers). Cette méthode innovante, dont l'indice de confiance est évalué à 96 %, a permis de démontrer l'importation de bois de renne sur le territoire Ibérique depuis le versant nord du massif.

Mots clefs: *Industrie sur bois de cervidé; Magdalénien; Micro-CT; Pyrénées; Renne; Cerf.*

Adaptation strategies of pyrenean societies between 19-14 ky cal BP: Comparative biometric and techno-economic study on the exploitation of red deer and reindeer antler around the Pyrenees during the Middle and Upper Magdalenian

This study focuses on deer antler equipment (weapon and tool kits) crafted by Palaeolithic hunter-gatherers that inhabited the Pyrenees during the Magdalenian (19-14 ka cal. BP). Throughout this period, which corresponds to the end of the last glaciation, the Pyrenees constitute a natural ecological border, more or less confining the distribution of deer on either side of this mountain range. Comparing the use of deer antler throughout the Pyrenees is a particularly interesting case study for addressing interactions between prehistoric people and environmental variations on either side of a natural ecological border. Through a techno-economic study of seven deer antler industries from the Pyrenean Magdalenian (Santa Catalina-NIII, Isturitz-SI/Eω, Isturitz-I/F1, Troubat-10/8, Belvis-1/4, Canecaude I-2, La Bora Gran), we were able to confirm that hunter-gatherer groups generally exploited their immediate environment for essential resources that they needed for these artefact types. While comparative technical and economic analyses of these two materials do not reveal any substantial advantage of one over the other, their exploitation does however imply in both cases a more or less long-term anticipation of needs. In this sense, the northern side of the range underlines an original example of forward planning of weaponry needs in the exploitation of reindeer antler by Late Middle and Early Upper Magdalenian groups. Finally, in order to overcome problems of taxonomic identification of deer antler (red deer vs. reindeer) tied to the anthropic transformation of these artefacts, we developed a new identification method using micro-CT scanning, combining X-ray microtomography and advanced statistical analyses (SVM classifiers). This innovative method, with a confidence interval evaluated at 96%, allowed us to demonstrate the import of reindeer antler into the Iberian territory from the northern slopes of the mountain range.

Keywords: *Antler industry; Magdalenian; Micro-CT; Pyrenees; Reindeer; Red deer.*

UMR 5199 PACEA — Allée Geoffroy Saint Hilaire, Pessac — Université de Bordeaux